آموزش کاربردی

طراحی و محاسبات داکت اسپلیت و VRF

پروژه محور

همراه با نکات اجرایی

سرفصل های مهم:

- محاسبات داکت اسپلیت
- انتخاب دریچه اسلوت
- آموزش انتخاب دریچه با نرم افزار
- سایزینگ کانال با نرم افزار
- نکات اجرایی و نصب VRF
- سایزینگ لوله کشی VRF
- حل پروژه ۱۰۰ تا داکت اسپلیت و VRF

مؤلف: مهندس مجید رحیمی

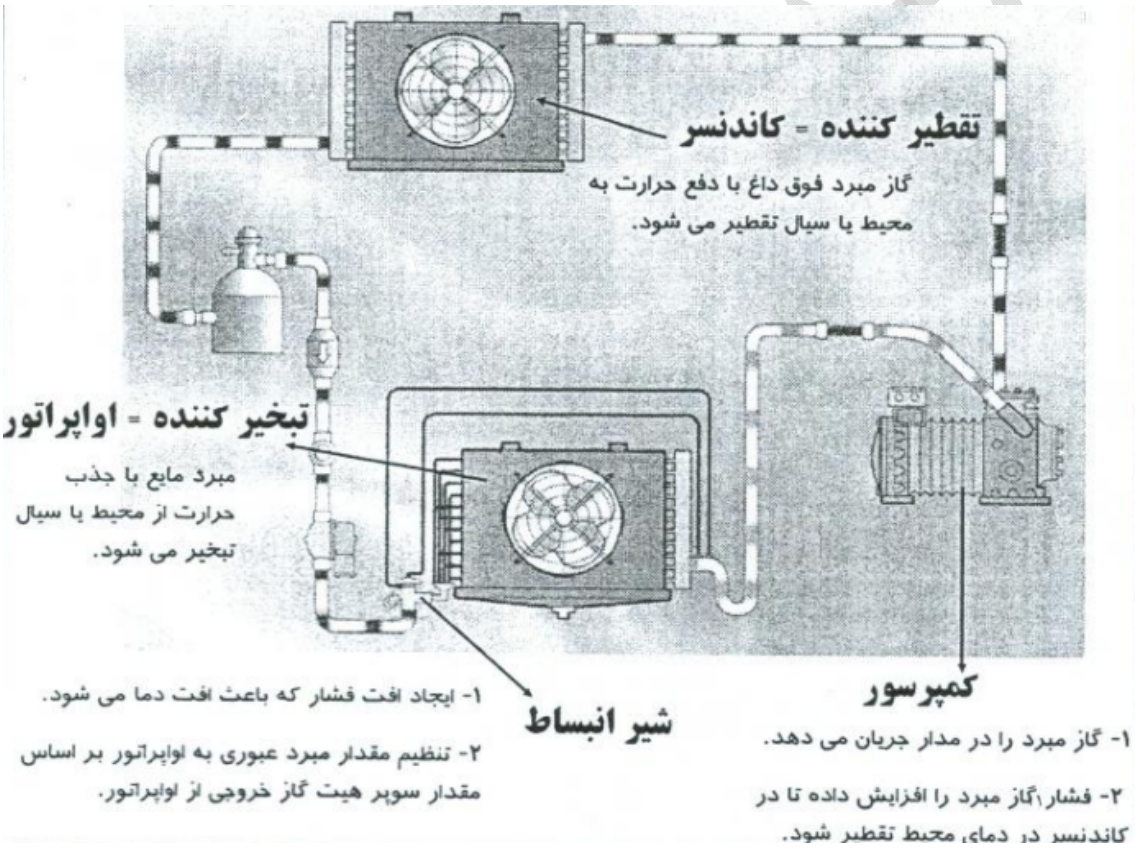
مشاور، طراح، ناظر و

مدرس تأسیسات مکانیکی

www.ganjinetasisat.com

سیکل تبرید تراکمی :

کمپرسور گاز مبرد را در سیستم جریان داده و فشار گاز را افزایش می دهد. چون فشار گاز افزایش یافته است لذا گاز مبرد در مبدل حرارتی (کندانسور) در دمای محیط تقطیر شده و به مایع تبدیل می شود. این مایع فشار بالا از کندانسور خارج شده و به شیر انبساط می رسد، شیر انبساط افت فشار شدید در مسیر این مایع ایجاد کرده و فشار مایع کاهش یافته و در نتیجه دمای آن کاهش می یابد. در اثر این افت فشار مقداری از مبرد مایع به گاز تبدیل شده و مخلوط گاز و مایع وارد اواپراتور می شود. در اواپراتور گرمای سیال خنک شونده به مایع مبرد منتقل شده و چون فشار این مایع پایین است لذا در دمای پایینتری تبخیر می شود. مبرد مایع با گرفتن گرمای نهان خود از سیال خنک شونده، تبخیر می شود و سیال خنک شونده نیز چون حرارت خود را از دست داده است سرد می شود.کمپرسور مبرد تبخیر شده در اواپراتور را مکش کرده و مجددا در سیکل جریان می دهد.



اساس کار اسپلیت، داکت اسپلیت، VRF،روفتاپ پکیج و کلیه سیستم های برودتی بر مبنای سیکل کارکرد تبرید تراکمی تشریح شده می باشد.

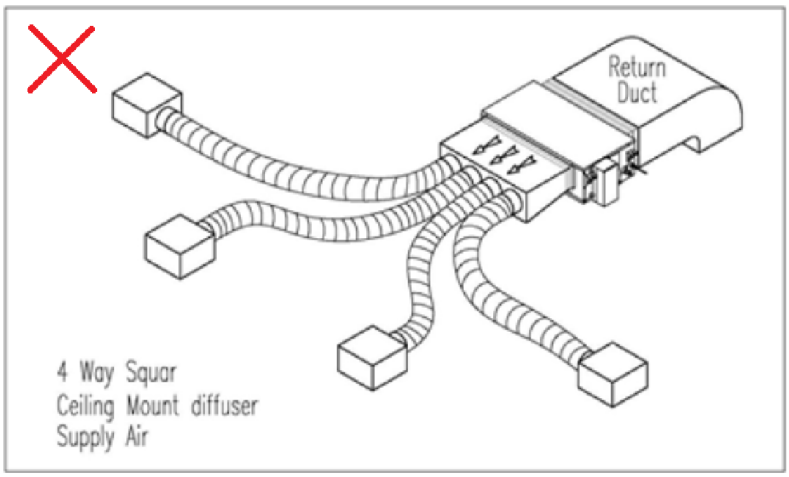
ضوابط کانال کشی داکت اسپلیت :

برای انتقال هوای تهویه شده از داکت اسپلیت باید حجم مناسب هوای از طریق مجاری که طبق محاسبات تعیین می شوند به فضاهای مورد نظر منتقل شده و یا به طریقی در سطح فضا توزیع شود. برای این منظور انواع کانال با مواد و مقاطع مختلف به کار برده می شوند.

نکته : تحت هیچ شرایطی از کانال های Flexible به تنهایی استفاده نکنید. زیرا که طبق مقررات ملی ساختمان مبحث 14 استفاده بیشتر از 4.25 متری از این کانال افت زیادی را برای فن دستگاه هوارسان ایجاد می کند که معمولا دستگاه قادر نخواهد بود افت فشار ایجاد شده را جبران کند .

در زمان طراحی باید تاجایی ممکن از کانال انعطاف پذیر (فلکسیبل) پرهیز کرد، بدین جهت که به واسطه انعطاف پذیر بود و اعواج داخل آنها و اجرای دقیق که با کمترین فشردگی اجرا شود تا افت فشار کانال بالاتر نرود و حد الامکان با طول بسیار بسیار کوچک اجرا شود.

