

معرفی و بررسی برج های

خنک کننده

شرکت آراکو

WWW.ARACO.IR



TA-97-31-01

WWW.ARACO.IR



معرفی و بررسی برج های خنک کننده

شرکت آراکو



✓ مشاوره، طراحی و محاسبات برج خنک کن

✓ اورهال، افزایش راندمان و بهینه سازی برج خنک کننده صنعتی و مسکونی

✓ فروش برج های خنک کننده صنعتی، مسکونی و تجاری (فایبرگلاس و بتونی)

✓ فروش قطعات (پکینگ، قطره گیر، فن، موتور و گیربکس) برج خنک کننده صنعتی

شرکت آراکو - محمد قربانعلی بیک

شماره های تماس :

۰۹۱۲۴۷۸۰۲۶۸

۰۲۱۶۶۵۶۱۹۷۴

۰۲۱۶۶۱۲۹۷۴۵

مرجع اطلاعات فنی در خصوص برج خنک کننده - کولینگ تاور

<http://cooling-tower.blog.ir>

ARA CO

وبسایت شرکت آراکو

<http://araco.ir>
WWW.ARACO.IR

آدرس : تهران - انتهای بلوار کشاورز - خیابان دکتر قریب - خیابان میرخانی نرسیده به میدان توحید - پلاک ۱۹۲ - واحد ۳

تلفن : ۰۲۱-۶۶۵۶۱۹۷۴

تلفن : ۰۲۱-۶۶۵۶۱۹۷۴

آدرس سایت : www.araco.ir

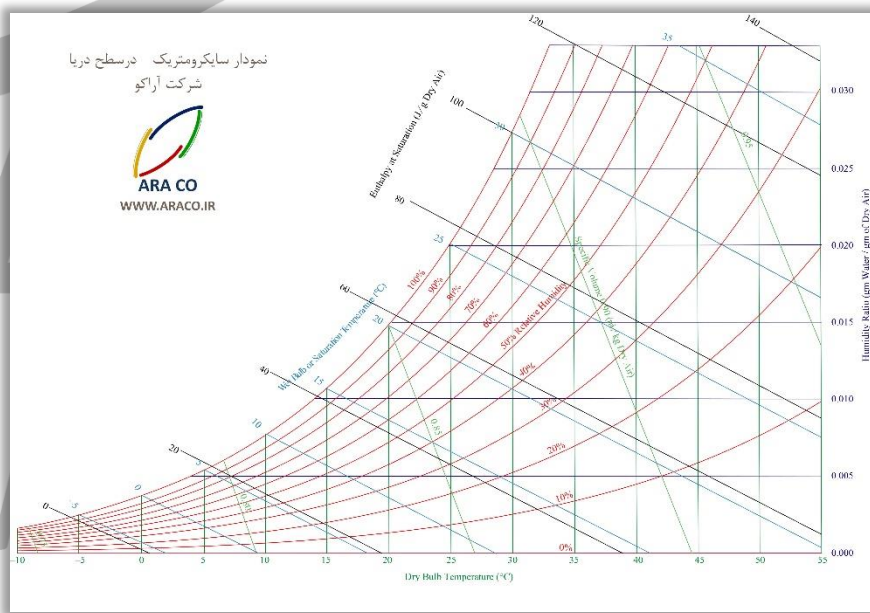
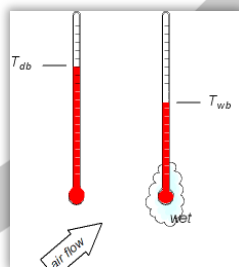
پست الکترونیک : Info@araco.ir



برج خنک کن (برج خنک کننده) چیست؟

به منظور آشنایی با اصول کارکرد برج خنک کن ابتدا باید با مفهوم دمای مرطوب آشنا شد. در مباحث مربوط به تهویه دمای خشک محیط دمایی است که به وسیله دماسنجی که در فضای باز و محلی دور از تابش مستقیم آفتاب قرار گرفته باشد، مشخص می گردد. دمای خشک محیط در هر منطقه طبق اطلاعات استخراج شده از ایستگاههای هواشناسی مربوطه، دارای میانگین حداقل و میانگین حداکثر می باشد که در محاسبات مربوط به تهویه به عنوان مرجع مورد استفاده قرار می گیرد.

