فصلنامه علمی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال پانزدهم، شماره دوم، بهار۱٤۰۲: ۱۵۷-۱۳٤

مقاله ترویجی

بررسی اقلیمی کاشان با رهیافت خانه همساز با اقلیم

فرزاد فرناد
دانشجوی دکتری، گروه معماری، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران.
حدیثه کامران کسمائی*
استادیار، عضو هیات علمی، گروه معماری، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران.
مهدی خاکزند
دانشیار، عضو هیات علمی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
غلامحسین معماریان
استاد، عضو هیات علمی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
تاریخ دریافت:۱٤۰۰/۱۲/۲٤ تاریخ پذیرش:۱٤۰۱/۱۰/۱۰

چکیده
مصرف سوختهای فسیلی موجب مشکلات روز افزون محیط زیستی گردیده و جایگزینی آنها با انرژی های تجدید پذیر از ضرورت های امروز جهان است. هدف از این پژوهش شناخت و بررسی مولفه‌های اقلیم کاشان جهت ارائه راهکارهای طراحی خانه همسو با اقلیم است که موجب کاهش مصرف سوختهای فسیلی و جایگزینی انرژی های تجدید پذیر گردد. محدوده مکانی پژوهش شهر کاشان و محدوده زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۹ می باشد. روش پژوهش توصیفی تحلیلی است. در انجام این تحقیق از منابع مکتوب و اطلاعات ماهواره ای و فایل اطلاعات Energy Plus Weather شهر کاشان استفاده گردیده است. ابتدا بر اساس بررسی اطلاعات اقلیمی آماری و محاسبه انرژی تابشی جدول مخلوط تهیه گردیده و بر اساس تحلیل اطلاعات جدول راهکارهای طراحی همسو با اقلیم ارایه گردیده است. این مطالعه از بابت تحلیل مولفه های اقلیمی برای کاشان و ارائه جدول کاربردی مخلوط و برخی راهکارها که ویژه کاشان است دارای نوآوری می‌باشد. نتایج این پژوهش در دو حوزه: تبیین مولفه های اقلیمی کاشان و مقایسه آن با گذشته، و راهکارهای عملی برای رسیدن به معماری همسو با اقلیم بیان شده است.

واژگان کلیدی: اقلیم، پایداری، خانه، کاشان، معماری همساز با اقلیم

*نویسنده مسئول:Hadiskamran@pardisiau.ac.ir

مقدمه

اقلیم عامل بسیار نیرومندی است که تمامی اجزاء طبیعت را تحت تاثیر قرار می‌دهد، در این میان تغییرات تدریجی اقلیمی ایجاب می‌نماید تا با بررسی پیوسته شرایط اقلیمی مناطق و شناخت ویزگی آنها راهکارهایی در جهت هماهنگی با شرایط اقلیمی با کمترین نیاز به سوختهای فسیلی بیابیم. یکی از مهمترین راهکارها برای تامین آسایش انسان در شرایط نا مساعد اقلیمی طراحی مسکن اقلیمی است."اقلیم و شرایط آب و هوایی نقش بسزایی در طراحی خانه ها، بناها و شکل دهی به سکونتگاه‌های انسان می باشد" (Darban& Salehi, 2020:7) و از آنجا که بخش وسیعی از کشور در اقلیم گرم و خشک واقع شده است. (Fooladi et al, 2016: 90) ارائه راهبردهایی برای معماری همسو با این نوع از اقلیم می تواند تاثیر بسزایی بر حفاظت از منابع و محیط زیست داشته باشد. از گذشته در مناطق کویری ایران راه حل های متنوعی در جهت تامین آسایش حرارتی انسان در نظر گرفته شده است. (Mahdavinejad et al, 2012: 440) که این تجربیات نشان دهنده دیدگاه همه جانبه معماری اقلیمی این مناطق بوده است."معماری همساز با اقلیم دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است که ضمن توجه به مسائل زیباشناختی و حفظ محیط زیست پاسخگوی نیاز های اقلیمی هر منطقه نیز بوده است."(Shekari nayeri et al, 2016: 3)

این مطالعه در راستای پاسخ به این سوال پژوهشی است: ویژگی‌های اقلیمی کاشان بر اساس مقادیر دقیق مولفه ها چیست و معماری همسو با آن چه مشخصاتی دارد؟

هدف از این تحقیق شناخت جامع مولفه‌های اقلیم کاشان جهت ارائه راهکارهای طراحی خانه همسو با اقلیم است که موجب کاهش مصرف سوختهای فسیلی و جایگزینی انرژی های تجدید پذیر گردد.

این مطالعه از بابت نوع مولفه های اقلیمی مورد بررسی و ارائه جدول مخلوط برای شهر کاشان که مرجع با اهمیت تصمیم ساز طراحی اقلیمی در کنار نمودارهای بیوکلیماتیک می‌باشد دارای نوآوری است.

مبانی نظری:

چارچوب نظری

اقلیم شناسی و معماری همساز با اقلیم

اقلیم شناسی روند عمومی شرایط آب و هوای یک منطقه در دوره‌ای طولانی است و به دو دسته عوامل هوایی (دما، رطوبت، باد، تابش، بارندگی، ...) و زمینی (عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، توپوگرافی) تقسیم می‌شود. (Tahbaz, 2017: 11) این بررسی فقط میانگین آماری پدیده های جوی نیست بلکه تغییر وضعیت آب و هوا و وضع فوق العاده را نیز شامل می‌شود. (Pourdeihimi, 2011: 5) اقلیم شناسی در علومی مثل برنامه‌ریزی و طاحی شهری، طراحی معماری و طراحی منظر کاربرد دارد. معماری همساز با اقلیم تلاشی است برای تطابق حجم، شکل، جهت گیری، نوع مصالح و بهره گیری از مواهب طبیعی نظیر تابش، باد و سایر انرژیهای تجدید پذیر برای تامین شرایط آسایش در ساختمان با

کمترین آسیب زیست محیطی. (Soltandoost, 2018: 7) این معماری ما را از اشتباهات گذشته در امان داشته، و از زوال انرژیهای فسیلی جلوگیری کند. (Raazjouyan, 2015: 4) طراحی همساز با اقلیم موجب کاهش مصرف انرژی برای تنظیم شرایط محیطی گردیده و از انرژیهای تجدید پذیر و پاک با روش غیر فعال استفاده می‌نماید.(Tahbaz, 2017: 65)

عوامل جغرافیایی موثر بر اقلیم کاشان

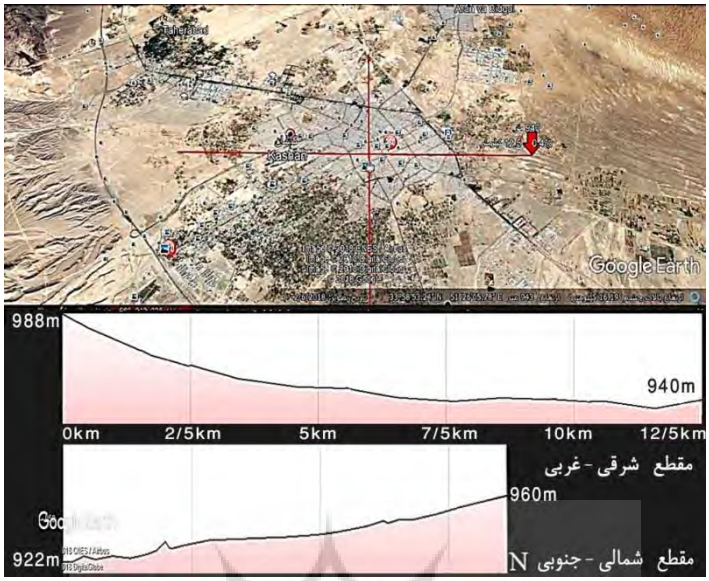
این شهر در میان کوه های کرکس نطنز و کویر مرکزی ایران واقع شده است، در شرق و شمال شرقی این شهر دشت کویر و جنوب آن ارتفاعات ایران مرکزی با روند شمال غرب به سوی جنوب شرقی امتداد یافته اند. Pourahmad et al, (2016: 7) (تصویر شماره ۱ و ۲) در جدول ۱ برخی از اطلاعات جغرافیایی کاشان ذکر گردیده است.

جدول۱.اطلاعات جغرافیایی کاشان

عوامل جغرافیایی	مشخصات	منبع
مختصات	بین ۲۳ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی	(Kiani, 1989: 203)
ارتفاع از سطح دریا	۹۸۲ متر	(Tahbaz et al, 2013: 61)
ارتفاع کوه های جنوب شرق	٤٠٠٠ متر	(Jafari, 2005: 427)
نوع پوشش گیاهی	فقیر – بوته درختچه	(iranicaonline.org, 2018)
شیب شمال به جنوب	با ۳۸ متر برای ۸/۵ کیلومتر (۰/۰٤٥ درصد شیب)	(Google earth)
شیب از غرب به شرق	با ٤٨ متر اختلاف ارتفاع برای ۱۲/۵ کیلومتر (۰/۰۰٤ درصد شیب)	(Google earth)
مساحت	۸٦۰۸۲ هکتار	(Shamai et al, 2020: 116)

شکل۱ . موقعیت عوارض طبیعی اقلیم کاشان

Fig 1. The location of the natural effects of the climate of Kashan
Source: google earth



شکل۲. مقاطع شهر کاشان

Fig 2. Sections of Kashan city
Source: google earth

دما

دمای شهر کاشان به دلیل موقعیت مکانی متاثر از جریانات کوه و دشت می باشد. این شهر از کمبود آب و درجه حرارت متفاوت دشت و کوهپایه برخوردار است. تابستان های گرم و خشک، زمستان های سرد، سوز بادهای زمستانی و گردبادهای تابستانی، این شهر را دارای اقلیمی خشن کرده است. (Tahbaz et al, 2013: 61) جدول شماره ۲حداقل و حداکثر و متوسط دمای دوازده ساله ۲۰۰۸–۲۰۱۹ (۱۳۸۷–۱۳۹۸) را نشان می دهد که در بخش جدول مخلوط استفاده گردیده است. از جمله پژوهشهایی که در زمینه اقلیم کاشان صورت گرفته توسط دربان و صالحی بود و درباره دمای هوا بیان می دارند: بر اساس آمار (۱۹۷٦–۲۰۱٤) میانگین دمای سالانه کاشان ۱۹/۷ درجه سانتی گراد بوده، متوسط دمای ماهانه در سردترین ماه (ژانویه) ٤/۸ درجه و در گرمترین ماه (ژوئن) ۳٤ درجه می باشد، بالاترین دمای ثبت شده ٤۸ درجه و پایین ترین آن منهای ۱۷ درجه می باشد. (Darban& Salehi, 2020: 2) از دیگر پژوهشها می توان به مقاله طاهباز و همکاران درباره مقایسه دمای ایستگاه هواشناسی (اقلیم شهری) با دمای روی بام بافت قدیم (اقلیم محلی) و دمای داخل حیاط (اقلیم خرد) اشاره نمود: در تابستان، اقلیم محلی خشک تر از اقلیم شهری است و به تبع آن، دارای نوسان دمای بیشتری است. آمار اقلیم خرد نشان میدهد که علیرغم بالاتر بودن دمای محلی، در داخل حیاط در طی روز دما چند درجه کاهش یافته است. در زمستان، در طی روز، دمای محلی چند درجه بیشتر از دمای ایستگاه هواشناسی است و شب ها نیز چند درجه گرمتر است. وضعیت اقلیم خرد در طی روزهای زمستان، چندین درجه بیش از دمای اقلیم محلی است. (Tahbaz et al, 2013: 66)