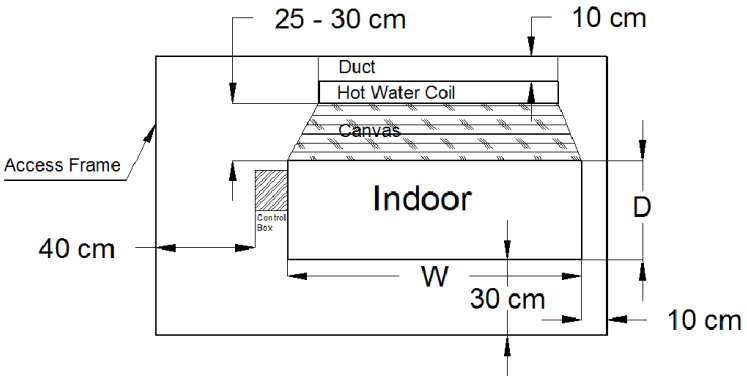
در تصویر زیر، یکی از طرح و اجراهایی می باشد که به هیچ عنوان توصیه نمی شود، بدین دلیل که ماکزیمم **طول مجاز کانال انعطاف پذیر 4.25 متر در حالت غیر فشرده و بدون هیچگونه خمی می باشد**، لذا در عمل باتوجه به اینکه تعداد خم ها بیشتر می شود و فشردگی کانال زیاد خواهد شد، **افت فشار مسیر بالا می رود و هنگامی که فشار استاتیک بالاتر برود، میزان هوادهی دستگاه طبق گراف فن سازنده کاهش پیدا خواهد کرد و به تبع مسیر و دریچه هایی که افت فشار بیشتری دارند هوایی کمتری از آنها خارج می شود.**



جانمایی دستگاه داکت اسپلیت :

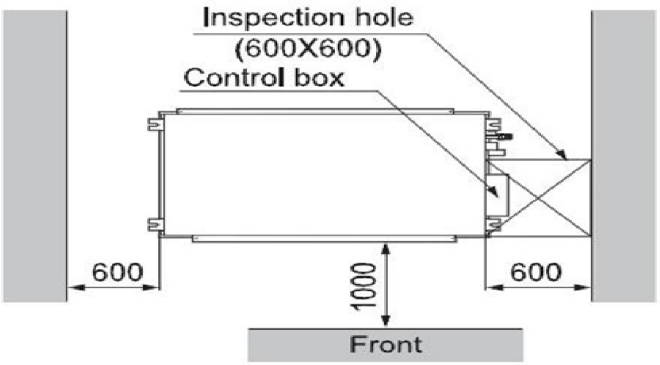
جانمایی دستگاه باید طوری باشد که ابعاد آن و فضای دسترسی اتصالات رعایت گردد.

باتوجه به ابعاد دستگاه از هر طرف 10 الی 20 سانتی متر و از ارتفاع تا سقف کاذب 5 الی 10 سانتی متر فضای دسترسی نیاز می باشد.



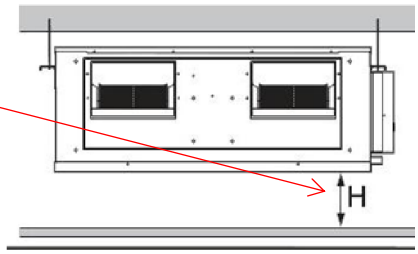
در مواقعی که کانال برگشت ترسیم می گردد دریچه دسترسی به صورت بسته باشد و از هیچ جایی درز نداشته باشد و در مواقعی که کانال برگشت ترسیم نمی گردد دریچه دسترسی مشبک می بایستی نصب گردد.

جانمایی دستگاه ها تا حد امکان می بایستی در فضایی که تهویه خواهد شد قرار گیرد و در صورتی که غیر اینصورت باشد می بایستی جهت برگشت هوا از کانال برگشت استفاده شود مانند: (آشپزخانه، راهرو، سرویس ها و ...)



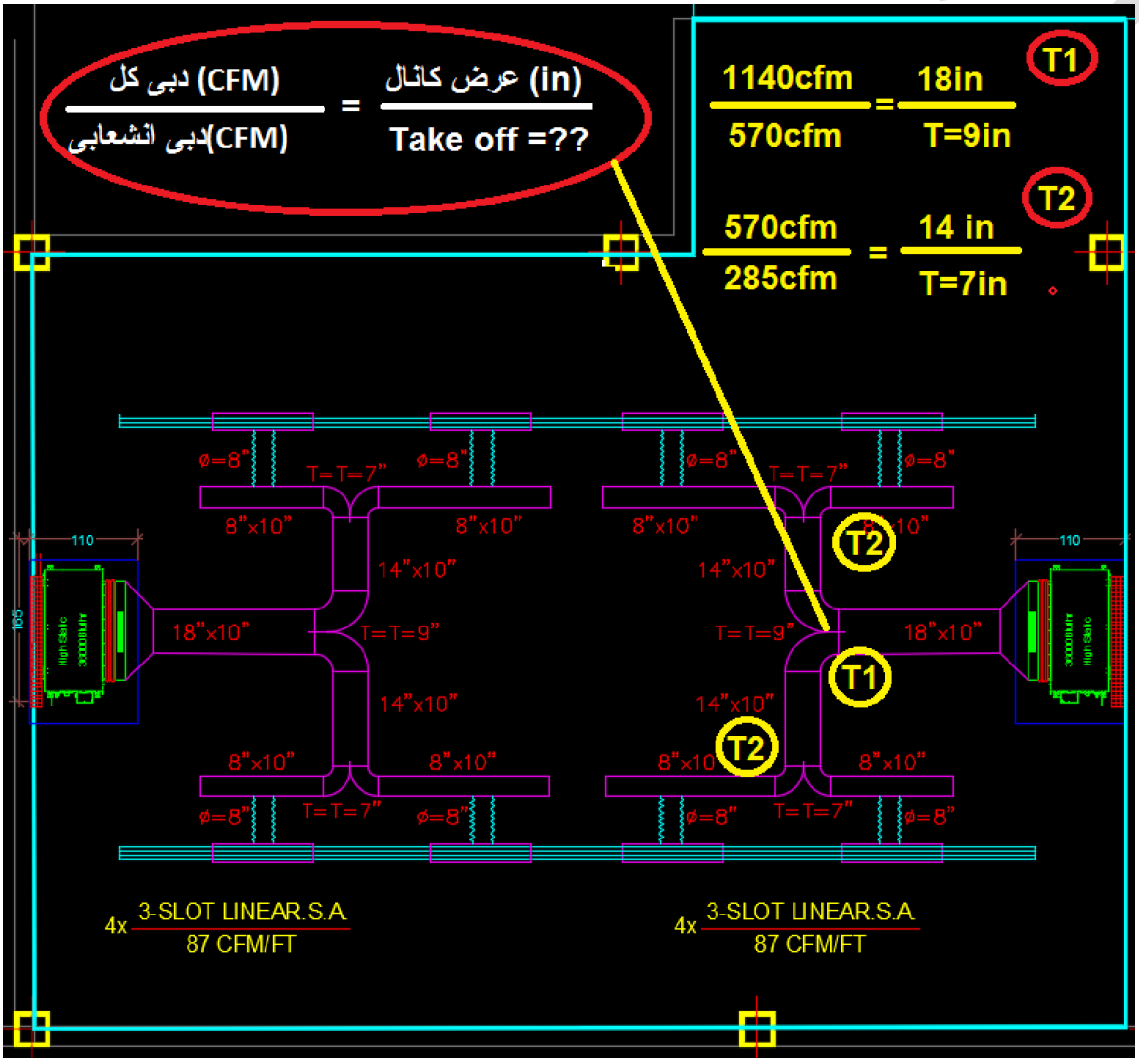
[Inspection Hole Standard]

Number of Inspection hole	Distance between False ceiling & Actual ceiling	Remarks
1	More than 100cm	Sufficient space in the ceiling for servicing.
2	20cm to 100cm	Insufficient space. Difficult for servicing
Hole size should be more than the size of IDU.	Less than 20cm	Minimum height for motor replacement.