تعریف دمای حباب مرطوب یا وت بالب (Wet Bulb): با توجه به تعریف بیان شده در خصوص دمای خشک، اگر به دور حباب دماسنجی، پارچه ای پیچانده، آنرا خیس کنیم و دماسنج را بچرخانیم، دمایی که به دست می آید به **Wet Bulb** یا دمای حباب مرطوب معروف است. این دما یک تعادلی است که به میزان دمای خشک هوا و رطوبت نسبی و همچنین ارتفاع از سطح دریا وابسته است. نحوه محاسبه دمای مرطوب با استفاده از دمای خشک و رطوبت نسبی که کمک چارت سایکرومتریک می باشد که در تصویر ذیل مشخص شده است.





تعریف دمای خشک یا (Dry Bulb): دمای خشک محیط در هر منطقه طبق اطلاعات استخراج شده از ایستگاههای

هواشناسی مربوطه، دارای میانگین حداقل و میانگین حداکثر می باشد که در محاسبات مربوط به تهویه به عنوان مرجع مورد استفاده قرار می گیرد.

باید توجه داشت که دمای خشک و دمای مرطوب در طی ماههای سال تغییر می کند ولی مفهوم از این دو دما، متوسط حداکثر دمای خشک و دمای مرطوب در گرمترین فصل سال (مرداد ماه) است.

همچنین دمای آب یا سیال خنک شده در برج خنک کن، در بهترین شرایط ۲-۳ درجه بالاتر از دمای مرطوب یا Wet bulb خواهد بود.

در حقیقت برج خنک کننده تجهیززی است سرمایه‌ی که با استفاده از تبخیر سطحی، دمای سیال ورودی را کاهش می دهد.

به عنوان مثال در بسیاری از طراحی ها محاسبات برج خنک کن در تهران بر مبنای دمای خشک ۴۰ درجه و دمای مرطوب ۲۲ درجه سانتیگراد می باشد که البته در سالیان اخیر دمای خشک و مرطوب تهران افزایش یافته و حتی در مناطق مختلف شهر متفاوت می باشد.

دلیل اهمیت دمای مرطوب در محاسبات برج خنک کن این مطلب است که بر خلاف چیلرها که ظرفیت مشخصی دارند، بیان ظرفیت برج خنک کننده بر حسب تن تبرید در کشور ایران منطقی نیست، زیرا یک برج با ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید در تهران، مشخصاتی متفاوت از یک برج با همین ظرفیت در شهر اهواز (با رطوبت نسبی بالا) یا اصفهان و مشهد و تبریز خواهد داشت.

توجه به این نکته مشخص می کند که برای انتخاب یک برج خنک کن باید حتما از یک مشاور متخصص در این حوزه استفاده کرد تا پس از انتخاب برج، از نظر کارایی و عملکرد متحمل خسارت نگردد.

ARA CO

WWW.ARACO.IR



انواع برج خنک کننده (از نظر نحوه ایجاد جریان هوا برج خنک کن دمشی یا مکشی)

برج های خنک کن (برج خنک کننده) یا همان Cooling tower ، دارای طبقه بندی های متفاوتی می باشد (طبقه بندی بر اساس کل ظاهری، جنس بدنه، جهت برخورد جریان هوا با سیال و ..). یکی از مهمترین انواع طبقه بندی، طبقه بندی برج خنک کن بر اساس نظر نحوه ایجاد جریان هوا (برج خنک کن دمشی یا مکشی) می باشد.

به صورت کلی در مبحث تهویه دو حالت برای ایجاد جریان هوا در محیط وجود دارد که این نکته برای برج های خنک کن نیز صدق می کند:

۱- مکش جریان هوا - برج خنک کن مکنده (Induced Draft Cooling tower)

۲- دمش جریان هوا - برج خنک کن دمنده (Forced Draft Cooling tower)

ARA CO

WWW.ARACO.IR



حالت اول: مکش جریان هوا - برج خنک کن مکنده (Induced Draft Cooling tower)

در حالت کلی در تهویه صنعتی (به استثنای سرمایش و گرمایش)، مکش هوا از داخل یک محیط، روشی مناسب و بسیار متداول است. در حالتی که جریان هوا از محیط کشیده می شود و فن در خروجی قرار دارد، به دلیل افت فشار ایجاد شده، هوای محیط تقریباً به صورت مناسب از محیط خارج می شود. در برج های خنک کننده مکشی، که تقریباً اکثر برج های فعلی از این نوع هستند، فن در قسمت بالا قرار می گیرد و هوا را پس از برخورد با سیال (آب) به بیرون هدایت می کند. مزیت این نوع برج ها، مصرف انرژی کمتر و در عین حال هوا دهی بهتر به تمام نقاط برج می باشد. در شکل ذیل نمونه تصویر این نوع برج های خنک کن که فن و موتور آن در بخش بالایی برج قرار دارد مشاهده می گردد.



