

## تجزیه و تحلیل اقلیمی شوادون هادرخانه‌های دزفول\*

مهندس محسن بینا\*\*

مربی گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه جندی شاپوردزفول، دزفول، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۴/۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۸۶/۱۰/۱)

### چکیده:

امروزه برای جبران صدمات انقلاب صنعتی بر طبیعت، بشر ناگزیر به اقداماتی شده است که بر اصول توسعه پایدار مبتنی باشد. این درحالی است که درس‌زمین ما همانند بسیاری از نقاط دارای تمدن کهن اندیشه‌های مبتنی بر تعامل اندیشمندانه با طبیعت تا پیش از ظهور و بروز مظاهر مدرنیسم وجود داشته است. ساخت بناهای متناسب با اقلیم و بدون نیاز به استفاده از انرژی‌های فسیلی برای سرمایش و گرمایش با دستاورد حفظ محیط زیست از جلوه‌های همین تعامل محسوب می‌گردد. مقابله با وضعیت آب و هوایی حاد خوزستان مهم‌ترین دغدغه معماران و دست‌اندرکاران ساختمان‌سازی از گذشته تا حال این دیار بوده است. بررسی و تحلیل یکی از روش‌های سنتی مقابله با این معضل اقلیمی را می‌توان مسئله اصلی شکل‌گیری این مقاله دانست. شوادون (Shavadoon) از زمان باستان یک مأمن مناسب برای فرار از تنگنای شدید اقلیمی بوده که تا زمان معاصر استفاده از آن در دزفول رایج بوده است به‌طوری‌که در هرخانه یک شوادون حفر شده است. این نوشتار در ابتدا با بیان و معرفی بخش‌های مختلف شوادون‌ها نظیر صحن؛ "کت"؛ "دریزه"؛ "تال" و پله پهن خصوصیات ویژه هریک را تبیین می‌کند. سپس با تجزیه و تحلیل عملکردهای متعدد آن، عواملی را که موجب خنکی آن شده مورد بررسی قرار می‌دهد و در نهایت نکاتی را که طراحان و دست‌اندرکاران می‌توانند از شوادون و خصوصیات اقلیمی آن اقتباس نمایند پیشنهاد می‌گردد.

### واژه‌های کلیدی:

اقلیم، شوادون، کت، زمین، پایداری، دزفول.

\* این مقاله به روش برداشت میدانی از خانه‌های دزفول که هم‌اکنون نیز مورد بهره‌برداری قرار دارند تهیه شده است.

\*\* تلفن: ۰۶۴۱-۶۲۶۸۰۰۰۰، نمابر: ۰۶۴۱-۶۲۶۶۶۶۶۶، E-mail: bina@jsu.ac.ir

## مقدمه

از چگونگی و نحوه بهره برداری برودتی شوادون آشنا خواهیم شد و نهایتاً الگوبرداری از نتایج تحقیق ارائه و توصیه خواهد شد. روش تحقیق: روشی که در این پژوهش و تحقیق انتخاب شده " برداشت میدانی " از شوادون های مساکن موجود می باشد. سپس با مطالعات کتابخانه ای برداشت ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.

پیشینه تحقیق: در این زمینه تعداد متعددی از تحقیقات را در سطح پایان نامه های فوق لیسانس معماری می توان جستجو کرد که از آن نام برده اند که ارزنده ترین آنها پایان نامه چاپ شده دوتن از دانشجویان دانشکده هنر های زیبا در سال ۵۳-۵۲ می باشد. ایرج افشار نیز در کتاب خود همانند سایر کتب قدیمی فقط از آن نام برده است. برخی از سفرنامه نویسان نیز از آن به عنوان یک فضای خنک یاد کرده اند. البته اندازه گیری متوالی دمایی از فضاهای شوادان و تحقیقات خاص و گسترده در این باره از ویژگی های منحصر بفرد این تحقیق است. امید است نتایج سودمندی را برای طراحان و پژوهشگران جهت استمرار اندیشه توسعه مبتنی بر اصول پایدار ببار آورد.

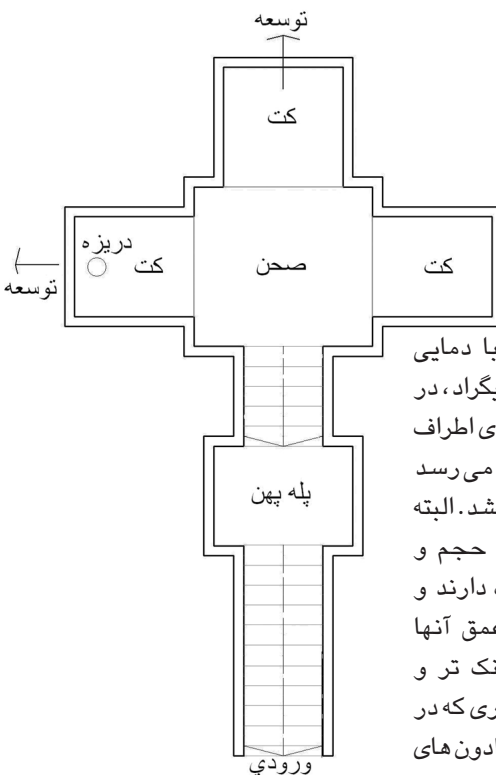
یکی از خصوصیات بشر توانایی غلبه بر ناملايمات پیرامونش می باشد. افراد موفق توانایی آن را دارند که بآبهره گیری از منابع علمی و تجربی، تنگناها را تبدیل به امکانات مناسب نمایند. ما در معماری مناطق مختلف ایران شاهد روش های گوناگونی برای تنظیم شرایط محیطی ساختمان هستیم. در شمال جلگه وسیع خوزستان بخصوص در منطقه دزفول که دارای بستر سخت "کنگلومرای" می باشد (امام(اهوازی)، ۱۳۸۲، ۳۱)؛ در راستای برقراری تعامل درست با محیط، امکان ساخت بخشی از فضای ساختمان درون زمین فراهم شده است. ساخت شوادونها و شبستان هایی (پورعلی، ۱۳۸۴، ۵۹) که در دل زمین در دو سطح مختلف ساخته می شده روش بسیار مناسبی برای پایداری شرایط زیست در ساختمان های دزفول بوده است. در این مقاله مسئله ای که مدنظر قرار گرفته این است که چگونه می توان انرژی برودتی شوادون را توجیه نمود و از مواهب ارزشمند آن برای بهینه سازی فضاهای معماری بهره مند گردید؟ با این مقدمه، در ابتدا به معرفی این عنصر اقلیمی بسیار مهم از ساختمان های دزفول پرداخته و سپس با بررسی و مطالعه اجزای آن

## ۲- تعریف

کلمه شوادون چنانچه در کتاب "شهرهای ایران در روزگار پارتیان و ساسانیان" آورده شده از ریشه "شوتاپواتا" است (عنایت لاله، ۱۳۷۷، ۲۹۲).<sup>۱</sup> این واژه که در قدیمی ترین متون در رابطه با فضاهای زیر زمینی به زبان پهلوی آمده است؛ به معنی "شریک بودن در کندن کت" می باشد. برخی از صاحب نظران آن را برگرفته از ترکیب "شب+آبادان" عنوان نموده اند ولی از آنجایی که اوج استفاده از شوادون در ساعات بسیار گرم، (ظهر) می باشد؛ می توان به ریشه اولی بیشتر تکیه نمود.