جدول۲. دما بر حسب درجه - میانگین سالهای ۲۰۰۸- ۲۰۱۹ (۱۳۸۷-۱۳۹۸)

Table 1. Temperature in degrees - average of 2008-2019

	میانگین حداقل دما	میانگین حداکثر دما	میانگین متوسط دمای ۱۲ سال
ژانویه	۰/۲	۱۱/۲	۵/۷
فوریه	۲/۲	۱٤/۸	۸/۵
مارس	٦/۱	۱۸/۹	۱۲/۵
آوریل	۱۲/۱	۲٦/۷	۱۹/٤
می	۱۷/٦	۳۲/۸	۲٤/۲
ژوئن	۲۲/٦	۳۹/٤	۳۱/۰
ژوئیه	۲٦/۳	٤۰/۹	۳۳/٦
آگوست	۲٤/۱	٤۰/٦	۳۲/۳
سپتامبر	۱۸/۹	۳۵/۲	۲۷/۰
اکتبر	۱۲/۸	۲۸/۱	۲۰/٤
نوامبر	۵/۷	۱۷/۸	۱۱/۷
دسامبر	۱/۹	۱۲/۱	۷/۰
میانگین	**۱۲/٦**	**۲٦/۳**	**۱۹/٤**

Source: Kashan Meteorological Office

رطوبت و بارش

دربان و صالحی در پژوهشی اقلیمی درباره رطوبت و بارش کاشان بر اساس آمار (۱۹۷٦-۲۰۱٤) بیان می دارند: میانگین ماهانه رطوبت نسبی هوا در کاشان طبق آمار (۱۹٦۷-۲۰۱٤) ٤۰ درصد است. میانگین حداقل رطوبت نسبی ۲۷ درصد و میانگین حداکثر رطوبت نسبی ٥٦/٤ درصد و مجموع بارش سالانه کاشان ۱۳٦/۵ میلیمتر است. میزان یالاترین بارش سالانه ۲۵۹/۵ میلیمتر است که در سال ۱۹۷۲ اتفاق افتاد و کمترین آن ٤۵ میلیمتر است که مربوط به سال ۱۹۷۳ می باشد. (Darban& Salehi, 2020: 3) جدول شماره ۳ میزان بارش به میلیمتر و جدول شماره ٤ متوسط رطوبت نسبی برای ساعات ٦ و ۱۲ و۱۸ را در بازه دوازده ساله (۲۰۰۸-۲۰۱۹) ارائه می نمایند که در بخش جدول مخلوط استفاده گردیده است. بر اساس جدول ۳ میانگین بارش ماهانه برابر با ۱۱/۷۵ میلیمتر و مجموع بارش سالانه ۱٤۱ میلیمتر خواهد بود. ایروانی و همکاران دلیل خشکی هوای کاشان را وزش صبح تا شام بادهای کویری می دانند (Iravani et al, 2014: 5) «تبخیر یکی از راههای تبدیل، تغییر و انتقال انرژی و حرارت است که در معماری بومی بدان توجهی ویژه شده است. برای مثال میتوان به آب نماها و فواره ها در معماری مناطق خشک اشاره کرد که موجب لطافت هوا مـی‌شـود.» (Espanani, 2001: 94)

جدول۳. میزان بارش به میلیمتر میانگین سالهای ۲۰۰۸- ۲۰۱۹ (۱۳۸۷-۱۳۹۸)

Table 2. Average rainfall in mm for the years 2008-2019

	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	میانگین ماهانه	مجموع
بارش	۱۶/۹	۱۲/۳	۲/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵	۱/۰	۱۱/۹	۲۷/۸	۲۳/۳	۱۹/۸	۲٤/٦	۱۱/۷۵	۱٤۱

Source: Kashan Meteorological Office

جدول٤. متوسط رطوبت نسبی ساعات ٦، ۱۲، ۱۸ به وقت محلی به درصد، میانگین سالهای ۲۰۰۸- ۲۰۱۹ (۱۳۸۷-۱۳۹۸)

Table 3. Average relative humidity for hours 6, 12, 18 local time in percentage, average of 2008-2019

ساعت	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	میانگین
٦	۷۳	٦۵	٤۵	۳۸	۳۰	۳۱	۳٤	٤٦	۵۱	۵٦	٦٤	٦۹	**۵۰/۱**
۱۲	٤۸	۳٦	۲۸	۱۹	۱۵	۱۷	۱۷	۲۱	۲۷	۲۹	۳۸	٤۷	**۲۸/۵**
۱۸	۵۷	٤۸	۳۵	۲۳	۱۵	۱۸	۱۸	۲٤	۳۳	۳٦	٤۲	۵٤	**۳۳/۵**
میانگین	۵۹/۳	٤۹/٦	۳٦	۲٦/٦	۲۰	۲۲	۲۳	۳۰/۳	۳۷	٤۰/۳	٤۸	۵٦/٦	**۳۷/۳**

Source: Kashan Meteorological Office

تابش

میزان تاثیر گذاری تابش آفتاب در دمای داخلی یک ساختمان، ارتباط با خصوصیات مصالح به کار رفته در دیوارهای خارجی دارد و نوع مصالح بکار رفته در تأمین منطقه آسایش ساکنین موثر است (Olgyay, 1981: 36) .بیشترین میزان جذب تابش در تابستان و در ساختمانهای کم ارتفاع از ناحیه سقف ساختمان صورت می گیرد (Fooladi et al, 2016: 90) «نمای جنوبی یک ساختمان در زمستان حدوداً سه برابر بیشتر از دیگر نماهای ساختمان در معرض تابش خورشیدی است. در تابستان برعکس است؛ نمای جنوبی کمتر از بام و نمای شرقی و غربی، تشعشعات خورشیدی را دریافت میکند» (Thomsen& Schultz, 2005: 115) جدول شماره ۵ مقدار تابش واقعی (ساعات غیر ابری) شهر کاشان را در بازه دوازده ساله (۲۰۰۸-۲۰۱۹) ارائه می نماید که در بخش محاسبه انرژی تابشی استفاده گردیده است.

جدول۵. ساعات تابش واقعی در ماه میانگین سالهای ۲۰۰۸- ۲۱۱۹ (۱۳۸۷-۱۳۸۸)

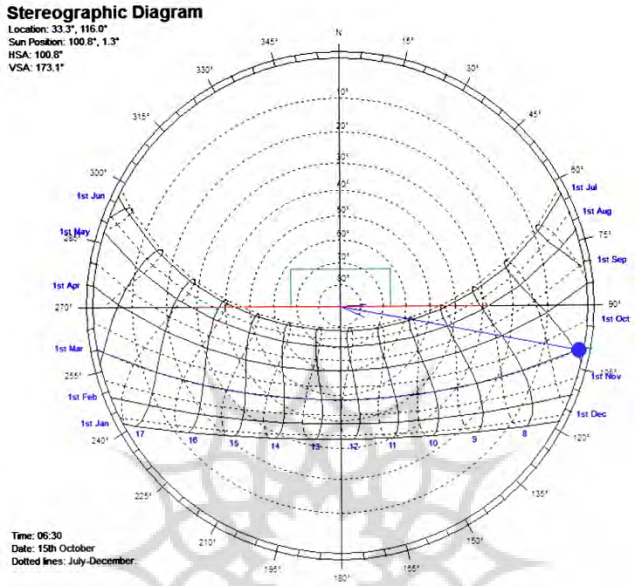
Table 4. Average hours of actual radiation per month for the years 2008-2019

سال	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	مجموع
میانگین	۱۶۷/۳	۱۹۹/۲	۲۷۴/۸	۳۰۸/۳	۳۴۲/۷	۳۴۶/۳	۳۴۲/۲	۳۰۸/۲	۲۴۲/۵	۲۲۳/۵	۲۰۲/۴	۱۸۴/۵	۳۴۶/۳

Source: Kashan Meteorological Office

نمودار خورشیدی کاشان

شکل شماره ۳ نشان دهنده دیاگرام خورشیدی است که از طریق دو زاویه آزیموت (زاویه تابش خورشید با شمال) و آلتیتوت (زاویه تابش خورشید با افق)، نمایانگر موقعیت قرار گیری خورشید در آسمان کاشان برای ساعات متفاوت در هریک از روزهای سال است.



شکل۳. نمودارخورشیدی

Fig ۳. Solar diagram

Source: Suntool software

باد

منطقه کاشان در فصل زمستان تحت تاثیر هسته پر فشار شمال کشور بوده و این جریان ها تا اوایل بهار هم ادامه دارند. در ماه های بعد تا اوایل پاییز ، جهت وزش باد از سمت شمال شرق است. در ماه های خرداد، تیر و شهریور باد غالب از شمال شرقی می وزد که همان بادهای گرم و غبارآلود همراه طوفان محلی است ولی از شام تا بام نسیم خنکی که از جهت کوهستان جریان پیدا میکند باعث تعدیل هوای منطقه می شود. (Iravani et al, 2014: 5). وجود جریان باد مطلوب شمال غرب و شمال موجب جهت گیری خانه های سنتی در این راستا شده است.(Farnad et al, 2022: 8) جدول ٦ جهت و سرعت باد غالب در بازه دوازده ساله (۲۰۰۸–۲۰۱۹) را ارائه می نمایند که در بخش جدول مخلوط استفاده گردیده است. جهت باد بر اساس درجه بر روی دایره باد بوده که اعداد صفر و ۳٦۰ درجه شمال، ۹۰ شرق، ۱۸۰ جنوب و ۲۷۰ غرب است (لازم به ذکر است که جهت باد امکان میانگین گیری بصورت دامنه محدود دارد و در جدول نمی باشد) اکثر بادهای کاشان حالت غالب نداشته و بصورت جریاناتی در کنار باد اصلی هستند. در میان این بادها، باد شهریاری بصورت کوه به دشت از سمت شمال غرب بوده و مناسب برای ایجاد شرایط آسایش است. (جدول شماره ۷)

جدول ٦. جهت باد غالب (درجه) و سرعت باد غالب (نات بر متر) در سالهای ۲۰۰۸- ۲۱۱۹ (۱۳۸۷-۱۳۸۸)
Table 5. Prevailing wind direction (degrees) and prevailing wind speed (knots per meter) in the years 2008-2019