ARA CO

WWW.ARACO.IR



معرفی و بررسی برج های خنک کننده شرکت آراکو



حالت دوم: دمش جریان هوا - برج خنک کن دمنده (Forced Draft Cooling tower)

دمیدن هوا به داخل محیط، روش دومی است که در تهویه استفاده می شود. در این روش جریان هوای آزاد به داخل محیط دمیده شده، و از خروجی های تعبیه شده به بیرون می رود. نکته منفی در این نوع تهویه، بالا بودن میزان مصرف انرژی به دلیل افت فشار زیاد و در عین حال پوشش کمتر محیط مورد نظر خواهد بود. با این وجود در برخی موارد به خصوص در برج های خنک کن، استفاده از روش جریان دمشی لازم می باشد. دلیل این مطلب وجود شرایطی است که سیال خروجی دارد. به عنوان مثال در صنایع تولید روی، به دلیلی اسیدی بودن آب در برج خنک کن، اگر از روش مکشی استفاده شود و جریان هوا همراه با بخارات اسیدی، توسط فن به بیرون کشیده شود، فن و تجهیزات محرک از قبیل موتور و گیربکس، در زمان کوتاهی دچار خوردگی شدید شده و عملاً از کار می افتند.

به همین دلیل برج های خنک کننده دمشی (Forced Draft) در صنایعی که سیال خنک شونده اسیدی می باشد کاربرد فراوانی دارند. به عنوان نمونه می توان برج خنک کننده صنایع روی - سرب - خطوط تولید اسید و برخی صنایع غذایی را نام برد.





انواع برج خنک کن (از نظر نحوه برخورد جریان آب و هوا)

به صورت کلی در برج های خنک کننده، برخورد قطرات آب و هوا موجب تبخیر شده و دمای آب را کاهش می دهد. یکی از روشهای تقسیم بندی برج های خنک کننده، بر مبنای نحوه برخورد جریان هوا با آب است. باید دقت داشت شکل ظاهری برج تا حدی به این نوع طبقه بندی وابسته می باشد.

۱- برج های خنک کننده جریان متقاطع (Cross Flow)

۲- برج های خنک کننده جریان مخالف (Counter Flow)

حالت اول: برج خنک کننده جریان متقاطع (Cross Flow)

در این نوع از برج های خنک کننده که عمدتاً مقطع آنها به صورت دوزنقه می باشد، جهت جریان عموماً با جهت جریان ورودی به برج خنک کننده تلاقی دارد و در برخی موارد عمود می باشد. در شکل ذیل نمای کلی از برج های خنک کننده جریان متقاطع مشاهده می گردد. برج های خنک کننده جریان متقاطع یا Cross Flow دارای مزایا و معایبی هستند که به شرح ذیل می باشد.

مزایا:

- ✓ نیاز به هد پایین تر پمپ به دلیل ارتفاع کمتر و کارکرد سیستم آبرسانی با فشار جو
- ✓ عرض کمتر نسبت به برج های جریان متقطع

معایب:

- ایجاد جریان گردابی هوای مرطوب بین ورودی برج و خروجی برج، به دلیل اختلاف کم ارتفاع و کاهش راندمان
- عدم استفاده از قطره گیر جهت جلوگیری از پاشش آب در اکثر مدلها
- عدم بازدهی مناسب پکینگ های اسپلش برای آبهای سخت
- کاهش تاثیر لوورهای ورودی به دلیل نزدیک بودن بیش از حد لوور به پکینگ ها



حالت دوم: برج خنک کننده جریان مخالف (Counter Flow)

در برجهای خنک کن جریان مخالف، جهت جریان آب که به کمک نازل ها پاشیده می شوند از بالا به پایین است در حالیکه هوای تازه از قسمت پایین برج به داخل کشیده می شود.

این نوع برجها از لحاظ فرم بدنه در حالت کلی به دو صورت برج های بطری شکل (گرد) و برج های مکعبی تقسیم می شوند. برج های گرد به دلیل فرم بدنه و همچنین عدم وجود قطره گیر مناسب و در عین حال سیستم پاشش آب با راندمان پایین، امروزه کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. مهمترین مزیت این نوع از برج های خنک کننده (گرد) قیمت کمتر آنها نسبت به نوع مکعبی می باشد. در تصویر ذیل نمایی کلی از یک برج خنک کننده جریان مخالف به بدنه مکعبی نمایش داده شده است. برج های خنک کننده جریان مخالف یا Counter Flow دارای مزایا و معایب ذیل می باشند.