## ۲-۱- شوادون

شوادون یک فضای خنک زیر زمینی در بناهای سنتی این منطقه است که با توجه به جنس بسیار محکم زمین آنجا (کنگلومرا) با حفاری در دل زمین (بدون اجرای دیوار و سقف (بعضاً با عمق بیش از ۱۰ متر از سطح زمین ایجاد می گردد که از آن در تابستان برای استراحت روزانه و همچنین نگهداری مواد خوراکی و در کل نیازهای برودتی استفاده می شود. با کمی اختلاف سرداب هایی که در سایر مناطق ایران وجود دارند نمونه مشابه آن می باشند، که از آن جمله سرداب های یزد را می توان نام

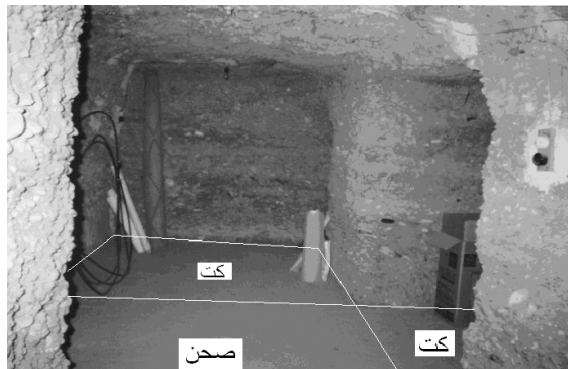


تصویر ۱- پلان عمومی شوادون .  
(ماخذ: نگارنده)

برد. خنکای شوادون با دمایی حدود  $25^{\circ}$  درجه سانتیگراد، در حالی که دمای خیابان های اطراف به  $54^{\circ}$  درجه سانتیگراد می رسد بسیار شگفت آور می باشد. البته شوادون ها بر اساس حجم و عمقشان خنکای متفاوت دارند و هر چه قدر حجم و عمق آنها بیشتر باشد هوای خنک تر و پایدار تری دارند. به طوری که در زمان استفاده خنکی شوادون های کم عمق از  $27$  درجه تجاوز نمی کند.



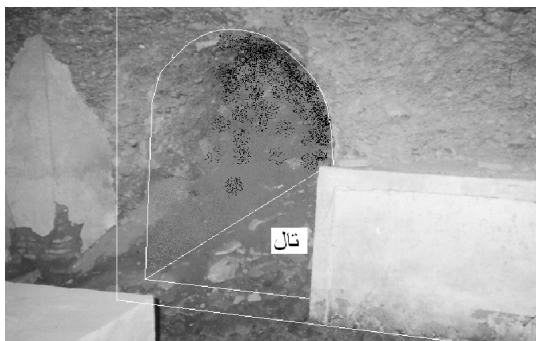
تصویر ۳- ورودی شوادون.  
(ماخذ: نگارنده)



تصویر ۲- در این عکس صحن و کت‌های مجاور آن نمایش داده شده.  
(ماخذ: نگارنده)



تصویر ۴- پله پهن و دید به صحن شوادون.  
(ماخذ: نگارنده)



تصویر ۵- در این تصویر محل تال که به شوادون مجاور ارتباط دارد نمایش داده شده.  
(ماخذ: نگارنده)



تصویر ۶- تفکیک کت از صحن شوادون با اختلاف سطح.  
(ماخذ: نگارنده)

## ۲-۲. اجزای شوادون (تصویر ۱):

شوادون‌ها دارای اجزاء متعددی هستند که در تصویرهای شماره (۱ و ۲) برخی از این اجزاء نشان داده شده‌اند. در این بخش به معرفی اجزاء مهم آن خواهیم پرداخت.

ورودی: (تصویر ۳) شوادون دارای یک ورودی نسبتاً عریض است (۱/۲ m ~ ۱/۸ m) که معمولاً در یک قسمت از حیاط قرار دارد. اما در برخی از موارد در یک ایوانچه در جنب حیاط قرار می‌گیرد و غالباً بدون در می‌باشد و برای تامین ایمنی دور آن را دیوار جان پناه اجرا می‌کردند. پلکان: از بدو ورود پلکان شروع و تا صحن شوادون ادامه دارد. غالباً شیب این راه پله‌ها زیادتراً از پله‌های امروزی می‌باشد. پله پهن: معمولاً در پلکان قبل از هر ۱۲ پله متوالی یک پله وسیع به عنوان پاگرد تعبیه می‌شود که عملکرد و سطح آن فراتر از یک پاگرد می‌باشد و در مواقعی که تعداد استفاده کنندگان بیشتر از گنجایش شوادون باشد از فضای آن استفاده می‌شود. صحن: (تصویر ۲) صحن بخش اصلی شوادون با پلانی مربعی باشد (گاه نیز چند ضلعی اجرا می‌شود) (همان، ۳۳۷، ۴). در شوادون‌های بزرگ اختلاف سطح صحن از سایر قسمت‌ها موجب هویت بخشی به آن می‌شود (تصویر ۶) و در کل صحن عامل وحدت دهنده و انتظام بخش به تمام قسمت‌های آن می‌باشد. کت<sup>۵</sup> به جز وجه اول صحن که به پلکان وصل است سه وجه دیگر آن به اتاق‌هایی به نام کت متصل می‌باشد. کت‌ها حداکثر با یک اختلاف سطح از صحن جدا می‌شوند. تال<sup>۶</sup> (تصویر ۵). کت‌های شوادون در برخی از موارد به شوادون‌های همسایه با یک تونل یا دریچه وصل می‌شوند که به آن تال می‌گویند. در حقیقت تال‌ها شبکه ارتباطی زیر زمینی برای یک گروه خانه که ارتباط فامیلی یا همسایگی نزدیک دارند می‌باشد. خانه‌ای که در نزدیک رود خانه یا قنات واقع می‌باشد کانال اتصال دهنده آن تال می‌باشد. که در این صورت از کوران هوای بسیار خنک قنات نیز بهره‌مند می‌شوند. دریچه یا دریزه: بدون استثناء در برخی کت‌ها یا صحن شوادون هواکشی (داکت) جهت تهویه تعبیه شده است که نام در کوچک آن را به خود گرفته، و به آن دریزه گفته می‌شود. در شوشتر به آن سی‌سرا نیز می‌گویند.