سال	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
بیشترین تکرار	۳٤٥	۳٤٥	٤٥	٤٥	٤٥	٤٥	۲٥	۲۲٥	۲۲٥	۲۷۰	۳۲٥	۲۲٥
میانگین سرعت	٥/۷	٥/٥	٥/٤	٥/۷	٥/۹	٦/۷	۷/۷	٦/٦	۷/۹	۸/۹	۸/٦	٦/٤

Source: Kashan Meteorological Office

با عنایت به مندرجات جدول شماره ۳ میانگین پاسخ **جدول ۷. بادهای محلی کاشان**

Table 6. Local winds of Kashan

نام باد محلی	زمان وزش	جهت وزش	دما
باد خراسان	تابستان	شمال شرق	گرم
باد شمال	تابستان	شمال	گرم
باد سام	تابستان	شرق	گرم
باد قبله	پائیز	جنوب و جنوب شرق	گرم
باد شهریاری	تابستان	شمال غرب	خنک
باد لوار	تابستان	شمال غرب	داغ
باد طوفان	اواخر بهار – تابستان	شرق	گرم و نا مطلوب

Source: Khosravi: 30

پیشینه تحقیق

از مهمترین پژوهشهای اقلیمی در جهت دستیابی به معماری اقلیمی می توان به موارد زیر اشاره نمود :

پاروچ گیونی (۱۹۷٦) جدولی تحت عنوان جدول زیست – اقلیمی ساختمان فراهم نمود، Watson& Labes, (2001: 28), او بر اساس متغیر های رطوبت نسبی، فشار بخار و دمای خشک و دمای مرطوب، مرز آسایش ساکنین اقلیم در حالت استراحت و تاثیر معماری بر تامین نیازهای بیوکلیماتیک انسان را مشخص نمود. (Ghobadian& Mahdavi, 2001: 29) هاوارد گریشفیلد (۱۹۷۹) در مورد تاثیر محل ساختمان و استفاده بهینه از خرد اقلیم محلی در شرایط آسایش را بررسی نمود (Lashkari& Selki, 2006: 28). کارل ماهانی (۱۹۸۱) بر اساس وضعیت حرارتی روز و شب، گروه رطوبتی، نوسان ماهانه دما، و حدود آسایش دمایی شاخص های شش گانه خشکی و رطوبت را تدوین نموده و بر این اساس ویژگی های طراحی اقلیمی ساختمان را ارائه نمود (Kasmaei, 2000: 14). در ایران مرتضی کسمایی (۱۳۷٦) در کتاب «اقلیم و معماری»، با بهره‌گیری از جدول بیوکلیمای ساختمانی و بر اساس اطلاعات ٤۳ دستگاه سینوپتیک، شرایط آسایش اقلیم های مختلف ایران را با رهیافت معماری ارائه نمود. (Kasmaei, Morteza, 2000: 118-169) محمود رازجویان (۱۳۸۹) در کتاب «آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم» با بررسی موارد آسایش گرمایی و شاخص های زیست–اقلیمی ساختمانی و کاربرد

آنها دستورالعمل‌های مناسبی برای معماری همساز با اقلیم ارائه می‌نماید که در بخش راهکارها مورد توجه بوده است.(Raazjouian, 2016: 21-69) محمدرضا سلطاندوست (۱۳۹۷) در کتاب «معماری همساز با اقلیم» به روشهای متفاوت سامانه ایستا نظیر ذخیره سازی گرما، دیوار ترومب، بام استخری، فضای گلخانه، نمای دو پوسته، کلکتور خورشیدی و... برای همسازی معماری با اقلیم پرداخته است که در بخش راهکارها به برخی از آنها اشاره گردیده است. (Soltandoust, 2018: 43-105) سعید کامیابی در کتاب معماری کاربردی، رابطه کیفیت اقلیم یک منطقه در ارتباط با رضایت و آسایش ساکنان آن و فعالیت انسان در فضای باز و تیپ هوای غالب منطقه، شاخص‌های زیست اقلیمی و کاربرد آن و به‌کارگیری داده‌های هواشناسی و اقلیمی در حل مسائل عملی مختلف را بررسی می‌نماید. این کتاب با معرفی شاخص‌های زیست اقلیمی و آسایش حرارتی مثال‌های کاربردی از این شاخص‌ها را با تأکید بر داده‌های اقلیمی استان سمنان ارائه می‌دهد. این کتاب در نوع و نحوه تحلیل مولفه های اقلیمی و داده های هواشناسی با این پژوهش هماهنگی دارد. (Kamyabi, 2020: 55-228) منصوره طاهباز در کتاب دانش اقلیمی طراحی معماری، به عناصر اقلیمی، آسایش گرمایی، روشهای کنترل شرایط محیطی، معماری همساز با اقلیم و پهنه های اقلیمی پرداخته که از بابت روش کار پیشنهادی برای جمع آوری و تحلیل اطلاعات اقلیمی، تعیین جهت قرارگیری، راهکارهای معماری همسو با اقلیم روندی مشابه دارد.(Tahbaz, 2017: 31-126) از مقالات مرتبط با معماری اقلیمی کاشان می توان به مقاله سجادزاده و همکاران (۱۳۹٤) با عنوان « تاثیر گودال باغچه ها در آسایش اقلیمی ساکنان منطقه کاشان نمونه موردی خانه باکوچی» اشاره نمود که تاثیر گودال باغچه بر شرایط آسایش خانه باکوچی را بررسی نموده و نتیجه می‌گیرد که گودال باغچه راهکار موثر معماری اقلیمی برای بهبود شرایط آسایش در خانه کاشانی است. (Sajjadzadeh et al, 2014: 5) هرچند که در این مطالعه اقلیمی، مکان مشابه بوده و به شرایط آسایش پرداخته می‌شود ولی نوع شاخص‌ها و متغیرهای مستقل با این پژوهش متفاوت بوده و به همین دلیل تحلیل ها و نتایج قابل مقایسه نمی‌باشند، اما جاگیری در درون زمین و استفاده از گودال باغچه از راهکارها و نتایج پژوهش حاضر نیز می‌باشد. در پژوهشی کربلائی درئی و حجازی زاده (۱۳۹٦) در مورد بهینه سازی جهت گیری استقرار ساختمان بر اساس شرایط اقلیمی شهر کاشان، با استفاده از روش کسینوس استیونسون مقدار عددی تابش آفتاب برای جهات مختلف ساختمان را محاسبه و نتیجه می‌گیرند که جهت ۱۸۰ درجه و جنوب با دریافت ۵۳,٦ درصد از انرژی دریافتی در مواقع سرد و دریافت ٤۱,۷ درصد از کل انرژی در مواقع گرم و همچنین جهت ۱٦۵ + و ۱٦۵ – با دریافت ۵۱,۷ درصد از انرژی در مواقع سرد و ٤۳,۸ درصد از انرژی در مواقع گرم جهات مناسبی به نظر میرسند.(Karbalaei Dori& Hejazizadeh, 2017: 85) این مطالعه اقلیمی نیز، دارای شباهت در موقعیت مکانی است و به راهکار جهت گیری بنا بصورت خورشیدی پرداخته و دامنه موضوع آن محدود است، ولی پژوهش حاضر به جهت گیری بعنوان یکی از راهکارهای معماری اقلیمی در کنار سایر راهکارها پرداخته است و چون برای

جهت گیری مولفه‌های خورشید و باد را همزمان در نظر گرفته نتایج متفاوت از هم می‌باشند و جهت پیشنهادی شمال غرب–جنوب شرق می‌باشد. از دیگر پژوهش‌های انجام یافته درمورد اقلیم و معماری اقلیمی کاشان که قابل قیاس با این پژوهش است می‌توان به مقاله بیات و همکاران (۱۳۹۲) با عنوان «بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری خانه های حیاط مرکزی کاشان» اشاره نمود که در آن ویژگی‌های همساز با اقلیم خانه های سنتی کاشان مورد بررسی قرار گرفته، و سپس با استفاده از داده های سینوپتیک در یک دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۱۰–۱۹۸۱) شرایط زیست اقلیمی داخل خانه‌ها به روش های اولگی، گیونی و ماهانی با استفاده از داده های اقلیمی دسته بندی و مورد بررسی قرار گرفت، و نهایتا میزان تطابق معماری با اقلیم گرم و خشک بررسی شد. نتایج نشان داد که این خانه ها با شرایط اقلیمی بسیار سازگار بوده و چندین راهکار جهت طراحی خانه های همساز با اقلیم در این شهر ارائه گردید. (Bayat et al, 2013: 8) تمرکز این مطالعه بر شرایط زیست اقلیمی داخل خانه بوده، درحالیکه پژوهش حاضر بر تحلیل و شناخت نوع اقلیم کاشان تمرکز دارد، ولی در متغیر وابسته (راهکارهای اقلیمی برای همسازی معماری با اقلیم) با این پژوهش مشابهت دارد. نوع نتایج آن مطالعه بر اساس بیان ویژگی خانه های سنتی کاشان و نتایج این پژوهش راهکارهای کلی معماری برای همسازی با اقلیم است ولی در بخشی از نتایج مشابه می‌باشد. از دیگر پژوهش‌های قابل مقایسه با این پژوهش می‌توان به بررسی های آب و هوایی دربان و صالحی در مقاله ای با عنوان «بررسی معماری همساز با اقلیم در منازل مسکونی کاشان» اشاره نمود. در این پژوهش بررسی آماری بلند مدت (٤٧ ساله) داده های هواشناسی کاشان ١٩٦٧– ٢٠١٤ معادل ١٣٤٦ تا ١٣٩٣ در قیاس با بررسی ١٠ ساله این پژوهش که محدوده جدیدتر است(١٣٨٧–١٣٩٦) می‌تواند نشانگر تغییرات تدریجی وضعیت آب و هوایی کاشان باشد. از جمله میانگین دما از ١٩/٧ به ١٩/٤ با ٠/٣ درجه کاهش، متوسط دمای ماهانه در سردترین ماه از ٤/٨ به ٥/٧ با ٠/٩ درجه افزایش و در گرمترین ماه از ٣٤ به ٣٣/٦ با ٠/٤ درجه کاهش روبرو بوده، و تفاوت گرمترین و سردترین ماه سال بطور میانگین از ٢٩/٢ به ٢٧/٩ درجه کاهش یافته است. همچنین میانگین ماهانه رطوبت نسبی هوا از ٤٠ به ٣٧/٣ با ٢/٧ درصد کاهش و میانگین حداقل رطوبت نسبی از ٢٧ به ٢٨/٥ با ١/٥ درصد افزایش و میانگین حداکثر رطوبت نسبی از ٥٦/٤ به ٥٠/١ با ٦/٣ درصد کاهش روبرو بوده است. میانگین بیشترین ساعات آفتابی ماهانه از ٣٢٧/٥ ساعت به ٣٤٦/٣ افزایش یافته و میانگین کمترین ساعات آفتابی ماهانه از ١٦٦/٥ به ١٦٧/٣ساعت افزایش جزئی یافته ولی میانگین جمع سالانه ساعات آفتابی کاشان از ٢٩٤٢ ساعت به٢٩٥٧/٤ ساعت افزایش یافته است که این به معنی کاهش ساعت ابری است.(Darban& Salehi, 2020: 2) همچنین پژوهش معماریان و همکاران (١٣٩٦) با عنوان « بررسی چگونگی تأثیر جداره ها در کاهش مصرف انرژی در بافت مسکونی– سنتی کاشان، نمونه موردی: خانه بروجردی ها» تأثیر عمق سایه اندازها بر کیفیت فضایی در خانه بروجردیها را بررسی نموده و نتیجه می‌گیرد که تناسبات سایه اندازها نقش مهمی در میزان دریافت انرژی