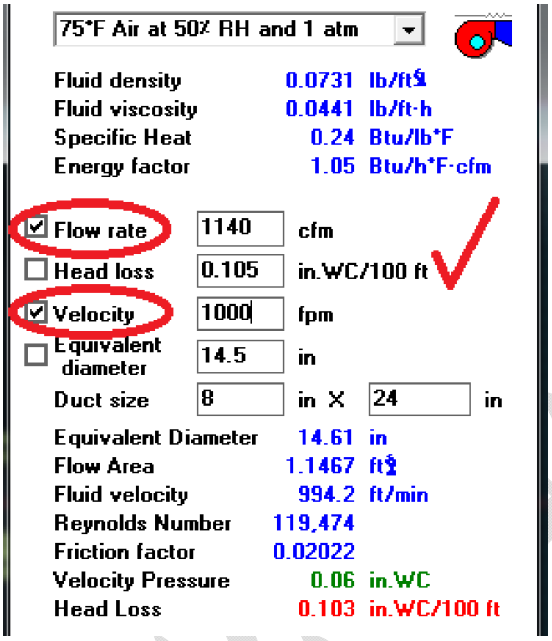


مثال شماره دو: در یک مغازه تجاری 100 متری دو دستگاه داکت اسپلیت 36 هزار بی تی یو بر ساعت جانمایی شده است، نوع دریچه استفاده شده اسلوات می باشد و مانند مثال قبل میزان هوادهی دریچه مشابه قبل می باشد، در این مثال قصد خواهیم داشت روش انشعاب گیری برای هر دریچه از کانال اصلی را محاسبه و سایز کنیم.

تنها تفاوت در این مثال با مثال قبل در این می باشد که بخاطر جانمایی دستگاه نسبت به دریچه ها، بعد از حرکت مستقیم کانال، کانال به دو قسمت تقسیم خواهد شد، لذا برای محاسبه تیک آف بدین شکل عمل خواهیم کرد:



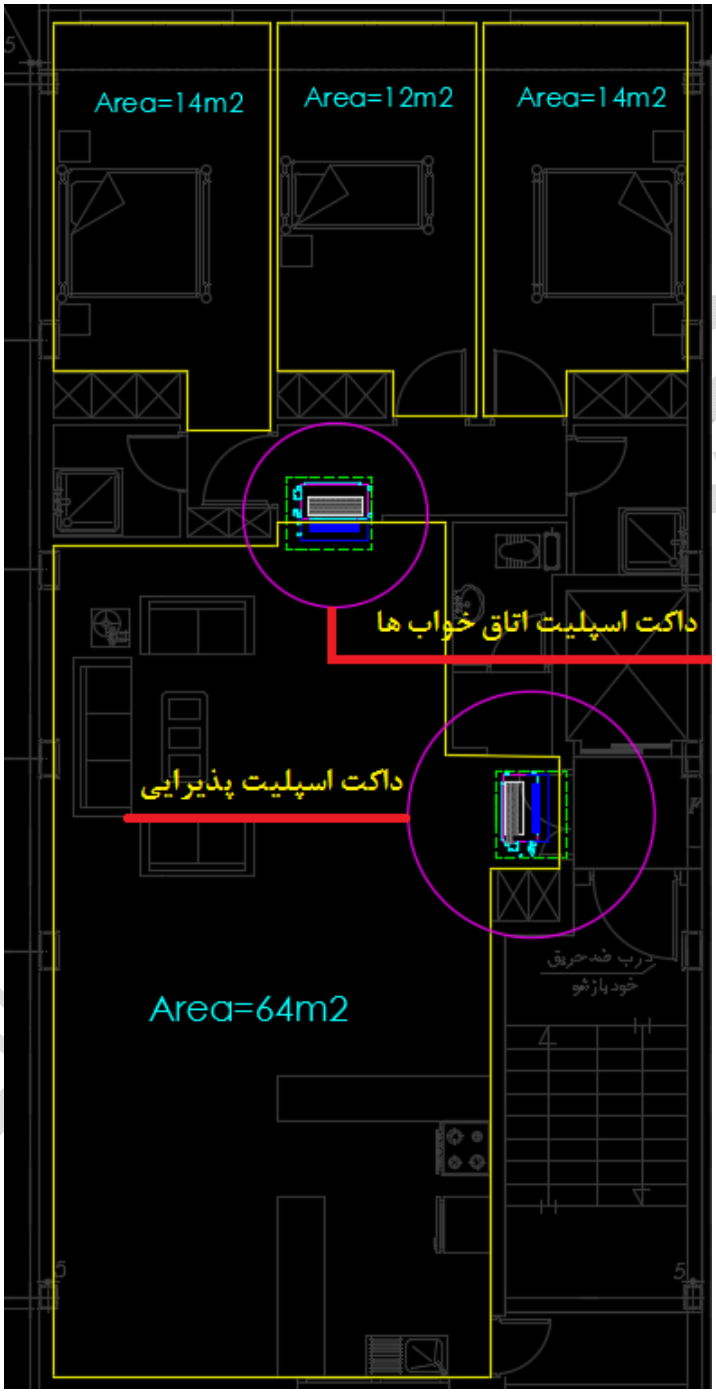
پس از سایز دریچه، با سرعت 1000FPM و هوادهی 1140CFM وارد نرم افزار خواهیم شد، ابتدا با دو پارامتر ارایه شده نرخ افت فشار محاسبه می گردد، سپس برای سایزینگ کلیه شبکه کانال کشی با ثابت کردن این گزینه سایزینگ شبکه کانال کشی محاسبه می گردد.



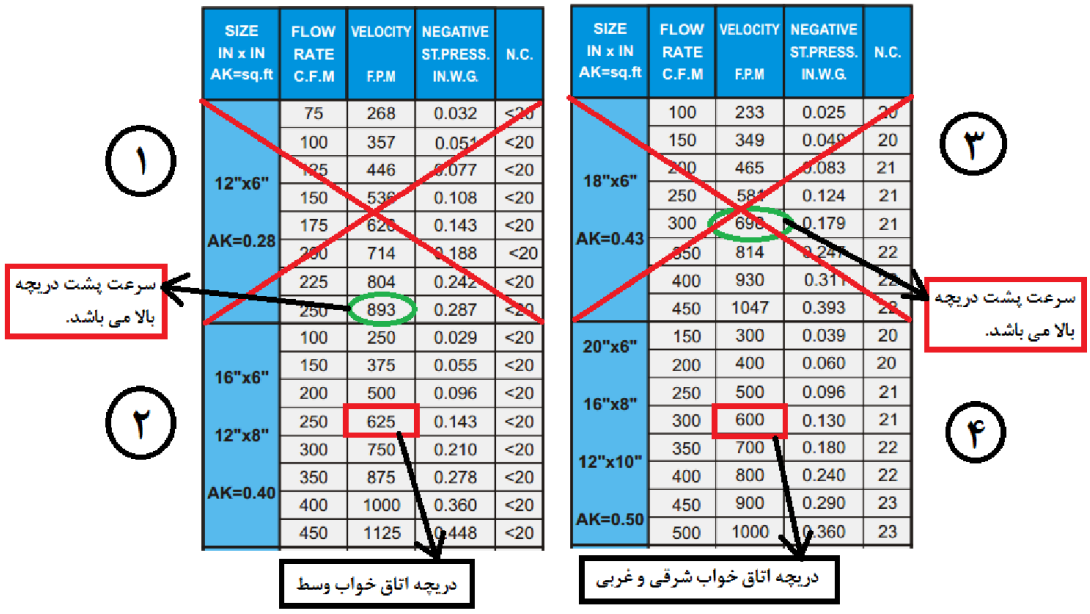
نرم افزار داکت سایزر

طبق مطالب قبلی ارایه شده در دستگاه های متوسط و بزرگ داکت اسپلیت ارتفاع کانال کشی متصل به دستگاه 8 تا 10 اینچ می تواند در نظر گرفته شود، لذا با هوادهی 1140cfm و نرخ افت فشار ثابت بدست آمده 0.105in.wc/100ft و با وارد کردن ارتفاع کانال، عرض کانال توسط نرم افزار محاسبه می گردد.