مطالعاتی انتخاب گردیده اند که در جدول شماره ۱ مشخصات این نمونه‌ها ارائه گردیده است. در این انتخاب تاکید بر آن بوده که برخی در محدوده بافت قدیم و تعدادی در حاشیه بافت و برخی دیگر در خارج از محدوده بافت قدیم واقع شده باشند تا احتمال تاثیرات اقلیمی بافت شهری بر آن قابل بررسی باشد. در این جدول شواهدون‌ها به ترتیب موقعیت قرارگیری از شمال به جنوب مرتب شده و بر این اساس از A۱ تا A۵ کد گذاری شده اند که ستون سوم اختصاص به میزان عمق هر شواهدون دارد و در ستون چهارم موقعیت آنها نسبت به بافت قدیم نمایش داده شده و در ستون آخر وضعیت بهره برداری از آن مشخص شده است (جدول ۱).

از نمونه‌های انتخاب شده در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در روز اول هر ماه از تابستان برداشت دمایی صورت گرفته که میانگین دوساله آن در جدول شماره (۲) آورده شده است. در این جدول خنک‌ترین دماها برای نمونه A۳ ثبت شده که نسبت به سایرین دو ویژگی عمده دارد. اول عمق زیادتر و دوم موقعیت قرارگیری شهری که در بافت قدیم می باشد و گرم‌ترین برداشت‌ها مربوط به A۲ و A۴ می باشد که ورودی آنها مستقیماً به هوای آزاد راه ندارد (جدول ۲).

البته برای توسعه شواهدون هر یک از کت‌ها می تواند به صحن دیگری وصل شود که معمولاً صحن بعدی در سطح پایین تری قرار می‌گیرد در این صورت صحنی که در محور اصلی و در سطح پایین تری قرار دارد صحن اصلی نام می‌گیرد. سلسله مراتب در شواهدون: از جمله ویژگی‌های معماری شواهدون توالی فضایی و رعایت سلسله مراتب آن است. به طوری که رعایت این اصل معماری سنتی علاوه بر ایجاد ارتباط منطقی بین اجزاء و فضاهای مختلف آن موجب شده که در شواهدون شاهد تنوع دمایی مطلوبی باشیم به گونه ای که عمیق ترین قسمت، سردترین فضا، پله پهن و کت‌های جانبی آن که دارای عمق کمتری هستند گرم ترین بخش شواهدون می باشند. لذا درحالی که استراحت و خوابیدن بر روی پله پهن با رو انداز سبک (ملحفه) کافی می باشد، در کت‌های انتهایی و عمیق نیاز به استفاده از پتو و روانداز مشابه می باشد.

### ۳. بررسی وضعیت دمایی شواهدون

جهت شناخت وضعیت دقیق دمایی شواهدون‌ها تعدادی از آنها را که پراکندگی مناسبی در سطح شهر داشته اند به عنوان مورد

جدول ۱- نمونه‌های مورد مطالعه.

کد	نام مالک	عمق به متر	موقعیت	وضعیت بهره برداری
A۱	محمدحسین بینا	۷	حاشیه بافت قدیم سمت شمال	قابل بهره برداری (فن)
A۲	محسن بینا	۷,۳۰	خارج از بافت قدیم شمال شرق	قابل بهره برداری (فن)
A۳	تیزنو	۱۱	مرکز بافت قدیم مرکز شهر	انباری میراث فرهنگی
A۴	دیده بان	۷,۷۰	حاشیه بافت قدیم مرکز شهر	انباری
A۵	سیدمهدی پور موسوی	۸,۵۰	خارج از بافت قدیم جنوب شهر	در حال استفاده بافن

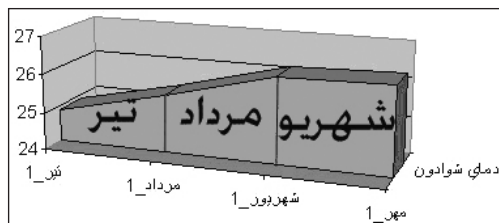
(ماخذ: نگارنده)

جدول ۲- دمای نمونه‌ها در تابستان.

میانگین	A۵	A۴	A۳	A۲	A۱	DATE	تاریخ
۲۴,۸۶	۲۴,۵	۲۵	۲۴,۵	۲۵,۳	۲۵	۲۲-Jun	تیر_۱
۲۵,۵	۲۵	۲۵,۷	۲۵,۵	۲۵,۸	۲۵,۵	۲۳-Jul	مرداد_۱
۲۶,۲۴	۲۶	۲۶,۵	۲۶,۲	۲۶	۲۶,۵	۲۳-Aug	شهریور_۱
۲۶,۳۴	۲۶	۲۶,۵	۲۶,۲	۲۶,۵	۲۶,۵	۲۳-Sep	مهر_۱

(ماخذ: نگارنده)

نمودار ۱- دمای شواهدون در تابستان برحسب سانتی گراد سلسیوس.



(ماخذ: نگارنده)

جدول ۳- دماهای داخل و خارج شواهدون در تابستان.

تاریخ	Date	دمای داخل	دمای خارج		
			نوسان	بیشینه	کمینه
۱- تیر	۲۲-Jun	۲۴,۸۴	۲۵,۲۵	۴۵,۵	۲۰,۲۵
۱- مرداد	۲۳-Jul	۲۵,۵	۲۷	۴۶	۱۹
۱- شهریور	۲۳-Aug	۲۶,۲۴	۲۸,۵	۴۵,۵	۱۷
۱- مهر	۲۳-Sep	۲۶,۳۴	۲۱	۴۰,۵	۱۹,۵

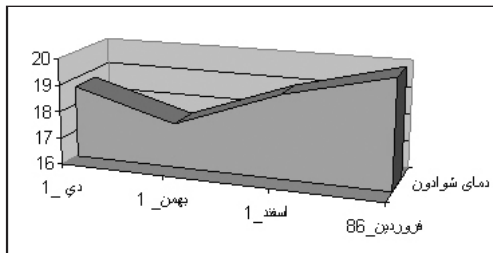
(ماخذ: نگارنده)

برای تحلیل دمای شواهدون در این مقاله از میانگین دماهای پنجگانه جدول ۱۲ استفاده شده است. نمودار شماره ۱ تغییرات دمایی ماه‌های مختلف تابستان شواهدون را نشان می‌دهد که بر اساس میانگین‌های فوق تهیه و ترسیم شده است. در این نمودار حرکت منحنی دما از ابتدا تا انتهای تابستان یک حرکت افزایشی می باشد که دلایل این حرکت در بند ۴- همین مقاله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

### ۳-۱- مقایسه دمای شواهدون با دمای خارج در تابستان

در جدول ۳ میانگین دمای اول ماه‌های تابستان در سال‌های ۸۴ و ۸۵ به همراه وضعیت دمایی خارج شواهدون آورده شده است. نمایش گرمای ماکزیمم تابستان که به طور متوسط دسته کم ۱۹° درجه از حد آسایش انسان بالاتر است حاکی از یک تنگنای ویژه و شدید می باشد. در این جدول نوسانات زیاد دما نیز مبین یک وضعیت حاد دیگری است.