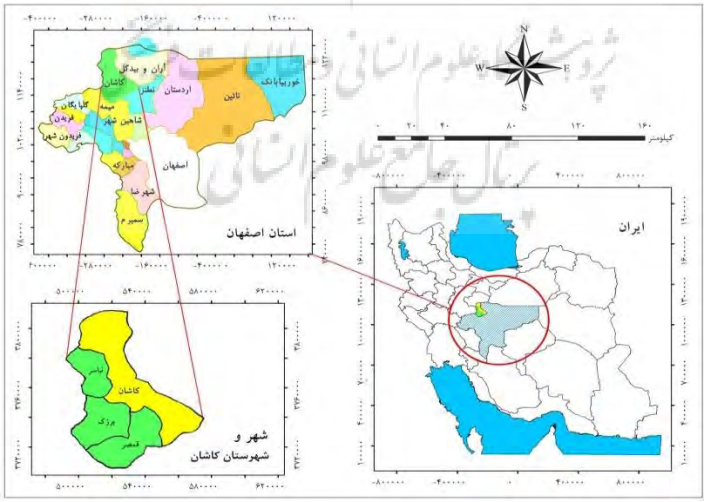
خورشیدی در خانه های ایرانی و تأمین آسایش حرارتی در آنها داشته است.(Memarian et al, 2016: 113) این مطالعه اقلیمی نیز، دارای موقعیت مکانی مشابه بوده و به یک حالت از راهکار سایه اندازی جهت هماهنگی معماری با اقلیم می پردازد بنابراین نوع پژوهش با دامنه موضوعی بسیار محدود است، ولی در پژوهش حاضر راهکارها گستردگی بیشتری دارد. فتاحی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهش «نقش عوامل اثرگذار بر احتمال بروز آسایش حرارتی در بافت تاریخی کاشان» بیان می‌دارند بروز آسایش حرارتی با دو روش صورت می‌گیرد: اول هماهنگی با محدوده آسایش حرارتی در فضاهای باز و دوم بر اثر سوابق ذهنی افراد. و نتیجه می‌گیرند افرادی که با آمادگی ذهنی از شرایط اقلیمی کاشان به آن محیط می‌روند از احساس آسایش بیشتری برخوردار می‌گردند. (Fattahi et al, 2019: 127) در این مطالعه مولفه‌های آسایش حرارتی کاشان را در کنار توقع و پیشینه ذهنی افراد از اقلیم کاشان قرار داده و تاثیر این دو متغیر را بر درک نهایی سنجیده است. هرچند این پژوهش از بابت مکان و بررسی آسایش حرارتی با این پژوهش دارای مشابهت است، اما نوع متغیرهای مستقل آن متفاوت و غیر قابل مقایسه با این مطالعه می‌باشد. در پژوهش فرناد و همکاران (۱٤۰۱) با عنوان « بررسی همبستگی جهت قرارگیری بنا و جبهه ها در خانه های قاجاری کاشان» نتیجه می‌گیرد که بین تغییر تدریجی جهت بنا و تغییر در تعداد یا موقعیت جبهه ها همبستگی معنی داری وجود ندارد، اما همه خانه ها دارای جبهه شمالی و جنوبی هستند. و اکثریت بناها دارای جهت گیری شمال غربی- جنوب شرقی بوده و دارای جبهه شرقی می‌باشند.(Farnad et al, 2022: 8)

مواد و روش‌ها

این پژوهش کاربردی و روش تحقیق توصیفی تحلیلی است. محدوده مکانی مطالعه شهر کاشان و محدوده زمانی آن ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۸ میلادی برابر با ۱۳۸۵ تا ۱۳۹٦ شمسی است. پژوهش با بررسی منابع مکتوب در حوزه مشخصات اقلیمی کاشان و آمار دوازده ساله اداره هواشناسی کاشان به تحلیل متغیر های مستقل عرض جغرافیایی، عوارض طبیعی، دما، رطوبت، بارش، تابش، باد پرداخته تا به ارائه راهکارهای طراحی همسو با اقلیم بعنوان متغیر وابسته بپردازد. پیشبرد فرآیند پژوهش و اجرای آن در سه گام صورت گرفته است: گام نخست مشخصات جغرافیایی و عوارض طبیعی کاشان و سوابق پژوهشی کارشناسان در این خصوص از طریق منابع مکتوب و اطلاعات ماهواره ای به دست آمده. در گام دوم، اطلاعات به دست آمده مورد تحلیل قرار گرفته و نیازهای طراحی همسو با اقلیم شناسایی گردید. در گام سوم در جهت بهبود پایداری معماری (خصوصا مسکن) در شهر کاشان راهکارهای بهره گیری بیشتر از انرژی های تجدید پذیر و صرفه جویی در مصرف سوخت فسیلی ارایه گردید

محدوده مورد مطالعه

کاشان شهری است تاریخی و یکی از شهرستان های شمال استان اصفهان. این شهر در ۲۲۰ کیلومتری جنوب تهران، ۹۰ کیلومتری قم، و ۲۰۰ کیلومتری شهر اصفهان واقع است. (شکل شماره٤) مساحت این شهر حدود ۸٦۰۸۲ هکتار (Shamai et al, 2020: 116) و در سرشماری نفوس و مسکن سال ۱٤۰۰ جمعیت شهرستان کاشان ٤۰۷۵۰۰ نفر برآورد شده است (amar.org.ir) شهرستان کاشان از ٤ بخش کاشان، برزک، قمصر و نیاسر تشکیل شده و شهر کاشان مرکز آن است. (Karbalaei Dori& Hejazizadeh, 2017: 88) بررسی های باستان شناسی در تپه سیلک نشان می دهد که سابقه سکونت در این منطقه به ٤۲۰۰ سال پیش از میلاد برمی گردد. (Mohammadi& Mokhtari, 2018: 6) و از زمان سیلک تا حدود عصر سلاجقه در سکوت منابع و گزارش های تاریخی فرو رفته است. (Mehdizadeh, 2018: 47) "در دورهٔ سلجوقی، ساختار منسجمی از گذرها و محلات را شامل می شده که درون حصار قرار گرفته بودند." (Jihani et al, 2018: 84) در اواخر دوران زندیه سه زلزله مهیب شهر را به ویرانی می کشد و در زمان قاجار شهر مجددا بنا می گردد. "بعد از زلزله سال ۱۱۹۱ تمام خانه های کاشان تخریب گردید حاکم وقت نسبت به بازسازی و مرمت آنها و ابنیه جدید اقدامات موثری انجام داد." (Rahbari, 2017: 1) محدودهٔ محلات قدیمی که بخش اعظم محدودهٔ بافت قدیمی شهر کاشان را نیز شامل می شود دارای مساحت ٤۸۲/۵ هکتار است(Kashan Old Texture Planing, 2010 :3). از سال ۱۳۰۰ تحولاتی در ایران آغاز شد که که موجب توسعه روند شهرنشینی و ورود به مرحله شهر نشینی سریع رسید. (Haeri et al, 2004: 15) و کاشان به سرعت گسترش یافت و به چهره شهری خود نزدیک شد.



شکل٤. موقعیت شهر کاشان در کشور و استان و شهرستان

Fig 4. The location of Kashan in the country and province

Source: storegis.com

یافته‌های تحقیق

محاسبه انرژی تابشی

برای محاسبه Q (مقدار انرژی تابشی روزانه بر هر متر مربع) به ترتیب n (مقدار ساعات تابش واقعی روزانه) و N (مقدار ساعات تابش ممکن روزانه) را بدست آورده و نهایتا از طریق فرمولی که در ادامه آمده است آنرا محاسبه می نمائیم. برای محاسبه مقدار ساعات تابش ممکن روزانه(N) مطابق جدول شماره ۸، طول روز میانی ماه میلادی را در تقویم خورشیدی در نظر می گیریم.

جدول ۸ محاسبه (N) مقدار ساعات تابش ممکن روزانه

Table ۷. Calculation (N) Amount of hours of possible daily sunlight

Source: http://azoon.ir

	۱۶ دسامبر	۱۵ نوامبر	۱۶ اکتبر	۱۵ سپتامبر	۱۶ آگوست	۱۶ ژوئیه	۱۵ ژوئن	۱۶ می	۱۵ آوریل	۱۶ مارس	۱۴ فوریه	۱۶ ژانویه
طلوع آفتاب	۰۶/۵۸	۰۶/۳۳	۰۶/۰۸	۰۶/۴۷	۰۶/۲۷	۰۶/۰۷	۰۵/۵۵	۰۶/۰۴	۰۶/۳۴	۰۶/۱۵	۰۶/۴۸	۰۷/۰۵
غروب آفتاب	۱۶/۵۹	۱۷/۰۳	۱۷/۳۰	۱۹/۱۰	۱۹/۴۷	۲۰/۱۲	۱۲/۲۰	۱۹/۵۶	۱۹/۳۳	۱۸/۱۰	۱۷/۴۸	۱۷/۲۱
مدت تابش به ساعت(N)	۱۰/۰۱	۱۰/۵	۱۰/۳۶	۱۲/۳۸	۱۳/۳۳	۱۴/۰۸	۱۴/۲۸	۱۳/۸۶	۱۲/۹۸	۱۱/۹	۱۱/۰۰	۱۰/۲۶

برای محاسبه n حداقل، متوسط و حداکثر ساعات تابش واقعی ماهانه با استفاده از جدول شماره ۵ مقادیر عددی برای هر ماه طی ۱۰ سال در نظر گرفته شده (جدول ۹) و بر آن اساس مقدار انرژی تابشی معین می گردد. (جدول ۱۰)

جدول۹. حداقل، متوسط و حداکثر ساعات تابش واقعی ماهانه

Table 8. Minimum, average and maximum hours of actual monthly radiation (based on Table 4)

	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
حداقل ساعات تابش	۱۳۲/۳	۱۴۴/۰	۲۴۸/۴	۲۸۰/۳	۳۳۵/۳	۳۱۷/۶	۳۱۰/۹	۲۸۴/۳	۱۷۴/۹	۱۵۱/۴	۱۵۷/۳	۱۵۶/۰
متوسط ساعات تابش	۱۶۶/۲	۱۹۸/۶	۲۷۵/۵	۳۰۶/۹	۳۴۴/۶	۳۴۶/۸	۳۴۱/۴	۳۰۶/۵	۲۴۳/۶	۲۲۳/۶	۲۰۱/۳	۱۸۲/۲
حداکثر ساعات تابش	۲۱۴/۳	۲۳۴/۳	۲۹۹/۶	۳۱۷/۴	۳۵۸/۴	۳۶۸/۷	۳۵۶/۴	۳۴۴/۰	۲۷۸/۱	۲۶۷/۰	۲۶۳/۱	۲۱۷/۰