پروژه 3: در یک واحد مسکونی 3 اتاق خواب و یک پذیرایی و آشپزخانه در شهر تهران وجود دارد، طبق مطالب قبلی که بدان پرداختیم با بررسی پلان و ضرورت کاهش صدا و استقلال نسبی دمای فضاها از یک دستگاه داکت اسپلیت برای پذیرایی و آشپزخانه و از یک داکت اسپلیت برای اتاق خواب ها استفاده می گردد.



همانطور که مشاهده می کنید در حالت اول با هوادهی 250cfm سرعت پشت دریچه 893 fpm بدست می آید که این دریچه مناسب نمی باشد (سرعت پشت دریچه اگر بیشتر از موارد اشاره باشد اصطلاحا دریچه زوزه می کشد). لذا حالت دوم را مورد بررسی قرار می دهیم که در این حالت سرعت دریچه در رنج بهینه می باشد (لذا از بین دو دریچه پیشنهادی 16 در6 یا 12 در 8 باید دریچه ی انتخاب گردد که طول و عرض آن متناسب با معماری فضا باشد که در این پروژه به جهت اینکه تبدیل پشت دریچه خیلی بزرگ نشود دریچه 12 در 8 اینچ انتخاب می گردد).



SIZE IN x IN AK=sq.ft	FLOW RATE C.F.M	VELOCITY F.P.M	NEGATIVE ST.PRESS. IN.W.G.	N.C.
12"x6" AK=0.28	75	268	0.032	<20
	100	357	0.051	<20
	125	446	0.077	<20
	150	536	0.108	<20
	175	625	0.143	<20
	200	714	0.188	<20
	225	804	0.242	<20
	250	893	0.287	<20
16"x6" 12"x8" AK=0.40	100	250	0.029	<20
	150	375	0.055	<20
	200	500	0.096	<20
	250	625	0.143	<20
	300	750	0.210	<20
	350	875	0.278	<20
	400	1000	0.360	<20
	450	1125	0.448	<20

SIZE IN x IN AK=sq.ft	FLOW RATE C.F.M	VELOCITY F.P.M	NEGATIVE ST.PRESS. IN.W.G.	N.C.
18"x6" AK=0.43	100	233	0.025	20
	150	349	0.049	20
	200	465	0.083	21
	250	581	0.124	21
	300	698	0.179	21
	350	814	0.247	22
	400	930	0.311	22
	450	1047	0.393	23
20"x6" 16"x8" 12"x10" AK=0.50	150	300	0.039	20
	200	400	0.060	20
	250	500	0.096	21
	300	600	0.130	21
	350	700	0.180	22
	400	800	0.240	22
	450	900	0.290	23
	500	1000	0.360	23

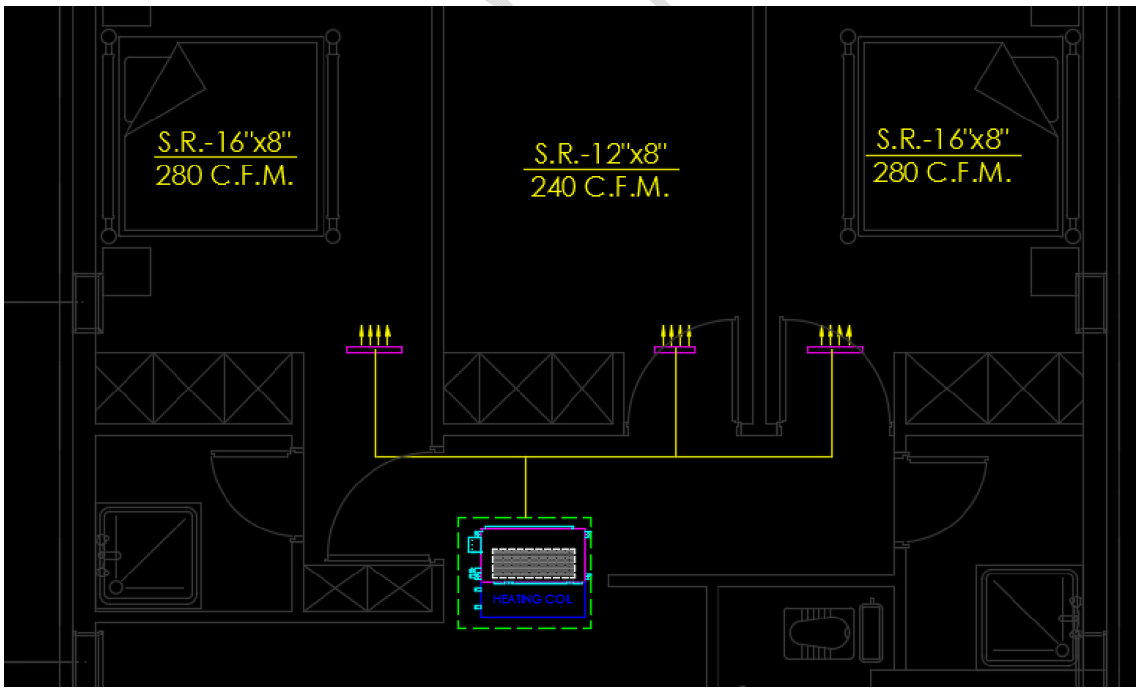
برای انتخاب دریچه اتاق خواب شرقی و غربی در حالت سوم، با داشتن میزان هوادهی به اتاق که 280cfm می باشد، سرعت پشت دریچه نزدیک به 698 fpm می باشد که قدری از حالت بهینه دور خواهیم شد، لذا در حالت چهارم با بزرگتر شدن دریچه قطعا سرعت پشت دریچه کاهش پیدا خواهد کرد، که در حالت چهارم سرعت پشت دریچه با 280cfm چیزی در حدود 580fpm می باشد (دریچه 16 در 8)

همیشه بیاد داشته باشید ابتدا دریچه انتخاب می گردد و بعد از آن سایز کانال بدست می آید و در انتها با تبدیل یا زانو تبدیل، کانال به دریچه متصل می گردد.

مراحل انتخاب دریچه با استفاده از نرم افزار کارخانه شاهرخی:

از خانواده دریچه های دیواری یکطرفه ثابت با وارد کردن میزان هوادهی و سرعت پشت دریچه، نرم افزار دریچه های پیشنهادی را پیشنهاد می دهد.