مزایا:

راندمان بالاتر نسبت به برج های جریان متقاطع به دلیل فاصله مناسب ورودی هوا و خروجی فن و عدم ایجاد جریان گردابی

امکان استفاده کامل از قطره گیر و لوور و در نتیجه کاهش اتلاف آب

امکان استفاده مناسب از پکینگ های اسپلش در شرایط خاص

بهره گیری از نازل های تحت فشار و پوشش کامل پکینگ ها

معایب:

نیاز به پمپ با هد بالاتر از برج های جریان متقاطع

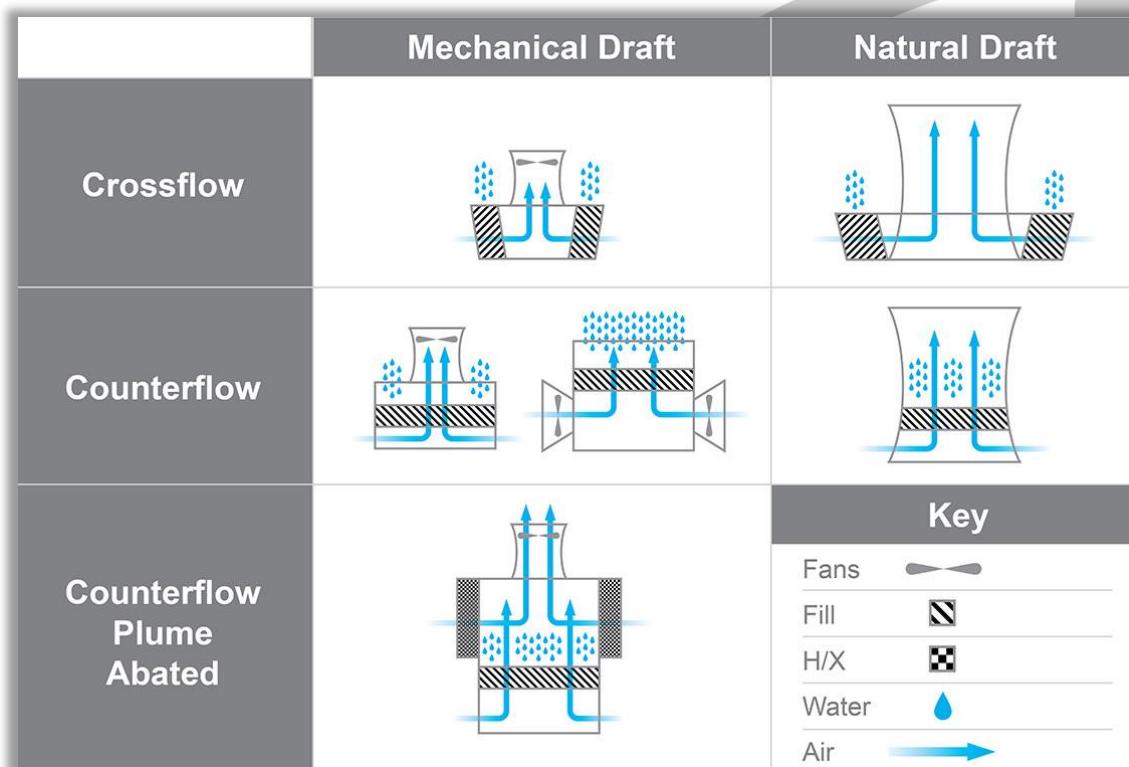
عرض بیشتر فضای مورد نیاز جهت نصب، نسبت به برج های جریان متقاطع

ARA CO

WWW.ARACO.IR



در تصویر ذیل به صورت نحوه برخورد جریان هوا و آب در انواع برج خنک کن نشان داده شده است.