نمودار ۳- دمای شوادون در زمستان.



(ماخذ: نگارنده)

چنانچه در نمودار ۳ آمده است منحنی دمای شوادون با یک حرکت ملایم از ابتدای زمستان به سمت پایین حرکت می کند. و در ماه بهمن به حد اقل خود ۱۸° درجه می رسد و در اسفند ماه رو به افزایش می یابد.

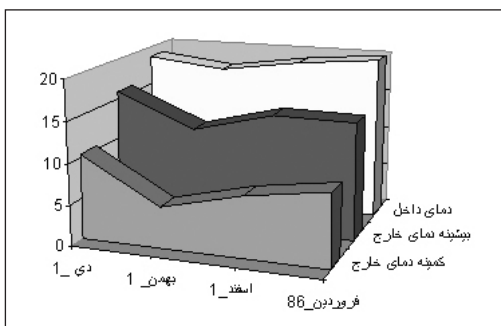
جدول ۶- دمای داخل و خارج شوادون.

تاریخ	Date	دمای خارج		دمای داخل
		کمینه	بیشینه	
دی ۱	22-Dec	10.5	16	18.7
بهمن ۱	21-Jan	5	12	17.6
اسفند ۱	20-Feb	7.5	14.5	19.04
فروردین ۸۶	21-Mar	9	14.5	20

(ماخذ: نگارنده)

جهت مقایسه دمای شوادون با دمای خارج می توان از جدول ۶ استفاده نمود. در این جدول دمای اول ماه های زمستان سال ۱۳۸۵ از داخل و خارج شوادون به عنوان نمونه آورده شده است. نمایش منحنی های مختلف در نمودار ۴ مبین یک وضعیت دمای خنک با فاصله ۱۶° درجه با حالت آسایش برای دزفول می باشد. این درحالی است که منحنی دمای شوادون از هر دو منحنی بیشینه و کمینه دما به محدوده آسایش نزدیک تر است.

نمودار ۴- مقایسه دمای داخل با خارج شوادون در زمستان.

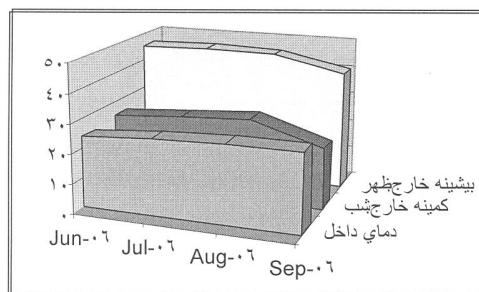


(ماخذ: نگارنده)

فاصله ۳° درجه ای دمای شوادون با حد آسایش حاکی از یک وضعیت معتدلی است که با پوشیدن لباس مناسب به راحتی به دست می آید. در نتیجه لزوم هیچگونه وسیله گرمایشی و یا مصرف انرژی برای متبوع نگهداشتن دمای شوادون حس نمی شود. که این وضعیت یک حالت پایدار مناسبی را نشان می دهد. نمایش میزان مصرف ماهانه گاز در فصل زمستان هرکدام از نمونه های مورد

چراکه ۲۰° درجه اختلاف دما در یک روز اصطلاحاً "ظرف شیشه ای را نیز می ترکاند". علی رغم این مشکلات فیزیکی ناشی از نوسانات دمای منطقه، حداقل های دما می تواند به عنوان یک امکان مطرح گردد؛ که با این فرصت می توان به کالبد فضاهای زندگی امکان تنفس داد و همچنین وقت انجام برخی از امورسخت را در زمان افت دما برنامه ریزی کرد. قرار گیری منحنی های دمای داخل شوادون و خارج در نمودار ۲ امکان مقایسه را آسان می نماید. در این نمودار دمای شوادون در تابستان، علاوه بر دمای بیشینه از دمای کمینه ی خارج نیز خنک تر نمایش یافته است. نکته جالب تر پایداری و ثبات دمای شوادون می باشد. (نوسان دمای روزانه شوادون کمتر از نیم درجه و قابل چشم پوشی می باشد) عدم وجود ماکزیمم و مینیمم توام در یک ماه و یا حتی کل فصل حاکی از یک ثبات دمائی بدون نوسان برای شوادون می باشد. چرا که نوسانات جزئی آن با عامل انسانی، ایجاد می شوند (بهره برداری و تهویه و ...). در هر صورت قرار گیری دمای شوادون در محدوده آسایش نیاز انرژی برودتی را در این فضا منتفی می سازد، البته نمایش مصرف (بامیانگین مصرف ماهانه از ۲۴۲۵ kw برق به ازای هر خانه) ماهانه برق تابستان هرکدام از نمونه های فوق که برای تولید سرما به کار می رود در جدول ۴، ارزش استفاده از این فضا را دو چندان آشکار می سازد.

نمودار ۲- مقایسه دمای شوادون با دمای خارج در تابستان.



(ماخذ: نگارنده)

جدول ۴- مصرف ماهانه برق برای تولید برودت در تابستان.

میانگین	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵
۲۴۲۵	۲۱۵۰	۲۵۰۰	--	۲۹۰۰	۲۱۵۰

(ماخذ: نگارنده)

### ۲-۳- بررسی دمای شوادون در زمستان

دماهایی که در زمستان ۱۳۸۵ از نمونه های مورد مطالعه، برداشت شده اند در جدول ۵ به نمایش درآمده اند. این جدول نشان می دهد سرمای هوای زمستان شوادون را تحت تاثیر خود قرار داده و دمای آن را پایین آورده است.

جدول ۵- دمای نمونه ها در زمستان.