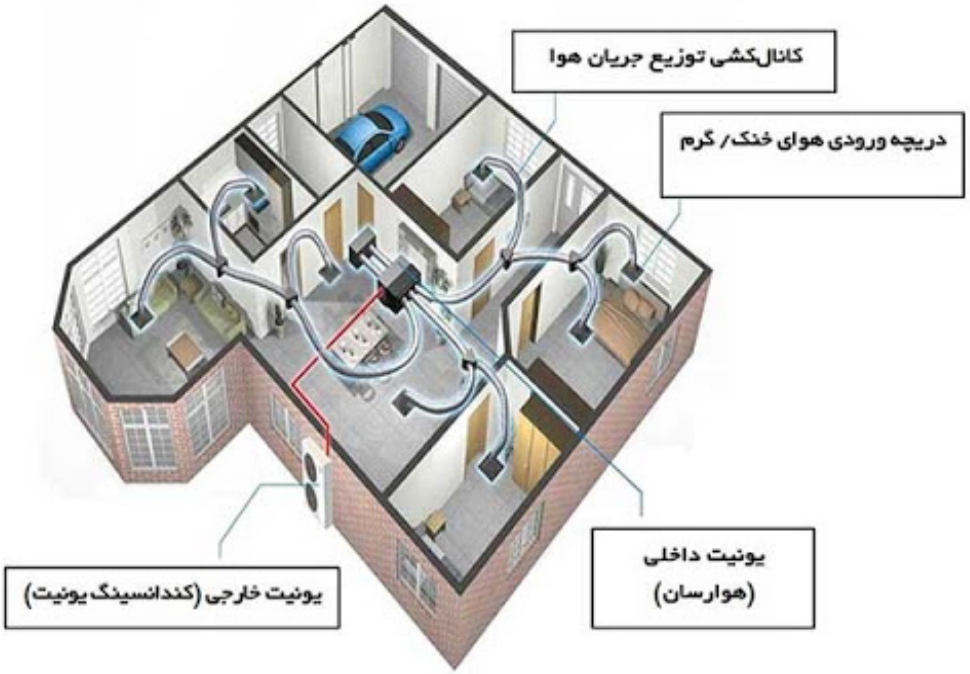
بعد از انتخاب دریچه از روی کاتالوگ با نرم افزار، اقدام به کانال کشی خواهیم کرد، لذا با در داشتن میزان هوادهی و سرعت بهینه داخل کانال، سایزینگ کانال ها انجام می گردد. لذا ابتدا مسیر تک خطی کانال روی نقشه ترسیم می گردد.



اشتباهات رایج در طراحی و اجرا داکت اسپلیت:

باتوجه به اینکه دستگاه های داکت اسپلیت، فن های آنها قادر به غلبه بر فشارهای استاتیک زیادی نمی باشد، پیشنهادی می گردد هیچگاه از سر دستگاه به مانند این تصویر از کانال های فلکسیبل استفاده نگردد، این کانال ها به ازای هر خم افت فشار زیادی را ایجاد می کنند که فن باید بتواند به این افت غلبه کند تا بتوان هوادهی مورد نظر هر فضا تامین گردد، در غیر اینصورت به لحاظ بالانسینگ جریان هوا هوای مناسبی از دریچه ها خارج نشده و به آسایش نسبی نخواهیم رسید.

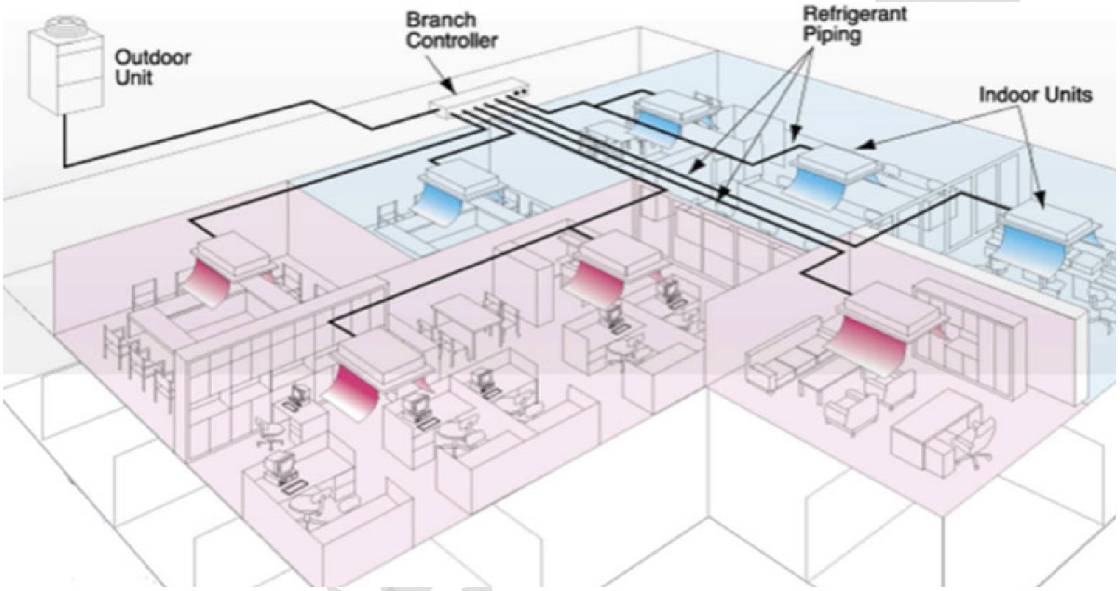
این روش تنها مزیتی که دارد و باعث می شود بعضا مجریان عزیزان بدان روی بیاورند، اجرا سریعتر و پیش عایق بودن می باشد ولی در عمل هیچگاه این روش خروجی هوادهی مناسبی ندارد و به فن دستگاه فشار زیادی خواهد آورد.



سیستم VRF چیست ؟

واژه VRF (Variable Refrigerant Volume) به معنای کنترل تغییرات حجم مایع مبرد براساس بار مورد نیاز می باشد بدین مفهوم که مقدار مایع مبرد باتوجه به نیاز سرمایشی و گرمایشی فضاها به صورت هوشمند و مجزا تغییر می کند. واژه های دیگر همچونVRV,DVM.Multi v هیچ تفاوتی با سیستم VRF نمی کنند و هر کدام نام تجاری محصولات یک برند می باشد که اساس کار همه ی این دستگاه ها یکسان می باشد.

دراین سیستم تنها با قرار گرفتن یک یونیت خارجی با ظرفیت مورد نیاز و تغذیه تعداد یونیت های داخلی مطابق با همان ظرفیت می توان سرمایش و گرمایش پروژه را تامین نمود.

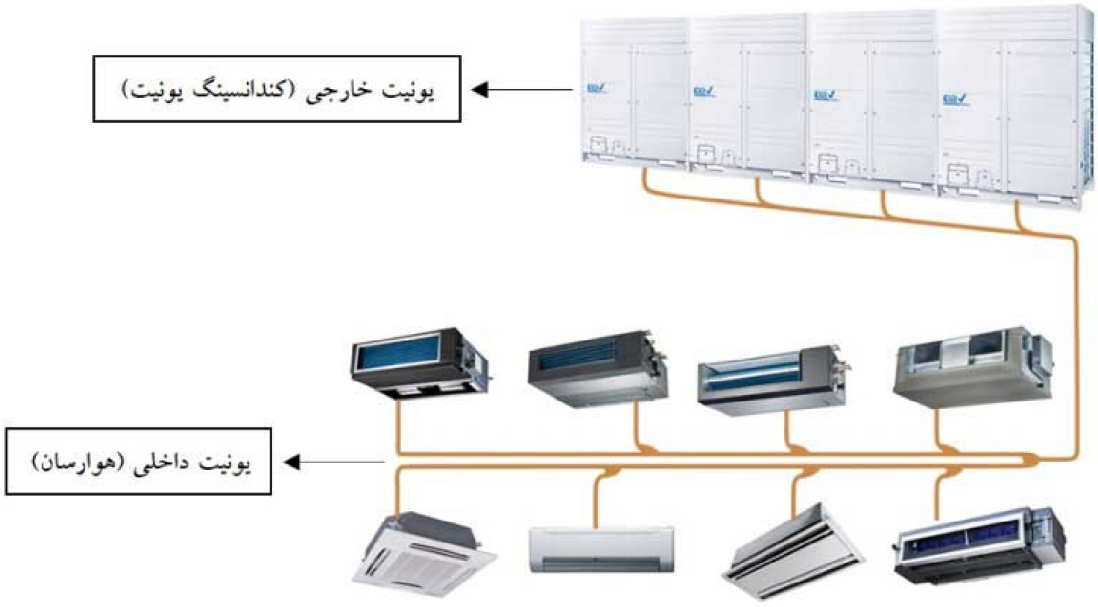


سیستم VRF براساس نوآوری های زیر طراحی و ساخته شده اند:

1- جریان متغیر مبرد در سیستم

2- لوله کشی طولانی رفت و برگشت مبرد به فضاهای مختلف

3- کنترل های پیشرفته



در سیستم VRF مجموع کل طول لوله کشی که می توان در سیستم اجرا کرد 1000 متر متر می باشد که این موضوع نسبت به اسپلیت و داکت اسپلیت بسیار بیشتر بوده و همین عامل سبب می گردد که تعدد دستگاه های خارجی بر روی پشت بام های محدود، کاهش یابد.

مزایا سیستم VRF :

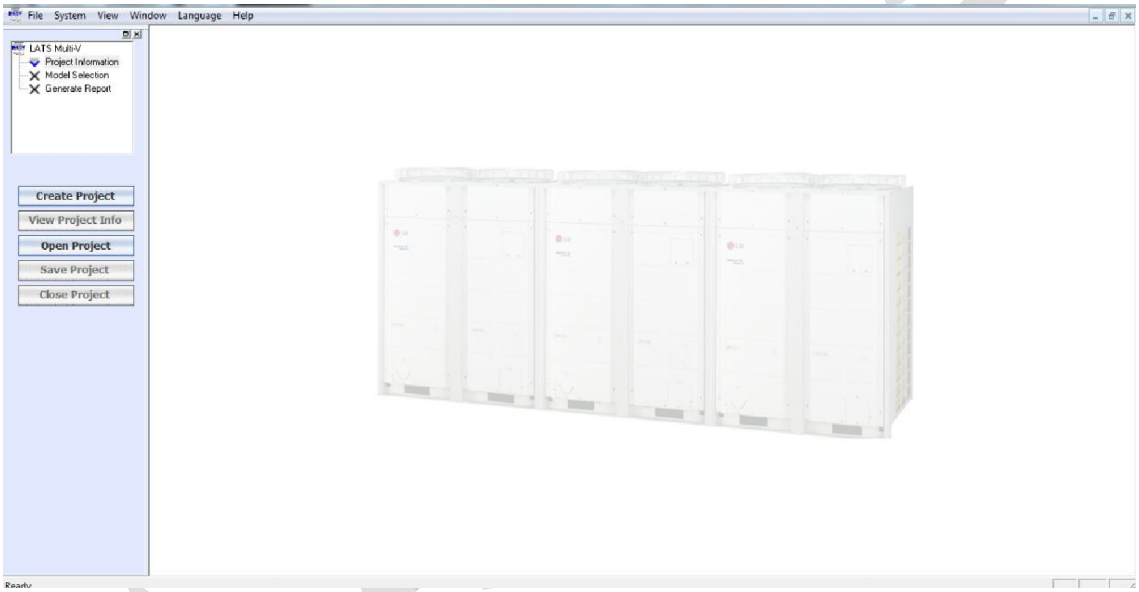
1. ملاحظات زیست محیطی: مبرد مورد استفاده در سیستم VRF، R410a یا R407c می‌باشد که این گازها باعث تخریب لایه ازون نمی‌گردند.
2. نوسان کمتر دما در فضاهای داخلی
3. طول لوله‌کشی بالا بین اجزا مختلف سیستم
4. امکان تنظیم اختصاصی دمای هر یک از فضاها
5. ضریب عملکرد بالا (COP): ضریب عملکرد اسپلیت‌های مجهز به تکنولوژی VRF به 3.8 می‌رسد.
6. حجم کوچکتر کندانسور نسبت به سیستم‌های مشابه
7. عدم اشغال فضا در موتورخانه (آزاد سازی فضای پارکینگ)- اما این به معنای حذف کامل موتورخانه نخواهد بود و کما فی سابق برای تامین آبگرم مصرفی و اطفا و آبرسانی نیازمند موتورخانه خواهیم بود و فقط موتورخانه کوچکتر خواهد شد.

سایزینگ لوله های VRF با استفاده از نرم افزار LG :

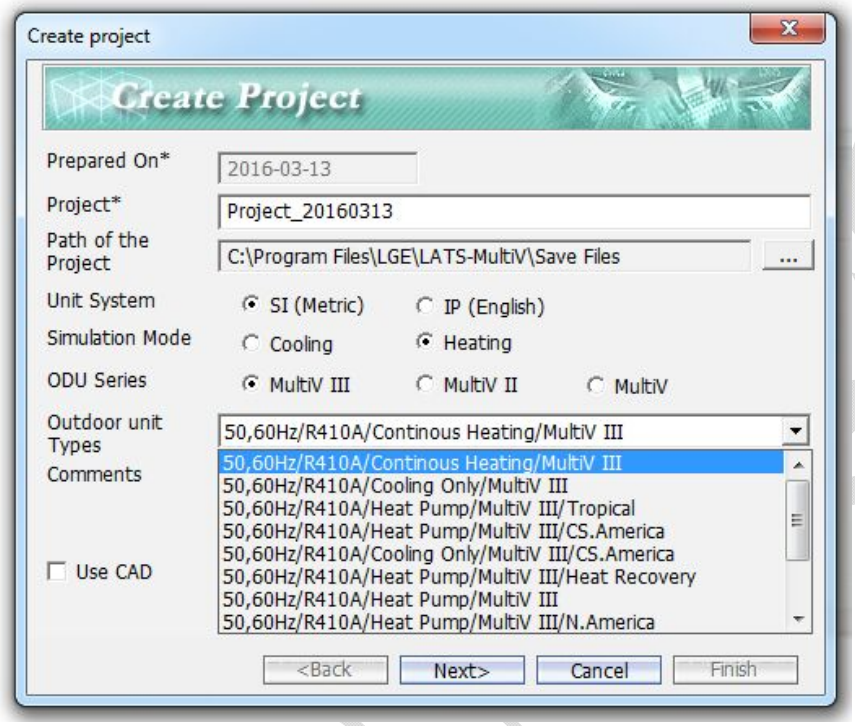
نرم افزار سایزینگ و طراحی سیستم VRF ال جی در فایل های ضمیمه قرار داده شده است، اما بیاد داشته باشید که طراحی که شما عزیزان انجام می دهید مورد قبول هیچ یک از شرکت های وارد کننده نمی باشد و آنها طراحی را گارانتی می کنند که خودشان طراحی و اجرا کنند.