جدول۱۰. محاسبه حداقل، متوسط و حداکثر تابش برای ماه های مختلف

Table 9. Calculation of minimum, average and maximum radiation for different months

	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
حداقل ساعات تابش	۱۳۲/۳	۱۴۴/۰	۲۴۸/۴	۲۸۰/۳	۳۳۵/۳	۳۱۷/۶	۳۱۰/۹	۲۸۴/۳	۱۷۴/۹	۱۵۱/۴	۱۵۷/۳	۱۵۶/۰
تعداد روزهای ماه	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱	۲۸	۳۱
حداقل ساعت تابش در روز	۴/۲۷	۴/۸۰	۸/۰۱	۹/۳۴	۱۰/۸۲	۱۰/۲۵	۱۰/۳۶	۹/۱۷	۵/۸۳	۴/۸۸	۵/۶۲	۵/۰۳
متوسط ساعات تابش	۱۶۶/۲	۱۹۸/۶	۲۷۵/۵	۳۰۶/۹	۳۴۴/۶	۳۴۶/۸	۳۴۱/۴	۳۰۶/۵	۲۴۳/۶	۲۲۳/۶	۲۰۱/۳	۱۸۲/۲
تعداد روزهای ماه	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱	۲۸	۳۱
متوسط ساعت تابش در روز	۵/۳۶	۶/۶۲	۸/۸۹	۱۰/۲۳	۱۱/۱۲	۱۱/۱۹	۱۱/۳۸	۹/۸۹	۸/۱۲	۷/۲۱	۷/۱۹	۵/۸۸
حداکثر ساعات تابش	۲۱۴/۳	۲۳۴/۳	۲۹۹/۶	۳۱۷/۴	۳۵۸/۴	۳۶۸/۷	۳۵۶/۴	۳۴۴/۰	۲۷۸/۱	۲۶۷/۰	۲۶۳/۱	۲۱۷/۰
تعداد روزهای ماه	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱	۲۸	۳۱

حداکثر ساعات تابش در روز	٦/٩١	٧/٨١	٩/٦٦	١٠/٥٨	١١/٥٦	١١/٨٩	١١/٨٨	١١/١٠	٩/٢٧	٨/٦١	٩/٤٠	٧/٠٠
بر اساس فرمول (N : n max × 36(0/24+0/52 نتایج زیر حاصل میگردد												
حداقل تابش Qmax	٥/٣٦	٦/٦٢	٨/٨٩	١٠/٢٣	١١/١٢	١١/١٩	١١/٣٨	٩/٨٩	٨/١٢	٧/٢١	٧/١٩	٥/٨٨
متوسط تابش Qmax	١٨/٦٧	٢٠/٤٤	٢٣/٢٨	٢٤/١١	٢٤/٢٥	٢٣/٥١	٢٣/٥٦	٢٢/٠٠	٢٠/٣٥	١٩/٩٩	٢٠/٨٧	١٩/٣٦
حداکثر تابش Qmax	٢١/٥٧	٢٢/٥٦	٢٤/٥٧	٢٤/٦٤	٢٤/٨٨	٢٤/٤٥	٢٤/٢١	٢٣/٦٣	٢٢/٠١	٢٢/١٩	٢٤/٦٣	٢١/٤١

سپس با استفاده از فرمول زیر Q کاشان محاسبه می گردد. در این فرمول Qs (عدد خورشیدی) معادل ٣٦ می باشد.

فرمول Q: $Q / Qs = 0{,}29 (\cos lat) + 0{,}52n/N \rightarrow Q/36 = 0{,}29(\cos 33{,}3) + 0{,}52n/N$

فرمول Q کاشان: $Q = 36 (0{,}24 + 0{,}52n/N)$

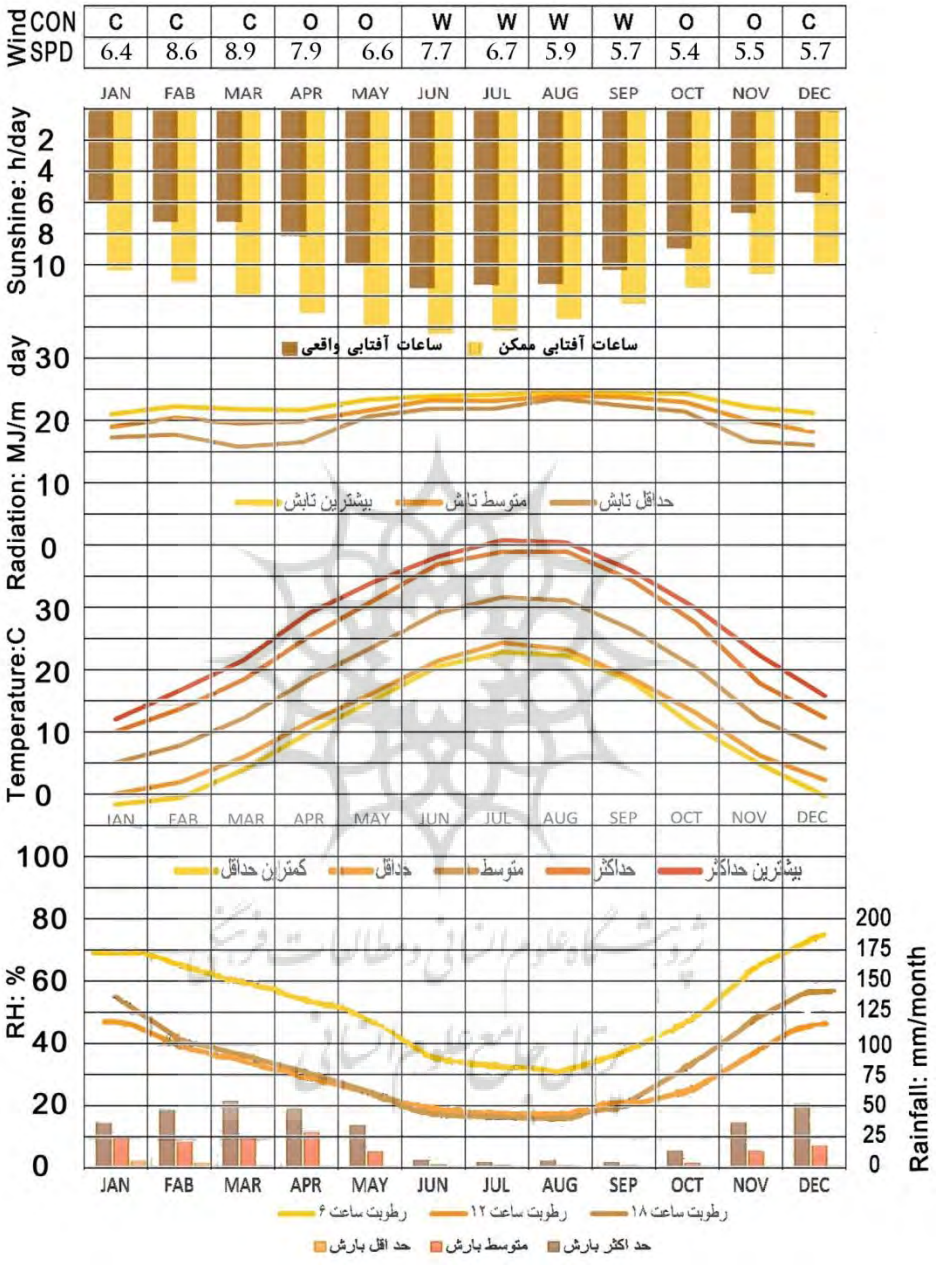
جدول مخلوط

در جدول شماره ١١، مجموعه داده‌های آب و هوایی دوازده ساله ٢٠٠٨– ٢٠١٩ (١٣٨٧–١٣٩٨) بصورت نمودار و یا مقدار عددی ارائه گردیده که از کنارهم قرار گرفتن آنها امکان تحلیل فراهم می گردد. موضوعات ذکر شده در جدول به ترتیب از پائین به بالا شامل: مقدار بارش (حداکثر، متوسط و حداقل)، رطوبت نسبی (ساعات ٦ صبح، ١٢ ظهر و ١٨ عصر) دمای هوا (کمترین حداقل، متوسط حداقل، متوسط، متوسط حداکثر و حد اکثر)، مقدار تابش (بیشترین تابش، متوسط تابش و حد اقل تابش)، مقدار ساعات آفتابی ممکن و واقعی، سرعت باد غالب و دمای باد غالب می باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱۱. جدول مخلوط

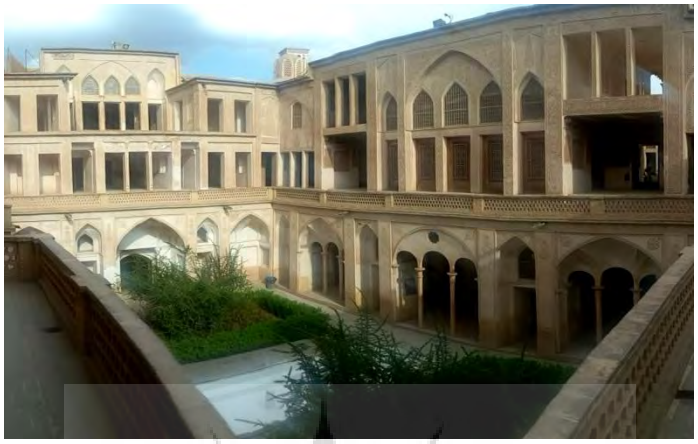
Table 10. Mixed table



تحلیل اطلاعات جدول

مقدار بارش بسیار کم بوده و در چهار ماه ژوئن تا اکتبر (خرداد تا مهر) نزدیک به صفر است (تابستان خشک) و در ماههای نوامبر تا ژوئن (آبان تا اواخر اردیبهشت) که بارش بیش از سایر ماهها است، بارش متوسط بین ۱۲ تا ۲۸ میلیمتر است. به همین دلیل کاشان شهری خشک با پوشش گیاهی طبیعی تُنُک است و در معماری سنتی از راهکار فرو رفتن در

زمین و استفاده از گودال باغچه (برای کاهش دریافت انرژی تابشی و نزدیک شدن به آب قنوات) و در باغچه‌ها از بوته-ها و درختچه های خشکی پسند نظیر انار و انجیر استفاده می‌شده است. (شکل ۵)



شکل۵. خانه عباسیان – راهکار گودال باغچه و استفاده از درختچه های خشکی پسند

Fig 5. Abbasian house – The garden pit solution and the use of drought-friendly shrubs