تاریخ	DATE	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	میانگین
دی ۱	۲۲-Dec	۱۸٫۵	۱۹٫۲	۱۸	۱۹	۱۹	۱۸٫۷۵
بهمن ۱	۲۱-Jan	۱۷٫۲	۱۷٫۸	۱۷	۱۸	۱۸	۱۷٫۶
اسفند ۱	۲۰-Feb	۱۹٫۵	۱۹٫۵	۱۸٫۲	۱۹٫۵	۱۹	۱۹٫۱۸
فروردین ۸۶	۲۱-Mar	۲۰٫۵	۲۰٫۵	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰

(ماخذ: نگارنده)

به آرامی (متناسب با زمان قبلی) هم دمای زمین می شود، و یا به عبارت دیگر زمین آن حرارت را در خود مضمحل می کند. برای مثال اگر ته یک چاه را با وارد کردن هوای سرد خنک کنیم رویه سنگی و خاکی جداره چاه خنک می شود. و این سرما فقط تا عمق محدودی در زمین رسوخ می کند، و اگر خنک کردن چاه را قطع کنیم به مرور زمان پوسته زمین ابتدا دمای جداره چاه و سپس دمای هوای چاه را هم دمای خود می کند. البته این وضعیت بسته به دمای هوای سرد و همچنین مدت خنک کردن آن چندین روز یا هفته و ماه به طول می انجامد. پس به نوعی می توان گفت یخچال هایی را که پیشینیان ما ساخته اند براساس خصوصیت فوق توانایی نگهداری یخ های زمستانی را برای مصرف تابستان دارا بوده است. به طوری که سرما در طول مدت زمستان به همراه یخ های زمستانی، آن چنان چاله و زمین اطراف یخچال را سرد می کند که طول مدت حفظ یخ ها تا دو فصل بعد ادامه داشته باشد (قبادیان، ۱۳۸۲، ۳۱۶ و ۳۳۷). البته تهویه و عدم تهویه آن در زمستان و تابستان نقش عمده ای است که به عهده معماری بنای یخچال و عوامل نگهدارنده آن بوده است.

#### ۴-۱-۱- آسایش و دمای زیرزمینی در این منطقه:

بنابر آنچه در بالا آمده است خوشبختانه دمای زمین هم عمق شوادون در محدوده دمای آسایش انسان می باشد. به همین دلیل از قدیم الایام مردم جهت حصول آسایش با ایجاد شوادون (که طبیعتاً همدمای بستر پیرامون آن می باشد) فضایی مناسب برای گذران ساعات بسیار گرم تابستان تعبیه کرده اند. باتوجه به اینکه تغییرات دمایی فصول مختلف پس از گذشت چند ماه بر شوادون تأثیر یک درجه ای دارد. لذا جداره شوادون دارای دمایی حدود میانگین سالانه با شرایط مناسبی بوده، بر اساس آمار هواشناسی این میانگین  $25^{\circ}$  درجه ثبت شده است<sup>۸</sup>. در نتیجه، ایجاد بخشی از فضای زندگی در جوار چنین جداره ای نه تنها اتلاف دمایی دربر ندارد بلکه به طور دایم تحت تأثیر آن خنک تر می گردد (قبادیان، ۱۳۸۴، ۳۱۸). در نتیجه این جداره می تواند گرمای حاصله از جمعیت استفاده کننده و همچنین ورود ناچیز هوای گرم از بالا را بر طرف سازد. لذا زمین را می توان بهترین منبع انرژی با جدار و پوسته ای که نیاز به هیچگونه عایق کاری حرارتی ندارد، محسوب نمود.

#### ۴-۲- هوا و تاثیر آن بر شوادون

علاوه بر دمای زمین که موجب خنکی شوادون در تابستان شده تهویه هوای شوادون نیز نقش بسزایی در افزایش خنکی آن دارد. اگر هوای شوادون را با هوایی سردتر یا گرم تر از هوای طبیعی آن تهویه کنیم ضمن اینکه دمای هوایش تغییر می کند جداره های آن نیز گرمای خود را از دست خواهند داد. لذا برای سردتر کردن شوادون محل ها و منافذی جهت ورود و خروج (سیرکولاسیون) هوا تعبیه کرده اند تا در صورت ورود هوای سرد علاوه بر هوا، جداره های شوادون نیز سردتر از دمای زمین گردند.

مطالعه (بامیانگین مصرف ۳ ۳۴۲ به ازای هرخانه) در جدول ۷ اهمیت اقتصادی شوادون را در مصرف انرژی بیان می کند

جدول ۷- مصرف ماهانه گاز برای تولید گرمایش در زمستان.

میانگین	A۵	A۴	A۳	A۲	A۱	کد نمونه ها
۳۴۲	۳۰۰	۳۷۰	--	۳۳۰	۳۶۵	مصرف به متر مکعب

(ماخذ: نگارنده)

## ۴- تحلیل برودت شوادون

برای یافتن دلیل چنین خنکایی در جوش گرمای این منطقه، ابتدا مطالعات مربوط به "زمین" و خواص آن در تراز پایین تراز  $0.00 \pm$  ارایه می گردد، سپس به مطالعات "هوا"، یا تراز بالاتراز  $0.00 \pm$  و تاثیر آن بر شوادون پرداخته می شود.

#### ۴-۱- زمین و دمای آن

دمای پوسته زمین در قسمت تحتانی حدود  $800^{\circ}$  سلسیوس می باشد. که تقریباً بازا افزایش هر صد متر ارتفاع سه درجه دمای آن کاهش می یابد (پ. بلووش، ۱۳۶۹، ۲۳). .. و سطح پوسته زمین بسیار خنک، تقریباً معادل دمای محیط می باشد. پوسته با وصل شدن به اجسام سرد یا گرم تراز این مقدار می تواند آن جسم را هم دمای خود کند بدون آنکه تغییر دمایی در کل پوسته زمین حاصل شود (مدنی، ۱۳۷۴، ۲-۲۱۱) (با توجه به حجم و بزرگی زمین)، قسمتی از پوسته زمین که ما در آن ساختمان سازی می کنیم سطح فوقانی آن است که دمای هوا می تواند آن را تحت تأثیر خود قرار دهد. لذا اگر آن را سرد و گرم کنیم بسته به عمق آن تأثیر پذیری آن کم یا زیاد می شود (پ. بلووش، ۱۳۶۹، ۲۳). این بخش از زمین را با توجه به تغییرات دمای آن به دو قسمت تقسیم می کنیم.

یک- سطح رویه پوسته که طبقه همکف ساختمان روی آن بنا می شود. این سطح بر اثر گرمای فصول و شبانه روز بسته به جنسیت آن (خاکی، سنگی) به سرعت سرد و گرم می شود که مقدار تشعشعات گرمایی این سطح میزان دمای محیط ما را به وجود می آورد (مدنی، ۱۳۷۴، ۸۳ و ۸۶).