لذا استفاده از این نرم افزار صرفا فقط به جهت معرفی کلیات این نرم افزار می باشد که نحوه عملکرد به چه شیوه ی می باشد. اصول کلیات سایزینگ لوله کشی بر مبنای مواردی می باشد که به روش دستی سایز گردید (ترجمه دستورالعمل نصب VRF شرکت بوش ترجمه شرکت کار و اندیشه)

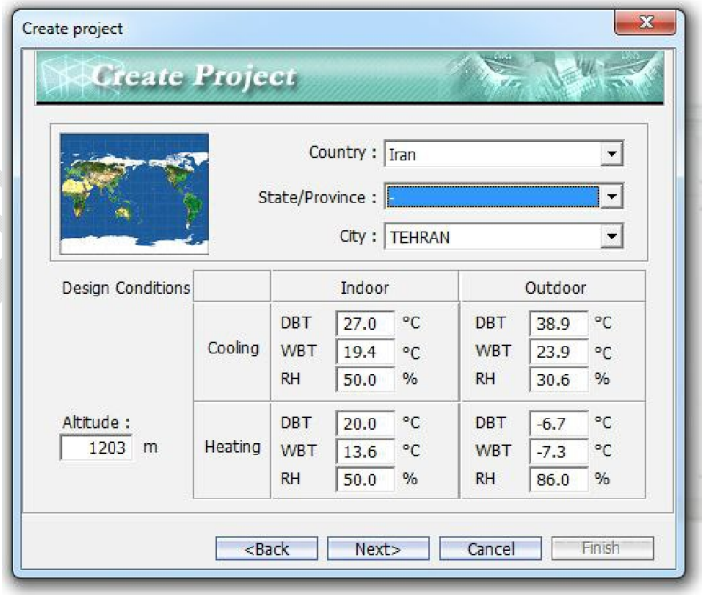
در قدم اول نرم افزار را باز کرده و سپس create project را انتخاب می‌کنیم.



در این قسمت اسم پروژه تعیین شده و مطابق تصویر نسل دستگاه، مود طراحی، سیستم اندازه گیری و نوع (Type) یونیت خارجی را انتخاب می گردد.

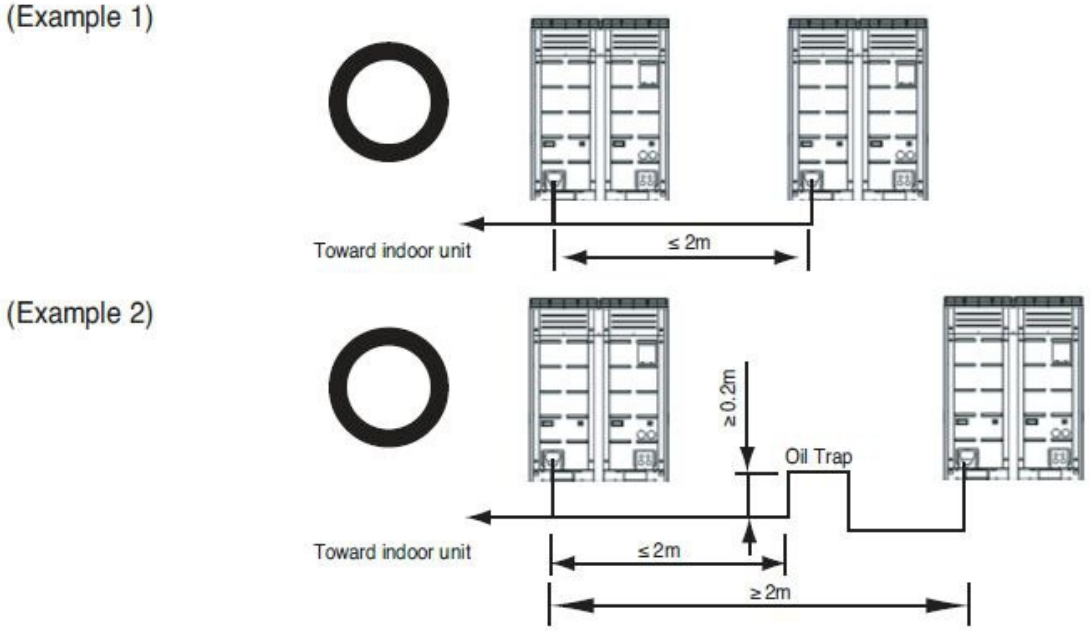


سپس شهر مورد نیاز از کشور خود را انتخاب کرده و در صورت نیاز دماهای طراحی را هم می‌توانیم تغییر دهیم.



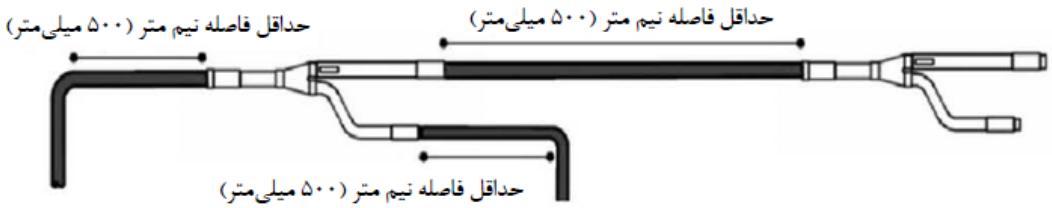
در جوشکاری لوله مسی بشدت می‌بایست از جوش سر به سر و یا جوش دادن یک لوله روی لوله دیگر که لاله شده باشد، اجتناب کرد.

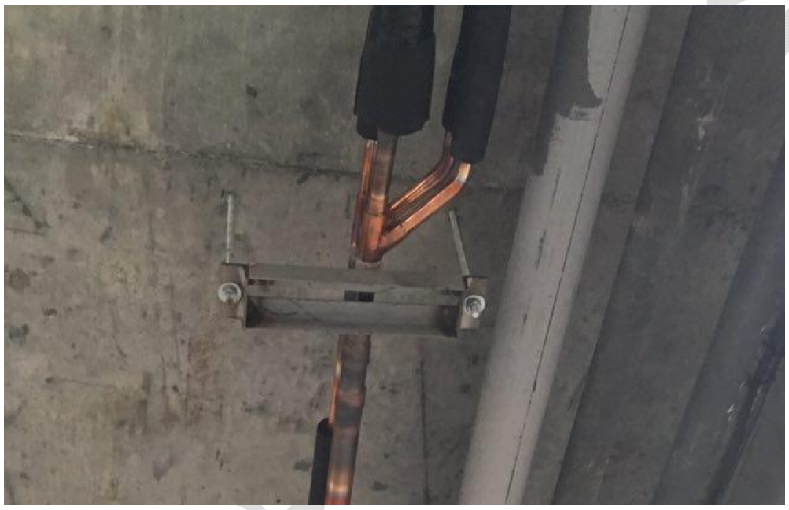
در زمان جوشکاری یونیت خارجی در صورتی که فاصله دو یونیت خارجی بیش از 2 متر باشد، مطابق شکل از تله روغن استفاده می شود.

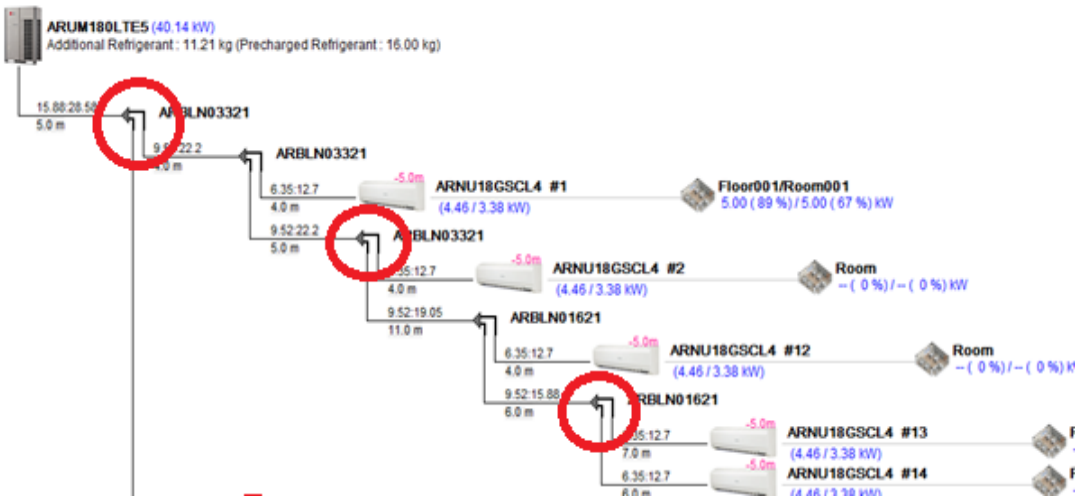


ملزومات نصب انشعابات:

1. تا 500 میلیمتر بعد از هر انشعاب نمی توان انشعاب و یا خم 90 درجه نصب کرد.
2. برای اطمینان از تقسیم مبرد باید فاصله های مشخص شده در تصویر زیر یعنی 500 میلی متر فاصله بین هر انشعاب با انشعاب و یا خم 90 درجه بعدی رعایت گردد.