ARA CO

WWW.ARACO.IR

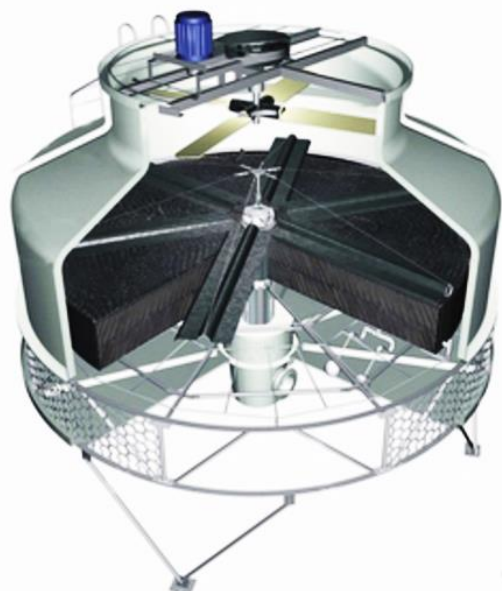


انواع برج خنک کن از نظر شکل ظاهری

برج خنک کن یا کولینگ تاورهای پکیج از لحاظ فرم کلی ظاهری به چند دسته کلی تقسیم می شوند که در این بخش قصد داریم به ارائه توضیحاتی در این خصوص و مقایسه این مدل ها بپردازیم.

برج خنک کننده بطری شکل (گرد):

این نوع از برج خنک کن بیشتر در مصارف مسکونی به کار می رود. بدنه این برج های خنک کن از قطعات فایبر گلاسی که به صورت پترن در کنار هم قرار گرفته اند تشکیل شده است. از لحاظ نوع برخورد جریان هوا و آب، جزو دسته جریان مخالف یا برج های خنک کننده کانتر فلو قرار می گیرند. بزرگترین مزیت این نوع برج خنک کننده، قیمت پایین آنها است. کولینگ تاور مخروطی عموماً دارای نازل و قطره گیر ثابت نیستند و پاشش آب از طریق قطعه ای دوار به نام اسپرینکلر صورت می گیرد که خود باعث بروز مشکلاتی فراوان در حوزه تعمیرات و نگهداری می گردد. به صورت کلی استفاده از برج های خنک کن بطری شکل و گرد به دلیل خرابی زیاد و هزینه تعمیرات و نگهداری بالا و راندمان پایین، مدت زیادی است در کشورهای اروپایی و مدرن منتفی شده است.



WWW.ARACO.IR



معرفی و بررسی برج های خنک کننده شرکت آراکو



مزیت برج های خنک کن بطری شکل :

قیمت پایین و زمان تحویل کوتاه

معایب برج خنک کننده بطری شکل(گرد):

راندمان پایین آبرسانی به دلیل چرخش سیستم اسپرینکلر

خرابی نسبتا زیاد

رسوب و گرفتگی سیستم اسپرینکلر

نداشتن قطره گیر ثابت و اتلاف آب زیاد

انتقال حرارت آب گرم ورودی با مخزن آب

راندمان پایین سیستم تسمه پولی برج خنک کن و خرابی نسبتا زیاد

نامناسب بودن برای کاربری صنعتی و واحد های مسکونی لوکس

استحکام بسیار پایین بدنه و مقاومت پایین در مقابل نیرو و ضربه

ARA CO

WWW.ARACO.IR



کولینگ تاور کراس فلو (ذوزنقه ای) :

این نوع برج های خنک کن که به برج های خنک کن جریان متقاطع نیز مشهورند از لحاظ کلی از کیفیت بالاتری نسبت به برج های خنک کننده مخروطی (گرد) برخوردارند. در این نوع برج های خنک کن پکینگ ها (فیلینگ) در کناره ها قرار دارد. در این نوع برج های خنک کن به دلیل شکل بدنه و برخوردار بودن از شاسی می توان از موتور و گیر بکس استفاده کرد. همچنین سیستم پاشش آب در این برج ها عموماً به صورت حوضچه می باشد که راندمان بسیار بالاتری از برج های خنک کننده گرد (دوار) را فراهم می کنند.



مزیت برج های خنک کن کراس فلو ذوزنقه ای :

جانمایی مناسب

ارتفاع کمتر از برج های خنک کننده مکعبی

قیمت نسبتاً مناسب

ARA CO

WWW.ARACO.IR



معرفی و بررسی برج های خنک کننده شرکت آراکو



معایب برج خنک کننده کراس فلو ذوزنقه ای:

گرفتگی حوضچه های توزیع آب به مرور زمان

نزدیک بودن ورودی هوا به فن که موجب جریان گردابی کاهش راندمان می شود

عدم امکان استفاده از پکینگ های اسپلش

نامناسب بودن برای کاربری صنعتی

ARA CO

WWW.ARACO.IR



معرفی و بررسی برج های خنک کننده

شرکت آراکو



برج های خنک کننده مکعبی (مربعی) جریان مخالف :