دو- سطح زیرین، که در آن طبقات زیرزمین ساختمان بنا می شود. این بخش از عمق تقریباً یک متری شروع و تا عمق های ۱۰ الی ۲۰ متری نیز ادامه می یابد. تغییرات دمایی روزانه (که  $17^{\circ}$  درجه است) بر زمین در عمق یک متری حداکثر یک درجه اثر می گذارد. از آن جالب تر دمای زمین در عمق چند متری است که تغییرات دمایی فصلی با تاخیر چند ماهه در آن اثر می گذارد. در نتیجه می توان سرمای زمستان و گرمای تابستان را برای شش ماه ذخیره نمود؛ و نهایتاً در عمق ۵.۶ متری دیگر تغییر دمای هوا اثری ندارد (همان، ۲-۲۱۱)<sup>۷</sup>.

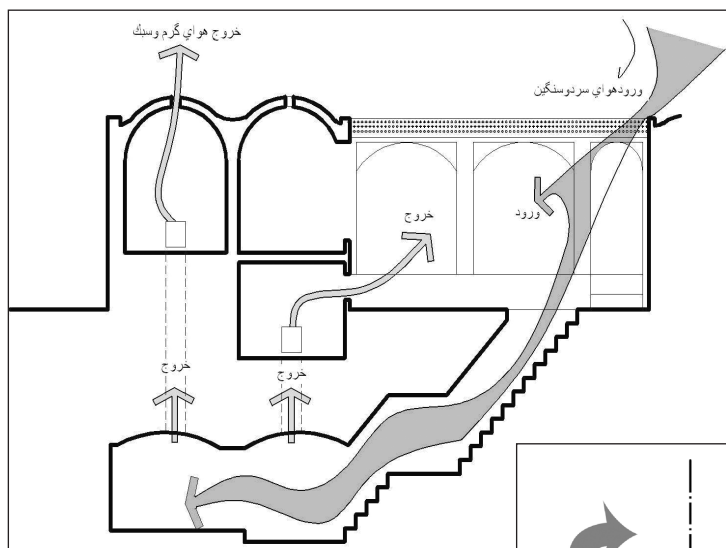
لذا بسته به جنسیت عمق زمین اگر به طریقی قسمتی از آن را سرد یا گرم کنیم فقط همان قسمت تحت تأثیر آن دما قرار می گیرد که میزان آن متناسب با زمان دما دهی می باشد و بعد از آن

## ۴-۲-۲. انتقال برودت در اثر تابش به آسمان

در شب‌ها به طرز مناسبی انتقال برودت در اثر تابش به آسمان امکان پذیر می‌شود (قبادیان و مهدوی، ۱۳۸۲، ۷۶). در شب‌هایی که آسمان صاف است این تشعشع‌ها بیشتر زمین را خنک می‌کند (قبادیان، ۱۳۸۴، ۳۲۱). ولی در شب‌های ابری یا غبارآلود که به لهجه محلی به آن "گلونه" گفته می‌شود. این ذرات مانع از تابش این تشعشعات می‌شوند؛ و از این طریق امکان انتقال به حداقل می‌رسد. البته چون جریان‌ها در رسیدن چنین تابش‌هایی تأثیر منفی ندارد، استفاده از این روش برودتی بیشتر صورت می‌گیرد.

## ۴-۲-۳. تهویه و منافذ شوادون:

ورودی و منافذ شوادون باید به گونه‌ای تعبیه شوند تا توانایی تهویه سریع در شب میسر باشد. ولی روزها برای حفظ هوای انبار شده نباید تهویه‌ای صورت گیرد تا گرما وارد آن نشود. ورودی با دهانه نسبتاً وسیع در حیاط هوای سرد انتهای شب را که راهی پستی‌هاست به سمت شوادون هدایت می‌کند (رک. به بند ۴-۲-۱). البته این هدایت وقتی حاصل می‌شود که هوای موجود در زیرزمین ابتدا خارج گردد. دریچه‌های شوادون نقش هواکش فوق را ایفا می‌کنند (تصویر ۸). آنها هوای گرم و سبک شده‌ی روز گذشته را خارج می‌کنند تا جا برای ورود هوای تازه و سرد شب ایجاد گردد. در روز با توجه به اینکه حرکت جریان هوای گرم به طور طبیعی رو به بالا می‌باشد در صورت باز بودن منافذ نیز تهویه‌ای صورت نخواهد گرفت. مگر اینکه جریان‌های منطقه

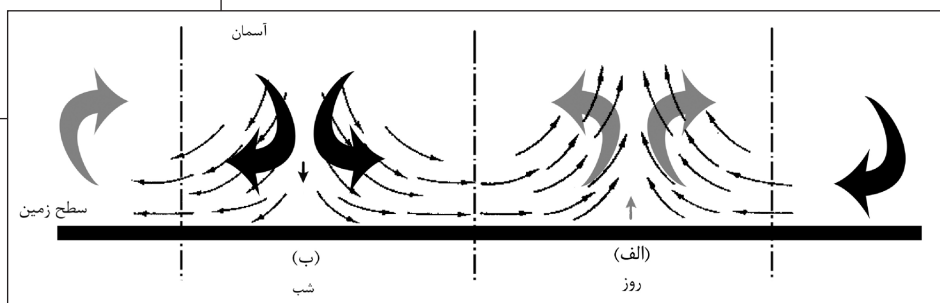


تصویر ۸- یک برش عمومی از شوادون-  
چگونگی ورود هوای سرد شب و خروج  
هوای گرم شده.  
(ماخذ: نگارنده)

البته یافتن هوای سرد در تابستان‌های بسیار داغ خوزستان جهت این تهویه بعید و دور از انتظار به نظر می‌رسد. لذا می‌بایست به دنبال منبعی از هوای سرد بود که تهویه از سمت آن شروع شود. این منبع هوایی "گنبد آسمان" است (قبادیان و مهدوی، ۱۳۸۲، ۷۷). آسمان دارای هوای بسیار سردی است به طوری که هرچه قدر از سطح زمین بیشتر فاصله داشته باشیم به دمای سردتری دسترسی پیدا خواهیم کرد، و استفاده از آن به دو طریق مختلف در کتاب‌های "طراحی اقلیمی" و "هوا و اقلیم‌شناسی" عنوان شده است، که در بندهای ۴-۲-۱ و ۴-۲-۲ ذیلاً تشریح می‌گردند؛ البته مجموع هر دو راه، موجب تهیه برودت فوق می‌باشد.