Source: Authors: ١٤٠٠

برخلاف میزان بارش کم و در برخی ماهها تقریبا صفر، وضعیت رطوبت نسبی چندان پائین نیست. کمترین رطوبت نسبی مربوط به نمودار ساعت ۱۲ ظهر، و نزدیک به آن، ساعت ۱۸ عصر می باشد. ولی نمودار رطوبت نسبی در ساعت ٦ صبح مقدار قابل توجهی درصد رطوبت بیشتری را نشان می دهد، به نحوی که متوسط رطوبت نسبی ساعت ۱۲ برابر ۲۸/۵ درصد و ساعت ۱۸ برابر ۳۳/۵ درصد ولی متوسط رطوبت نسبی ساعت ٦ صبح برابر ۵۰/۱ درصد است. (حدود۲۰ درصد بیشتر) . دلایل رطوبت نسبی مناسب در قیاس با بارش کم را باید در موقعیت جغرافیائی و قرار گیری نزدیک بدنه کوه، چشمه ها و قنوات متعدد و حوض‌های بزرگ و کم عمق در خانه‌ها که با آب آنها پر میشده، باغها و زمینهای کشاورزی دانست که در اثر گرمای روز، با تبخیر و تعریق مقدار رطوبت هوا را افزایش می دهند. (شکل٦) با توجه به نمودارها در می یابیم که بجز ماه های می تا اکتبر (اردیبهشت تا اواخر مهر)، سایر ماه ها رطوبت نسبی در ساعات مختلف مطلوب و حتی در عصر و شب ماه های آبان تا اسفند مابین ۵۰ تا ۷۵ درصد می باشد. رطوبت نسبی در طول مدت شب با خنک شدن بدنه و زمین بوسیله باد موسمی کوه به دشت (از شمال شرق و شمال در ماههای مختلف) تا ساعت ٦ صبح رو به افزایش گذاشته و به تدریج با بالا آمدن خورشید و گرم شدن زمین و بدنه و محیط این رطوبت کاهش می یابد.

با بررسی نمودار دما متوجه میشویم که بازه دمائی متوسط ماهانه کاشان مابین ۵ تا ۳۳ درجه بوده و حداکثر دمای متوسط ماهانه آن ٤٠/٩ و حداقل تقریبا صفر است. بنا بر این تدابیر زیستی برای هر دو جنبه سرمایش و گرمایش لازم ولی مشکل گرما از اهمیت بیشتری برخوردار است. با مقایسه نمودارهای دما و رطوبت و بارش در می یابیم که در شهر

کاشان افزایش دما در ماههای گرم با مقدار بارندگی نسبت عکس داشته و با گرمای هوا و کاهش بارش، رطوبت نسبی نیز کاهش می یابد و هماهنگی تغییرات سینوسی بین این سه موضوع کاملا مشهود است.

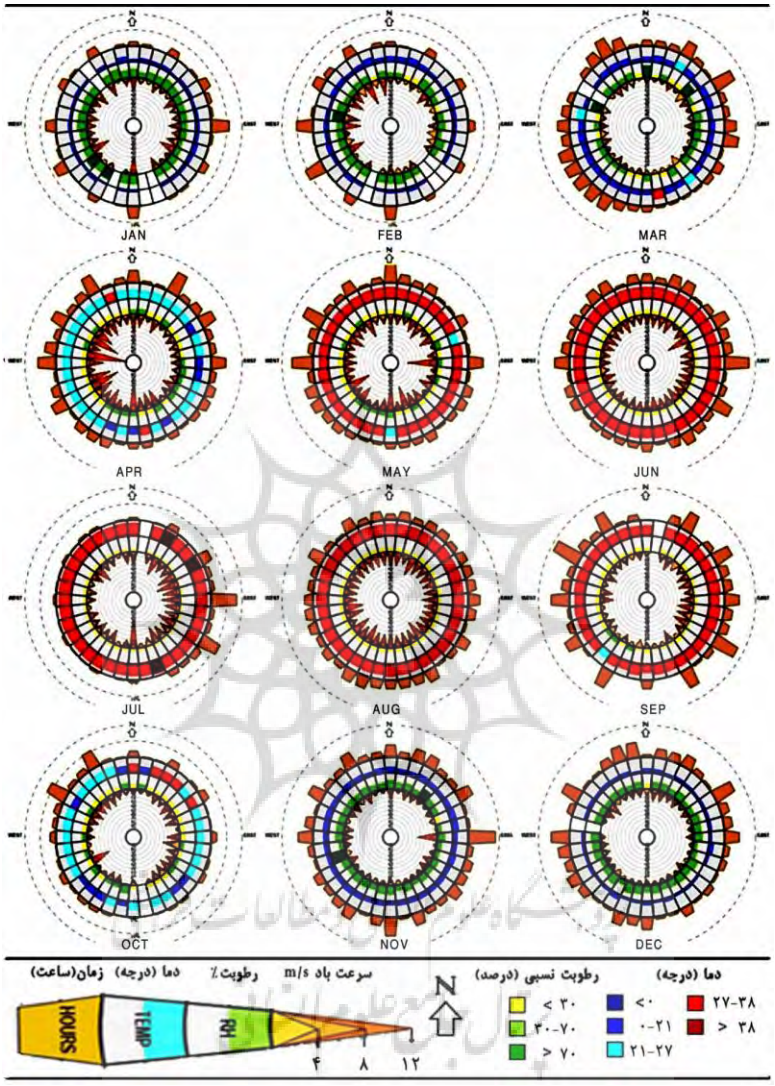
شکل٦. خانه منوچهری – ساخت حوض بزرگ و کم عمق برای بالا بردن رطوبت در حیاط مرکزی

Fig 6. Manochehri House - make a large and shallow pond to raise the humidity in the courtyard
Source: Authors: 1401

در نمودار سه منحنی تابش حداقل، متوسط و حد اکثر در ماههای ژوئن تا اوایل سپتامبر(خرداد تا شهریور) تقریبا بر هم منطبق می باشند و دلیل آن فقدان بارندگی و آسمان بدون ابر است که شرایط تابش نسبتا ثابتی در طول روز بوجود آورده است. ولی از سپتامبر تا اواخر می(شهریور تا اخرداد) با فاصله گرفتن این سه محور شاهد آسمان ابری و بارش بوده و کاهش انرژی به میزان تقریبی ۵ مگاژول بر متر مربع در ماه های آبان تا آخر فروردین نشانه کم شدن طول روز و شدت آفتاب است. از نمودار ساعات آفتابی ممکن و واقعی نتیجه می گیریم که روزهای ابری در ماههای سرد بیشتر از ماههای گرم بوده و کاشان تابستان خشک است. ولی در تمامی ماهها حضور ابر دیده می شود که این موضوع به دلیل وجود لبه کوهستانی در غرب کاشان و یا ابر و بارندگی و ... این دو مقدار متفاوت است.

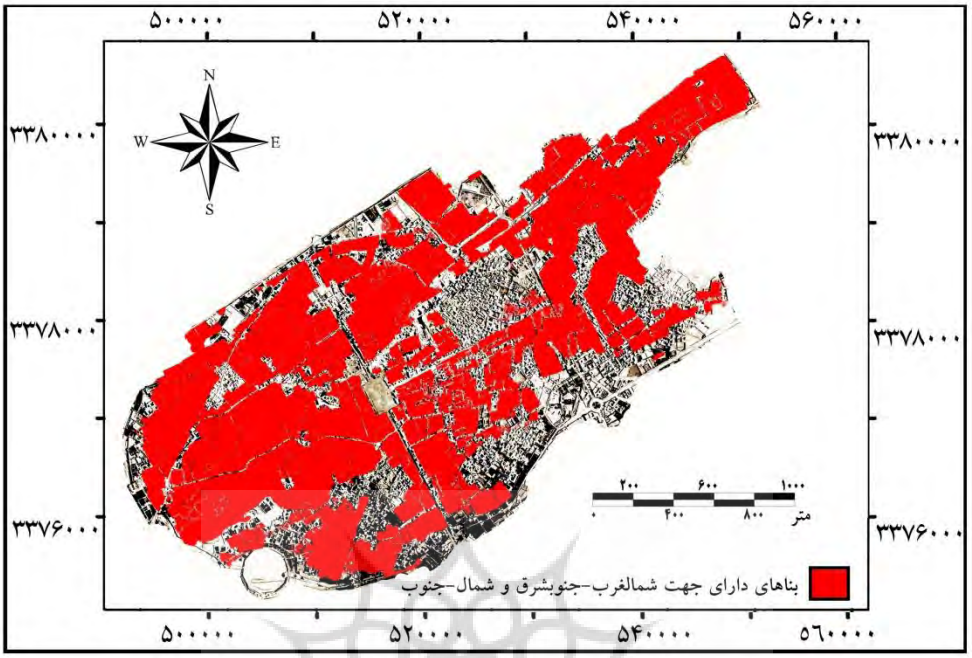
باد های غالب کاشان عمدتا در فصل بهار شمال غربی، تابستان و پائیز شمال شرقی و زمستان غربی هستند. با نگاهی به جهت بادهای متفاوت (جداول شماره ۵ و ٦ و شکل۷) متوجه می شویم بادهای غالب سرد فصل زمستان (باد نامناسب) بیشتر از جنوب غرب می وزند و بادهای تابستانی (باد مناسب) از شمال شرق و شمال می آیند. (در کاشان به باد خصوصا باد خنک ماه های گرم «شِمال» گفته می شود و بجای لفظ باد می آید از «شِمال می آید» استفاده می کنند) اهمیت بادها برای فصل تابستان در شهر کاشان به حدی است که زاویه قرارگیری خانه ها (رون) را کاملا تحت تاثیر

خود قرار داده و کشیدگی حیاط مرکزی خانه های سنتی در جهت شمال غربی–جنوب شرقی (رون اصفهان) یا شمال–جنوب است. (شکل ۸) همچنین جهت بادگیرها موید وجود کانالهای معین جریان باد می باشند.



شکل۷. گلبادهای ماهیانه

Fig 7. Monthly windroses
Source: Kashan Energy Plus Weather file



شکل۸ بافت قدیم کاشان- در مناطق قرمز رنگ بناها باجهت شمالغربی-جنوب شرقی و یا شمال-جنوب قرار دارد

Fig 8. The old Kashan - buildings in the northwest-southeast or north-south orientation
Source: Authors: 1401

تعیین نوع اقلیم کاشان با رهیافت دومارتن و کوپن

طبقه بندی اقلیمی دومارتن (De Martonne) روشی برای تعیین اقلیم یک منطقه براساس درجه حرارت و بارندگی سالانه است و بر مبنای شاخص خشکی (Aridity Index) بنا نهاده شده است. در این روش با استفاده از فرمول « I= P/ T+10» نوع اقلیم تعیین می‌گردد. در این فرمول I شاخص خشکی، P میانگین بارش سالانه بر حسب میلیمتر و T متوسط درجه حرارت سالانه بر حسب درجه سانتیگراد می‌باشد. (Khamchin Moghadam & Rezaee Pajand, 2009: 95) با توجه به جداول شماره ۱ و ۲: I = 11.75 / 19.4+10 و در نتیجه: I = 0.39 پس با توجه به جدول شماره ۱۲ شهر کاشان در طبقه بندی اقلیم خشک قرار می‌گیرد .