این نوع از برج های خنک کننده از لحاظ کیفیت و راندمان بهترین گزینه در بین سایر موارد هستند لیکن قیمت آنها از موارد فوق بالاتر است. در کولینگ تاور چهار گوش راندمان عملکرد بسیار بالا است و تعمیرات و نگهداری بسیار راحت و کم هزینه می باشد. بدنه این نوع برج خنک کن از استحکام بالایی برخوردار است و به دلیل استفاده از قطره گیر ثابت و لوور، پاشش آب و اتلاف آن حداقل می باشد. همچنین این نوع برج های خنک کننده از نازل های ثابت استفاده می کنند. کیفیت بالا و کاربری مناسب این نوع برج خنک کن، آن را به بهترین گزینه برای کاربردهای صنعتی و تجاری و مسکونی تبدیل کرده است.



ARA CO

WWW.ARACO.IR

آدرس : تهران - انتهای بلوار کشاورز - خیابان دکتر قریب - خیابان میرخانی نرسیده به میدان توحید - پلاک ۱۹۲ - واحد ۳

تلفن : ۰۲۱-۶۶۵۶۱۹۷۴

تلفکس : ۰۲۱-۶۶۱۲۹۷۴۵

آدرس سایت : www.araco.ir

پست الکترونیک : Info@araco.ir



مزیت برج های خنک کن مکعبی کانتر فلو:

کیفیت مناسب

راندمان تبخیر بالا

فاصله نسبتا زیاد بین ورودی هوا و خروجی فن

استفاده از نازل های ثابت تحت فشار

حداقل پاشش آب به دلیل استفاده از قطره گیر ثابت و لوور

تعمیرات و نگهداری آسان

امکان استفاده از گیر بکس با راندمان بالا

کاربری صنعتی، تجاری و مسکونی لوکس

معایب برج خنک کننده مکعبی کانتر فلو:

قیمت نسبتا زیاد

نیاز به پمپ جداگانه جهت تامین هد مورد نیاز و فشار نازل ها

ARA CO

WWW.ARACO.IR



انواع برج خنک کن (از نظر نحوه برخورد سیال با محیط)

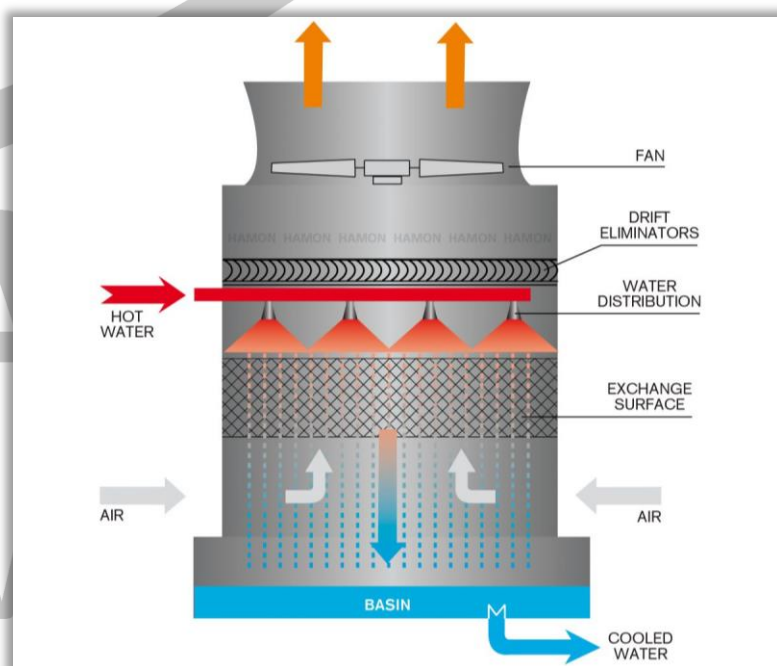
۱- برج های خنک کننده مدار باز (Open Circuit)

۲- برج های خنک کننده مدار بسته (Close Circuit)

۳- برج های خنک کننده هیبرید (Hybrid)

حالت اول: برج خنک کننده مدار باز (Open Circuit)