## ۴-۲-۴. انتقال به وسیله جابجایی هوا:

در مواقعی که اختلاف فشار در راستای قائم باشد، جریان‌های عمودی هوا به وجود می‌آیند. در حالات عادی بالا و پایین رفتن هوا برای ما محسوس نمی‌باشد؛ ولی مسافرین هواپیما که دائماً در اثر جریان‌های صعود و فرونشینی هوا قرار می‌گیرند آن را کاملاً حس می‌کنند. گرم شدن هوای سطوح پایینی یکی از عوامل افزایش فشار هوا می‌باشد، که جریان‌های عمودی را تولید می‌کند (علیزاده، ۱۳۷۹، ۵-۷۴). روزها به دلیل وجود جریان هوای گرم شده سطح زمین به سمت بالا، امکان رسیدن هوای سرد فوقانی به زمین نمی‌باشد. ولی شب‌ها که انرژی تابشی خورشید به زمین نمی‌رسد و جریان فوق قطع می‌گردد، فرصت مناسبی است تا هوای سنگین و سرد آسمان به سمت پایین حرکت کند (همان، ۷-۷۶) (شکل ۷). این جریان هوا در ابتدا پشت بام‌ها را خنک می‌کند و سپس راهی حیاط‌ها و قسمت‌های پست می‌شود (اگر محیط زیست مان را با عوامل مختلف سایه و مرطوب کنیم این حرکت رو به پایین هوا سریع‌تر می‌گردد. مطالعه کمیته مطلق ماهانه دما در تابستان و مقایسه آن با دمای شوادون در جدول ۲ تأثیر این جریان‌ها را بهتر نشان داده است). سپس وارد فضاهای زیرزمین که در پست‌ترین نقطه ساختمانند می‌شود. در نتیجه هوای خنک فوق در آن جا ذخیره می‌گردد تا در مواقع روز ساکنین از خنکای آن بهره‌مند شوند. البته، وجود گازهای گلخانه‌ای تأثیر چندانی در این جابجایی نمی‌تواند داشته باشد. ولی جریان افقی بادهای غالب این عمل را کندتر می‌سازد (همان، ۷۵) و برآیند جریان یک مسیر مایل خواهد بود.

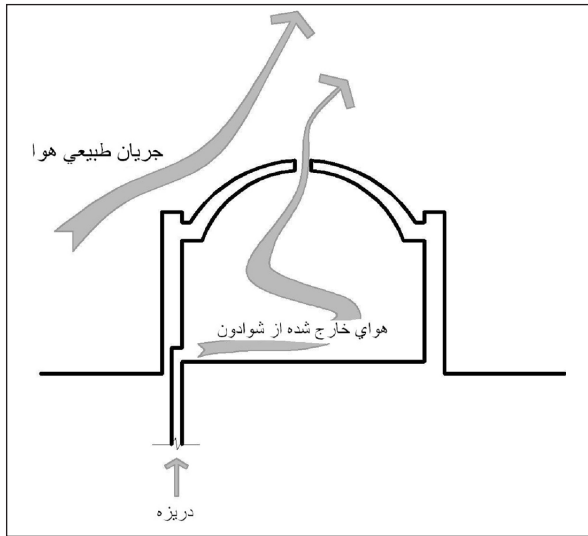


تصویر ۷- نمایش جهت حرکت جریان عمودی هوا در روز و شب  
حرکات عمودی هوا در کانون‌های الف- همگرا و ب- واگرا  
(ماخذ: علیزاده، ۱۳۷۹، ۷۷)

امروزه معمولاً با کمک فن و دستگاه‌های برقی هوای شوادون به داخل اتاق‌ها مکش و انتقال داده می‌شود تا با تهویه آن در روز بدون رفتن به شوادون از خنکای آن استفاده نمایند. به این ترتیب فقط از هوای خنک آن استفاده می‌شود و سایر مزایای آن بلا استفاده می‌ماند.

به‌گونه‌ای جلوی برخی از منافذ، موجب افزایش فشار هوا و در برخی دیگر موجب کاهش فشار هوا شود تا جریان حرکت هوا از سمت منطقه پرفشار به سمت محل کم فشار، هوای شوادون را تهویه کند. لذا در طراحی شوادون محل بادشکن‌ها و احجام ساختمان به گونه‌ای در نظر گرفته شده که هیچگاه چنین وضعیتی حاصل نشود.

## نتیجه‌گیری



تصویر ۹- وضعیت تخلیه گرمای جداره‌های ساختمان در شب. (ماخذ: نگارنده)

## ۶- پیشنهاد معیارها و راهکارها در طراحی جدید

- پیشنهاد می‌گردد حتی الامکان شوادون‌های موجود حفظ گردند و با وضع مقررات تشویقی از سوی مراجع ذی ربط مانع پر کردن شوادون‌ها شوند.
- معرفی نمودن "زمین" بعنوان بهترین پناهگاه و عایق حرارتی، و توصیه به طراحی فضاهای مختلف ساختمان در دل آن، و اختصاص زیرزمین به عملکردهای اصلی (نه فقط انباری و تاسیسات و پارکینگ و ...) <sup>۱۱</sup> نکته پراهمیتی می‌باشد چرا که در بیشتر پروژه‌ها با جایابی عملکردها در طبقه همکف و طبقات بعد از آن طرح‌ها بنا نهاده می‌شوند. که این امر سبب می‌شود تا طراحان یا از طبقه زیر زمین استفاده نکنند یا آن را برای عملکرد سکونتی در نظر نگیرند. می‌توان گفت که توصیه به استفاده از این بستر خدادادی برای ایجاد آسایش و صرفه جویی در مصرف انرژی نتیجه اصلی این نوشتار است.

با توجه به موارد اشاره شده در بالا می‌توان دلایل خنکی شوادون‌ها و همچنین خانه‌هایی که در دزفول از شوادون استفاده می‌کنند را به ترتیب روند استفاده به صورت زیر برشمرد.

۵-۱. تازه‌ترین هوای خنکی که در شوادون‌ها وجود دارد و مورد استفاده قرار می‌گیرد، هوایی است که از شب گذشته در شوادون نگهداری و ذخیره شده است. که با توجه به مقدار هوای خنکی که افراد خانواده نیاز دارند می‌توان حجم شوادون را تنظیم نمود. البته برای افزایش حجم هوای ذخیره شده از شبستان‌ها که در طبقه فوقانی شوادون واقع شده‌اند نیز استفاده می‌گردد.

۵-۲. ذخیره‌سازی پروت در جداره‌های شوادون نکته دیگری است که در وسط فصل تابستان قابل استفاده می‌باشد. در روزهای بسیار گرم که تامین هوای سرد برای شوادون به ندرت صورت می‌گیرد، خنکای جداره‌ها، هوای شوادون را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد و شروع به خنک کردن آن می‌کند (با تبادل حرارت جداره‌ها گرمای هوای شوادون را جذب می‌کنند).

۵-۳. در شهریورماه پس از مصرف سرمای ذخیره شده در جداره‌ها، ویژگی مطلوب دیگر شوادون که عامل دمای زمین است (همدمایی زمین و دمای آسایش که حدود ۲۵° درجه می‌باشد) به فعالیت می‌افتد و هوای شوادون را خنک می‌کند. حجم بستر اطراف شوادون به قدری زیاد و سنگین است که توانایی جذب دمای هوای آن را دارد. به گونه‌ای که دمایش از ۲۷° درجه تجاوز نکند تا تابستان به پایان برسد.