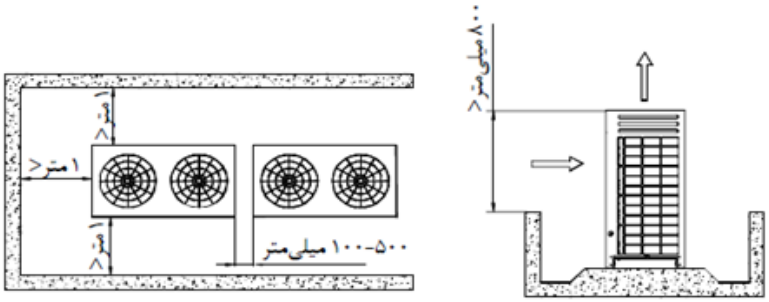




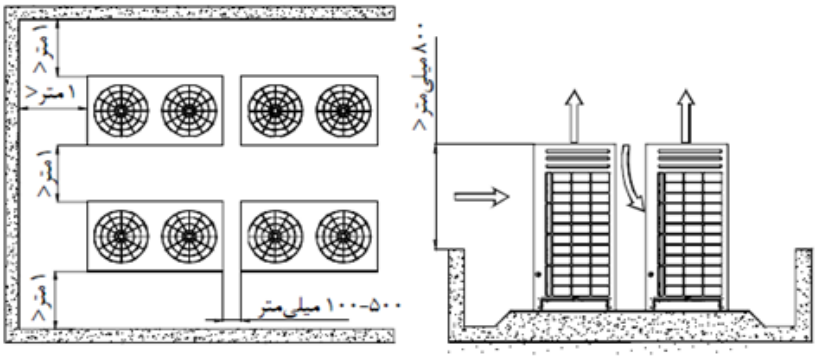


فضای نصب لازم برای یونیت های خارجی :

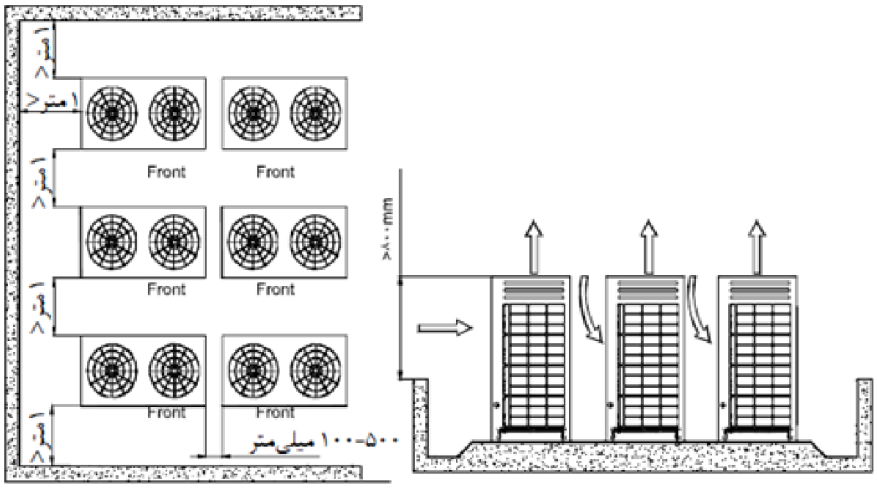
یک ردیفه



دو ردیفه

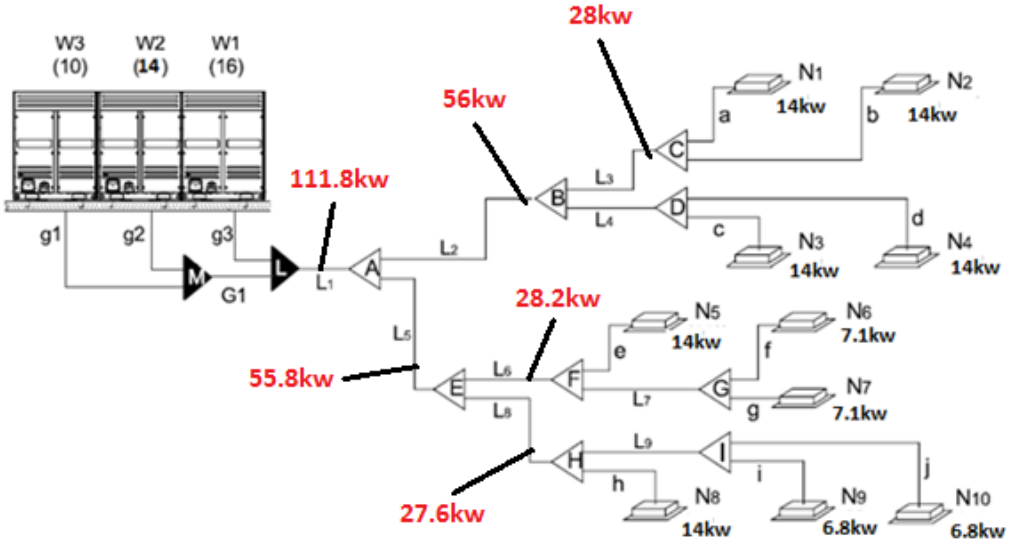


بیش از دو ردیف



انتخاب لوله کشی مبرد:

لوله اصلی L1 ، لوله داخلی اصلی L2-L9، انشعاب داخلی A-L را نیز با کمک جدول مربوط به آن انتخاب می شود.



جدول ۱۱. مشخصات لوله‌ها و انشعابات انتخاب شده برای مثال ارائه شده- قسمت سوم

لوله اصلی/لوله یونیت خارجی/ انشعاب	مدل	حداکثر طول معادل لوله≤۹۰متر خط مایع/خط گاز	طیف	انشعاب	رجوع به
g1	10HP	Φ12.7(پرچ)/Φ25.4(جوش)		/	جدول ۸
g2	14HP	Φ15.9(پرچ)/Φ31.8(جوش)		/	
g3	16HP	Φ15.9 (پرچ)/Φ31.8(جوش)		/	
G1	24HP	Φ19.1(جوش)/Φ38.1(جوش)	ترکیب دو یونیت خارجی	ODU-BJ02	
L_1	40HP	Φ19.1(جوش)/Φ38.1(جوش)	34-48HP	/	جدول ۶
L+M	/	/	ترکیب سه یونیت خارجی	ODU-BJ03	جدول ۸

ظرفیت کلی یونیت‌های داخلی را با ظرفیت کلی یونیت‌های خارجی مقایسه کرده و قطر لوله‌ها را مطابق با لوله‌های اصلی بزرگ‌تر در نظر بگیرید.

لوله اصلی در شکل 3 که ظرفیت یوینت های خارجی بالادست آن برابر 10+14+16=40hp است، مطابق جدول 6 برای خطوط گاز/ مایع به صورت Ø38.1/Ø19.1 می باشد. بنابراین با توجه به اینکه باید قطر بزرگتر را انتخاب کرد برای این شرایط لوله خطوط گاز/ مایع به صورت Ø38.1/Ø22.2 انتخاب می شود.