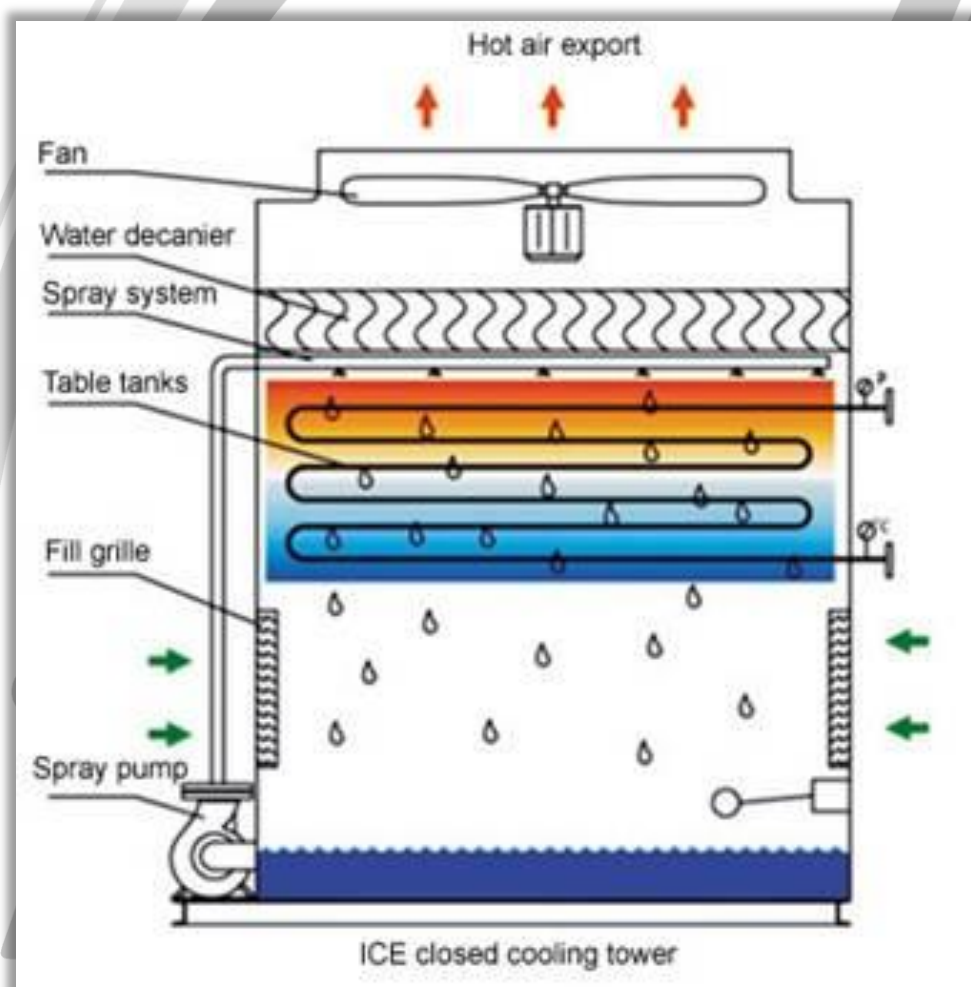
در برج های خنک کننده مدار باز، درصدی از سیال مورد نظر، در اثر پاشش آن بر روی پکینگ ها و یا هوای در گردش، تبخیر شده و این تبخیر موجب کاهش دمای سیال و خنک کاری می گردد. باید توجه داشت که استفاده از این نوع برج ها به شرایط کاری و شرایط آب یا سیال خنک شونده به شدت بستگی دارد. در بسیاری از موارد به دلیل الزامات خاص در خصوص عدم تماس سیال خنک شونده با هوا استفاده از این نوع برج ها توصیه نمی گردد. همچنین به دلیل ابعاد کوچکتر و هزینه های کمتر تولید این نوع برج، استفاده از آن بسیار رواج یافته است. در شکل ذیل تصویر شماتیک نحوه عملکرد این نوع برج را مشاهده می کنید.





حالت دوم: برج خنک کننده کننده مدار بسته (Close Circuit)

روش خنک کردن سیال در برج های خنک کننده مدار بسته متفاوت است. در این نوع برج ها سیال مورد نظر درون کویل (لوله های خم شده موازی) جریان یافته و آب به وسیله نازل ها بر روی این کویل ها پاشیده می شود. پس از تبخیر آب بر اثر جریان هوا، کویل و در نتیجه سیال درون آن خنک می گردد. به این ترتیب سیال یا آب خنک شونده با محیط در تماس نخواهد بود. این روش برای محیط هایی که شرایط آب در آنها ایده آل نیست قابل استفاده است. در این حالت بر خلاف برج های خنک کننده مدار باز نیاز به تامین آب میک آب برای سیال داخل لوله ها نیست.