۵-۴. نکته مهم دیگر نقش دریچه‌های تخلیه هوای شوادون است که باید به اتاق‌ها و فضاهای بنا ختم شوند تا بتوانند شب هنگام جریان هوایی را در اتاق‌ها ایجاد کنند. (با دمای حدود ۲۸° درجه سانتیگراد) تا گرمای ذخیره شده در دیوارها (با توجه به اینکه توصیه‌های طراحی اقلیم به ساخت دیوارها با زمان تأخیر زیاد است) با سرعت مضاعف <sup>۱۱</sup> تخلیه شده و سرد شوند (تصویر ۹) در این حالت است که فضاهای ساختمان برای روز بعد حداقل ۸ ساعت قابل استفاده باشند.



راهروها به سمت شوادون هدایت نمود. تا پس از ذخیره سازی مورد استفاده واقع گردند.

- میزان اختلاف دمای به دست آمده بر حسب عمق های مختلف از زیرزمین ها نیز نکته قابل توجهی می باشد که می توان از آن بهره مند گردید. چنانچه در متن آورده شده اختلاف دمای سطح زمین با شوادون ها حدود ۲۰ درجه و با شبستان ها حدود ۱۷° درجه می باشد. این اختلاف ۳° درجه ای نشان می دهد در شرایطی که طراحان حفاری زیاد را ترجیح ندهند، می توانند به اهمیت اختلاف ۱۷° درجه ای شبستان های کم عمق توجه کرده و با حفاری کم زمین به آن مقدار خنکی قناعت نمایند. و یا اینکه همانند اغلب خانه های دزفول که در آنها از ترکیب یک شبستان بزرگ با شوادون کوچک استفاده می شده به گونه ای عمل نمایند که هوای سرد شبستان حجیم از شوادون کوچک تامین گردد (رک به شکل-۹).

● شوادون های ابنیه موجود، مورد بهسازی و راه اندازی مجدد قرار گیرند. البته لازم است در خصوص حل معضلات رطوبت و نشست آب در آنها راهکارهای مناسب فنی ارائه گردد.

● نکته دیگری که طراحان می توانند به آن توجه داشته باشند استفاده از دمای مناسب زمین است که مکش و انتقال هوای موجود در حفره های آن (مانند شوادون) برای خنک کردن فضاهای موجود در سطح زمین و یا حتی خنک کردن دستگاه های تاسیساتی و نظایر آن می تواند بسیار موثر باشد.

● امکان ذخیره سازی هوای سرد در شوادون ها نیز نکته مناسبی است که به دلیل سنگینی هوای سرد به راحتی میسر می گردد. برای این کار علاوه بر هوای سرد شب هنگام می توان هوای اضافی سرد حاصله از کولرها که معمولاً از درزهای درو پنجره به هدر می روند را با طراحی مناسب مسیرها و

### سپاسگزاری

مراتب سپاس و قدر دانی خود را جهت ویرایش و راهنمایی های جناب آقای دکتر جهانپور و کمک های جناب آقایان دکتر پور موسوی، مهندس دیده بان و مهندس میثاقیان ابراز می نمایم.

### پی نوشت ها:

- ۱ Conglomerate نام نوعی از جنس بستر زمین است که به دلیل دانه بندی مناسب شن و ماسه و ترکیبات آهکی؛ در معرض رطوبت زمین بسیار سخت میشود که به آن بتن طبیعی نیز می گویند.
- ۲ شبستان: زیرزمینی که برای استراحت و زندگی نیز طراح شده باشد.
- ۳ (Shautapwata).
- ۴ در این کتاب از شوادون آغامیر نام برده شده که صحن آن هشت ضلعی می باشد.
- ۵ Kat.
- ۶ Taal.
- ۷ در این کتاب آمده است در عمق ۲۰ متری زمین دیگر تغییر دمای طبیعی وجود ندارد.
- ۸ سازمان هواشناسی سال ۱۹۹۹.
- ۹ Galoneh ابرهایی که در تابستان بسیار نزدیک به نظر می رسند را به لهجه محلی گلونه می گویند.
- ۱۰ در شب جریان هوایی که از شوادون خارج می شود (از داخل) به همراه جریان طبیعی هوا (از خارج) با سرعت مضاعف گرمای جذب شده جداره ها را تخلیه می کند.
- ۱۱ البته تامین نور طبیعی مناسب برای چنین فضاهایی نباید از نظر دور مانده شود.

### فهرست منابع:

- افشار سیستانی، ایرج (۱۳۷۳)، خوزستان و تمدن دیرینه آن، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، تهران.
- امام (اهوازی)، سید محمدعلی (۱۳۸۲)، تاریخ جغرافیایی دزفول، دارالمومنین، دزفول.
- پ. بلووش، بومرول (۱۳۶۹)، مبانی زمین شناسی، دانشگاه تهران، تهران.
- پورعلی، حسنعلی (۱۳۷۴)، دزفول، افروز، تهران.
- جزایری، علامه سید عبدالله (۱۳۸۴)، تذکره شوستر، معتبر، اهواز.
- دیولافوا، ژان (۱۳۶۴)، ایران کده و شوش، فره وشی، دانشگاه تهران، تهران.
- رازجویان، محمود (۱۳۶۷)، آسایش بوسیله معماری همساز با محیط، دانشگاه ملی ایران، تهران.
- رحیمی، فرنگیس و ربوبی (۱۳۵۳)، شناخت شهر و مسکن بومی در ایران اقلیم گرم و نیمه مرطوب دزفول و شوستر، انجمن دانشجویان دانشگاه تهران، تهران.
- علیزاده (۱۳۷۹)، هوا و اقلیم شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
- عنایت اله، رضا (۱۳۷۷)، شهرهای ایران در روزگار پارتیان و ساسانیان، علمی فرهنگی، تهران.
- قبادیان، وحید و مهدوی (۱۳۸۲)، طراحی اقلیمی، دانشگاه تهران، تهران.
- قبادیان، وحید (۱۳۸۴)، بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، دانشگاه تهران، تهران.
- کسمایی، مرتضی (۱۳۶۷)، اقلیم معماری، شرکت خانه سازی ایران، تهران.
- مباشری، محمدرضا (۱۳۷۹)، آشنایی با فیزیک هوا، آستان قدس رضوی، مشهد.
- مدنی، حسن (۱۳۷۴)، زمین شناسی عمومی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- معماریان، غلامحسین (۱۳۷۲)، آب انبارهای یزد، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
- هاریس، رابرت بایرت (۱۳۷۷)، هواشناسی عمومی، دانشگاه تهران، تهران.