جدول۱۲. تعیین نوع اقلیم با روش دومارتن بر اساس شاخص خشکی

Table 11. Determining the type of climate by the De Martonne method based on the aridity index

شاخص خشکی	<۱۰	۲۰-۱۰	۲۴-۲۰	۲۸-۲۴	۳۵-۲۸	>۳۵
نوع اقلیم	خشک	نیمه خشک	مدیرانه ای	نیمه مرطوب	مرطوب	بسیار مرطوب

طبقه بندی اقلیمی کوپن (Koopen) بر پایه این اصل است که گیاهان بومی بهترین شاخص اقلیم هستند و مرزهای اقلیمی مناطق با نوع پوشش گیاهی آنها مشخص شده است. این سیستم ترکیبی از میانگین دمای سالانه و ماهانه و بارش و فصلی بودن بارش می باشد. بر اساس این روش اگر در فصل تابستان میانگین بارش ماهانه (P) بر اساس سانتیمتر

کمتر از میانگین دما (T) بعلاوه ۱٤ باشد، و در فصل زمستان P کوچکتر از T و در سایر مواقع P کوچکتر از T بعلاوه ۷ باشد اقلیم خشک محسوب می‌گردد و در گروه B قرار می‌گیرد. (جدول شماره ۱۳). .(Peel et al, 2007:1633-1634)

جدول۱۳.ویژگی اقلیم خشک در روش کوپن بر اساس میانگین بارش (سانتیمتر) و دما (سانتیگراد) سالهای ۲۰۰۸- ۲۰۱۹ (۱۳۸۷-۱۳۹۸)

Table 12. Characteristic of dry climate in Koopen method based on rainfall (mm) and temperature (C) for the years 2008-2019

	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژوئیه	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
میانگین بارش(P)	۱/٦۹	۱/۲۳	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۱	۱/۱۹	۲/۷۸	۲/۳۳	۱/۹۸	۲/٤٦
میانگین دما (T)	۷/۰	۱۱/۷	۲۰/٤	۲۷/۰	۳۲/۳	۳۳/٦	۳۱/۰	۲٤/۲	۱۹/٤	۱۲/۵	۸/۵	۷/۵
ویژگی اقلیم خشک	P < T+7			P < T+14			P < T+7			P < T		

با توجه به جدول ۱٤ اقلیم کاشان دارای نشانه BWhsa است و آب و هوای گرم و بیابانی دارد. . (Peel et al, 2007:1636)

جدول ۱٤. شناسایی اقلیم کاشان به روش کوپن

Table 13. Identification of Kashan climate by Koopen method

ویژگی	نشانه ۱	نشانه ۲	نشانه ۳	نشانه ٤	نشانه ۵
اقلیم خشک بر اساس جدول ۱۳	B				
به دلیل کویری و دشت بودن		W			
چون متوسط دمای سالانه بیش از ۱۸ درجه سانتیگراد است (٤/ ۱۹)			h		
به دلیل خشکی در تابستان و بارش در زمستان یعنی حداقل سه برابر بارش در پر بارش ترین ماه زمستان (۲٤/٦ میلیمتر در ژانویه) نسبت به خشک ترین ماه تابستان (۰/۳میلیمتر سپتامبر)				s	
دمای گرم‌ترین ماه سال از ۲۲ درجه سانتیگراد بیشتر است (۳۲/٦ درجه سانتیگراد در جولای)					a

نتیجه‌گیری ودستاورد علمی و پژوهشی

هدف از این تحقیق بررسی و شناخت مولفه‌های اقلیم کاشان جهت ارائه راهکارهای طراحی خانه همسو با اقلیم است که موجب کاهش مصرف سوختهای فسیلی و جایگزینی انرژی‌های تجدید پذیر گردد. این پژوهش کاربردی و روش تحقیق توصیفی تحلیلی است. محدوده مکانی مطالعه شهر کاشان و محدوده زمانی آن ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۸ شمسی است. در مقایسه با پژوهش دربان و صالحی با محدوده زمانی ۹۳-۱۳٤٦ (۲۰۱٤-۱۹٦۷) این تغییرات مشاهده شد: میانگین دما ۰/۳ درجه کاهش، متوسط دمای ماهانه در سردترین ماه ۰/۹ درجه افزایش و در گرمترین ماه ۰/٤ درجه کاهش، تفاوت گرمترین و سردترین ماه سال بطور میانگین ۲/۲ درجه کاهش داشته است. میانگین ماهانه رطوبت نسبی هوا یک درصد کاهش و میانگین حداقل رطوبت نسبی ۱/۵ درصد افزایش و میانگین حداکثر رطوبت نسبی ٤ درصد کاهش است. میانگین بیشترین ساعات آفتابی ماهانه ۱۹/۳ ساعت افزایش و میانگین کمترین ساعات آفتابی ماهانه ۰/۳ساعت تقلیل جزئی یافته است ولی میانگین جمع سالانه ساعات آفتابی کاشان ۱۵/٤ ساعت (نیم درصد) افزایش یافته است. و در مجموع می‌توان گفت کاشان از نظر متغیرهای حداکثر دما، حداقل دما و رطوبت نسبی، تا حدی به اعتدال نزدیک شده است.

مشخصات ویژه اقلیم کاشان:

- باد مناسب شمال غربی در تابستان و باد مزاحم جنوب غرب در زمستان
- طوفان و باد های توام با شن و خاک از سمت شرق (۷۰ تا ۱۰۰ درجه نسبت به شمال)
- زمستان نه چندان سرد، تابستان داغ (متوسط دمای سالانه صفر تا ٤٠ درجه)
- بارندگی اندک در ماههای نوامبر تا ژوئن(آبان تا خرداد) با متوسط ۱۷ میلیمتر و سایر ماهها بارندگی ناچیز.
- رطوبت نسبی ٦ صبح در ماههای آوریل تا اکتبر (فروردین تا مهر) ۳۱ تا ۵۱ ٪ و از اکتبر تا آوریل ٥٦ تا ۷۳ ٪
- رطوبت نسبی ظهر در ماههای آوریل تا اکتبر ۱۵ تا ۲۸ ٪ و از اکتبر تا آوریل ۲۹ تا ٤٨ ٪
- رطوبت نسبی ٦ عصر در ماههای آوریل تا اکتبر ۱۵ تا ۳۵ ٪ و از اکتبر تا آوریل ۳٦ تا ۵۷ ٪
- آب و هوای گرم و خشک درتابستان، سرد و خشک در زمستان
- پوشش گیاهی طبیعی تنک (بصورت بوته و درختچه)
- نوع اقلیم BWhsa با رویکرد کوپن

راهکارها

- از نظر خورشیدی با توجه به سایه اندازی محدوده ۳۰ تا ٦٠ درجه نسبت به جنوب مناسب است، ولی از نظر باد قرارگیری شمال غربی – جنوب شرقی (حدود ۳۵ درجه با جنوب) برای دریافت باد مطلوب کاشان توصیه می‌گردد.
- ارتفاع بنا از زمین حداکثر سه طبقه و نزدیکی به بناها مجاور از شرق و غرب برای استفاده از سایه اندازی و حفظ انرژی.
- پنجره های بزرگ در شمال غرب و پنجره های متعدد کوچک و بلند (با نسبت حدودی ۱ به ۲) و با تونشست حدود ۱/٤ عرض آن (برای تقویت باد و کنترل آفتاب).
- با توجه به نمودار خورشیدی کاشان سایبان برای پنجره های رو به آفتاب با طول حدود ۰/٤ ارتفاع پنجره.
- مشبک برای پنجره های آفتابگیر با عمق ۰/۲۵ نسبت به دهانه چشمه ها (بجای سایبان و تونشست).
- حتی المقدور عدم استفاده از پنجره رو به شرق و در صورت ضرورت عمودی باشد. (نسبت ۱ به ٤). به دلیل طوفان شرقی داغ همراه با شن و خاک و نور نامناسب.
- استفاده از پنجره های عایق مانند دو جداره، ترمال برک، شیشه کم گسیل.
- کاهش دمای بدنه آفتابگیر: نمای دو پوسته، مصالح رنگ روشن یا براق یا عایق، پوشش گیاهی.
- کاهش دمای بام: بام خنک، بام سبز، مصالح رنگ روشن، عایق حرارتی انعکاسی، بام دو پوسته.

- استفاده از حیاط عمیق (گودال باغچه) یا جاگیری درون زمین برای تعدیل دمایی در تابستان و زمستان.
- استفاده از حوض با سطح گسترده نسبت به عمق، در حیاط جنوبی برای تامین رطوبت تابستان.
- پیشنهاد کاشت داخل حیاط: انواع گیاه با تعریق زیاد جهت تامین رطوبت هوا، همچنین درختانی که در زمستان برگ می ریزند برای تامین سایه در تابستان و آفتاب در زمستان.
- پیشنهاد کاشت گیاهان خشکی پسند در اطراف پنجره ها.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

References

Bagh-e-Andisheh Consulting Engineers. (2010). Kashan Old Texture Planing, Isfahan Province Housing and Urban Development Organization. Esfahan. (In Persian)

Bayat, Z., Khodakarmi, J., Nasrallahi, N., and Nasrallahi, F. (2013). Investigating the effect of climate elements on the architecture of houses in the central courtyard of Kashan, the second national conference on climate, building and optimizing energy consumption, Isfahan: 1-11(In Persian)

Del Zende, A., Sohameh, S., Sharifian, A., and Zarabadi, M. (2017). Application of thermal comfort indices in architectural design, Islamic Azad University of Ghazvin, First edition, Ghazvin.

Derban, A., and Salehi, S. S. (2020). Investigation of climate-friendly architecture in Kashan residential houses. Journal of Architecture. 3(14): 7-13 (In Persian)

Espanani, A. A. (2001). Climatic Capabilities of Indigenous Architecture, A Case Study of Kish Island, Peyk-E-Noor, 2(2): 84-100 (In Persian)

Farnad, F. KamranKasmaee, H., Khakzand, M., and Memarian, G. (2022). Evaluation of the correlation between the orientation and sides in Qajar houses of kashan, Creative city design, 5(2): 1-10 (In Persian)

Fatahi, K., Nasrallahi, N., Ansari Menesh, M., Khodakarmi, J., and Omranipour, A. (2019). The role of influencing factors on the probability of occurrence of thermal comfort in the historical context of Kashan, scientific journal of hot and dry climate architecture. 8(12): 127-146 (In Persian)

Haeri Mazandarani, M. R., Etemad, G., and Hesamian, F. (2004). Urbanization in Iran, Fourth Edition, Agah Publications, Tehran. (In Persian)

Iravani, H., Rahimi Ariaei, A., and Barati Ghahfarokhi, S. (2014). A Study of the Role of Wind in Urban Planning and Indigenous Architecture of Yazd and Kashan, The third international conference on new approaches in energy conservation, Tehran: 1-17 (In Persian)

Jafari. A. (2005). Gita shenasi-e-Iran, Mountains of Iran, 3rd edition, Tehran. (In Persian)

Jihani, H., Mashhadi Nooshabadi, M., Farhadivand, A., and Qalandari, Z. (2018). Golcheghaneh Shrine of Kashan, A Study of Architectural Features and Its Historical Evolution, Kashan Research Journal, 12(1): 81-114 (In Persian)

Kamyabi, S. (2020) Functional Climate, Islamic Azad University of Semnan, First Edition, Semnan.

Karbalaei Dori, A., and Hejazizadeh, Z. (2017). Optimization of building orientation in Kashan city based on climatic conditions, Geographical studies of arid regions, 7(27): 85-103 (In Persian)

Kasmaei, M. (2000). Climate and Architecture, Iran Housing Company, First Edition, Tehran. (In Persian)

Khamchin Moghadam, F. and Rezaee Pajand, H. (2009). Criticism of De Martonne's climatology method for maximum daily rainfall in Iran, The help of the method of linear moments, 2(2): 93-103 (In Persian)

Khosravi, A. (1997). Analysis of Kashan winds and applying its results in stabilizing quicksands, Conference on Geographical Research and Capabilities in Construction, University of Tehran, Tehran: 27-33 (In Persian)

Lashkari, H., and Selki, H. (2006). Optimization of Orientation of Free Spaces in Saqez City Based on Climatic Conditions, Quarterly Journal of Natural Geography, 1(3): 27-41 (In Persian)

Mehdizadeh, M. R. (2018). The sound of water foot on the ancient history of Kashan, Kashan Research Journal, 12(22): 33-54 (In Persian)

Memarian, G., Madahi, S. M., Aeeni, S., and Abdulahi, A. (2016). Investigating the effect of walls in reducing energy consumption in the residential-traditional context of Kashan, case study: Boroujerdi House, Arman Shahr Architecture, 10(21): 113-124 (In Persian)

Kiani, M. Y. (1989). Cities of Iran, Ministry of Culture and Islamic Guidance ,Tehran. (In Persian)

Mohammadi, E., and Mokhtari, M. (2018). A Study of the Impact of Traditional Architecture on Contemporary Architecture with a Look at the Architecture of Kashan, Architecture, 1(2): 5-10 (In Persian)

Mahdavinejad, M., Doroodgar, A., and Mashayekhi, A. (2012). Utilization of Wind Power as a Renewable Energy in Asbads, Case of Iran, Sistan, Advanced Materials Research, 3(440): 1141-1145

Olgyay, V. (1981). Progettare Con il Clima, un approcolo bioclimatico al regionalismo architettonico, padova franco muzzio edition, Italy, Rom.

Peel1, M. C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A. (2007). Hydrol and Earth System Sciences, Copernicus Publications, European Geosciences.

PoorAhmad, A., Hatami Nejad, H., Ziari, K., Faraji Sabkbar, H. A., and Vafaei, A. (2016) Analysis of urban physical-spatial development model from the perspective of sustainable development, Case study: Kashan city, geographical studies of arid regions, 7(26): 1-12 (In Persian)

Pourdeihimi, Sh. (2011) Climate language in sustainable environmental design, Shahid Beheshti University, Tehran.

Rahbari, M. J. (2017), A Study of the Architecture of Kashan Houses in the Second Half of the 13th Century AH (Qajar Period), Fifth National Conference on the Model of Islamic Architecture and Urbanism, Natanz, Islamic Azad University of Natanz: 1-11 (In Persian)

Raazjouian, M. (2016), Comfort under the Climate Compatible Architecture, Shahid Beheshti University, First Edition, Tehran. (In Persian)

Sajjadzadeh, H., Hemmati, S., and Farahani Kia, B. (2014). The effect of garden pits on the climatic comfort of the residents of Kashan region, a case study of Bakuchi house, National Conference on Civil Engineering and Architecture with an Approach to Sustainable Development, Fuman: 1-8 (In Persian)

Shekari Nayeri, J., Roshanak Farmani, A. and Attar, Z. (2016). Manifestation of Sustainability Indicators in Hot and Dry Climate Architecture of Iran, The Second National Conference on New Horizons in Empowerment and Sustainable Development of Tourism Architecture and Urban and Rural Environment, Shahid Mofteh University of Hamadan, Hamedan: 1-17 (In Persian)

Shamaee, A., Daneshvar Khorram, A., Ravanbakhsh, A., and Afshar, M. (2020). Analysis of Vulnerability of Old Tissues in Kashan to Earthquake, Human Geography Research, 25(1): 111-130 (In Persian)

Soltandoost, M. R. (2018). Climate-friendly architecture, first edition, Yazda Publishing, Tehran. (In Persian)

Tahbaz, M., Jalilian, Sh., and Mousavi, F. (1391). Lessons from the climatic architecture of Kashan passages Field research in the historical context of the city. Iranian Architectural Studies. 1(1): 59-83 (In Persian)

Tahbaz, M. (2017). Climatic knowledge of architectural design, Shahid Beheshti University, second edition, Tehran.

Thomsen, K. E., Schultz, J. M., and Poe, B. (2005). Measure Performance of 12 Demonstration Projects-IEA Task 13 Advanced Solar Low Energy Buildings. Energy and Buildings, (32): 111-119.

Watson, D., and Labes, K. (2001). Climate Design: Theoretical and Practical Principles of Energy Use in Buildings, translated by Ghobadian, V., Feizoohmadavi, M., Tehran University Press, Tehran. (In Persian)

http://www.iranicaonline.org/articles/kashan-i-geography, (2018)

https://www.amar.org.ir/ 55811019#

http://azoon.ir/owghat.aspx_name_en=esfahan&name_fa= shahrestan =566

Quarterly of New Attitudes in Human Geography (spring) 2023, Vol. 15. No 2

Climatic investigation of Kashan with the approach of climate compatible house

Farzad Farnad
PHD Student, Department of Architecture, Pardis Branch, Islamic Azad University, Pardis, Iran.
Hadiseh Kamran Kasmaei*
Assistant Professor, Faculty Member, Department of Architecture, Pardis Branch, Islamic Azad University, Pardis, Iran.
Mehdi Khakzand
Associate Professor, faculty member, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
Gholamhossein Memarian
Full Professor, faculty member, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

Abstract
The consumption of fossil fuels has caused increasing environmental problems and replacing them with renewable energies is one of the necessities of today's world. The purpose of this research is to identify and investigate the climate components of Kashan in order to provide climate-friendly house design solutions that will reduce the consumption of fossil fuels and replace renewable energies. The spatial scope of the research is Kashan and the time span is 2007 to 2019. The research method is descriptive and analytical. This study is innovative because of the analysis of climatic components for Kashan and the presentation of a mixed table and some solutions that are specific to Kashan. The results of this research are expressed in two areas: the explanation of the climatic components of Kashan and its comparison with the past, and practical solutions to achieve climate-friendly architecture.

Introduction
Climate is a very powerful factor that affects all parts of nature. Understanding the climate and its gradual changes makes us find solutions to adapt to the climatic conditions with the least need for fuel and the least damage to nature. Climate housing design is important because:
1. They have better biological quality.
2. They use renewable energy as an efficient alternative to reduce fossil fuel and less environmental pollution.
3. This approach improves the stability of the building and the city due to the reduction of fossil fuel consumption.

This study aims to answer this research question: What are the climatic characteristics of Kashan based on the exact values of the components and what are the characteristics of the architecture in line with it? The purpose of this research is to comprehensively understand the components of Kashan climate in order to provide house design solutions in line with the climate, which will reduce the consumption of fossil fuels and replace renewable energies.This study is innovative in terms of the type of climatic components examined and the presentation of a mixed table for Kashan city, which is an important decision-making reference for climatic design along with bioclimatic charts.

Methodology
This research is applied and descriptive analytical research method. The geographical area of the study is Kashan city and its time range is 2007 to 2018. By examining the written sources

in the field of Kashan's climatic characteristics and the twelve-year statistics of the Kashan Meteorological Department, the research analyzed the independent variables of latitude, natural effects, temperature, humidity, precipitation, radiation, and wind in order to provide design solutions in line with the climate as a dependent variable. . The advancement of the research process and its implementation has been done in three steps: the first step is the geographical features and natural complications of Kashan and the research records of experts in this regard through written sources and satellite information. In the second step, the obtained information was analyzed and the needs of design aligned with the climate were identified. In the third step, in order to improve the sustainability of architecture (especially housing) in Kashan city, solutions for using more renewable energy and saving fossil fuel consumption were presented.

Result and discussion

The amount of precipitation is very low and is close to zero in the four months of June to October (dry summer) and in the months of November to June when the precipitation is more than other months, the average precipitation is between 12 and 28 mm. The maximum amount of precipitation in twelve years is less than 56 mm, that's why Kashan is a dry city with thin natural vegetation. Contrary to the low rainfall, the relative humidity is not very low. According to the graphs, we find that except for the months of May to October, the relative humidity in other months is between 50 and 75% at different times and even in the evening and night of the months of November to March.

The average monthly temperature range of Kashan is between 5 and 33 degrees and the maximum average monthly temperature is 40.9 and the minimum is almost zero. Therefore, the problem of heat is more important. By comparing the graphs of temperature, humidity and precipitation, we find that in Kashan, the increase in temperature in the hot months is inversely proportional to the amount of precipitation.

The dominant cold winds of winter (unfavorable wind) blow mostly from the southwest, and summer winds (favorable wind) come from the northeast and north. The importance of winds for the summer season in Kashan city is such that it completely affects the direction of the houses and the central yard of traditional houses is in the northwest-southeast direction.

Conclusion

FFFrrrr arrrrrrr rr-west wind in summer and disturbing south-west wind in winter
SSSaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaattttttt ttttttt eeeeatt.
ccccccccccccccccccr and hot summer.

Lttlle aaaaaaadl eeee rrrr Jeee aeeaaee mm a iitt aaaaaadl rrrrr r months.

RRRRiiiiiiiiiiiii iy nnnn morning in the April to October is 31 to 51% and from October to April 56 to 73%

Re ttt y a oo rrr ll cc rrrrr r %%%a rrccccc ccccc rrr ll to 48%

eee ee ttt y o eeennng rrr ll cc rrrrr r %%%and from October to April 36 to 57%

aaaaaaaaaaaaaeeearrrr mmmmccccrrrrrrrrr r rrrrrr
rrrrrrrrrrr reeeegetaii eeeeeeeeeeeean)))))))))
))) Waaacdieeee ttyeeiii eeeeeeee eeeoooocach

Keywords: Climate, Sustainability, House, Kashan, Climate-Friendly Architecture

* (Corresponding Author) Hadiskamran@pardisiau.ac.ir