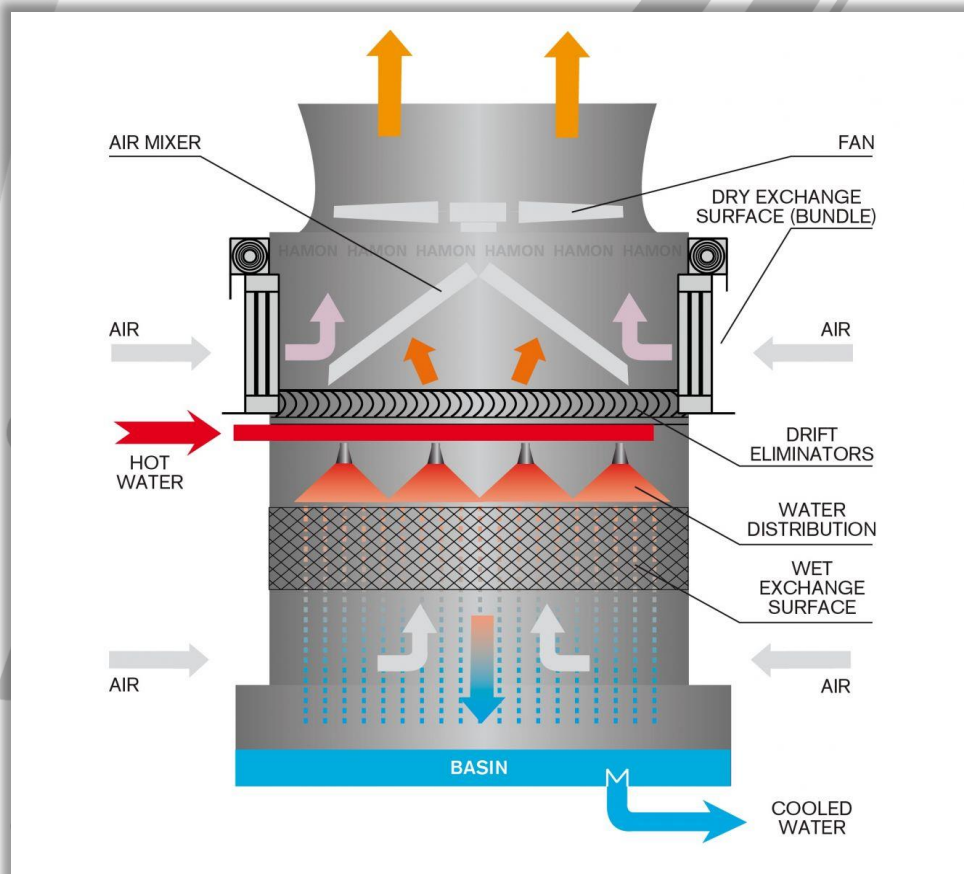
WWW.ARACO.IR



حالت سوم: برج خنک کننده هیبرید (Hybrid)

برجهای خنک کننده هیبرید ترکیبی از برجهای خنک کننده مدار باز و مدار بسته می باشد. برخلاف موارد عنوان شده در تبلیغات، با توجه به نحوه کاری در این نوع برج ها و همچنین برج های هیبریدی، در شرایط یکسان و در فصل تابستان به صورت کلی برج خنک کننده مدار بسته مصرف آب بیشتری دارد. دلیل این مورد این است که در حالت مدار بسته علاوه بر کاهش دمای آب جاری در کویل ها، دمای آب خنک کننده نیز کاهش می یابد. همچنین وجود کویل باعث می شود مقاومت حرارتی بین آب داخل کویل و آب خنک کاری ایجاد شود. مزیت برج های خنک کننده مدار بسته و هیبریدی در حوزه کاهش مصرف آب، در بازه سالیانه قابل توجهیه است. در این حالت در فصولی که دمای هوا پایین است می توان جریان آب خنک کننده را قطع نمود و تنها با عبور هوا از بین کویل ها، عملیات خنک کاری انجام پذیرد.

در تصویر ذیل شمایی کلی از سیستم برج خنک کن هیبرید (Hybrid Cooling Tower) ملاحظه می گردد.





معرفی و بررسی برج های خنک کننده

شرکت آراکو



✓ مشاوره، طراحی و محاسبات برج خنک کن

✓ اورهال، افزایش راندمان و بهینه سازی برج خنک کننده صنعتی و مسکونی

✓ فروش برج های خنک کننده صنعتی، مسکونی و تجاری (فایبرگلاس و بتونی)

✓ فروش قطعات (پکینگ، قطره گیر، فن، موتور و گیربکس) برج خنک کننده صنعتی

شرکت آراکو - محمد قربانعلی بیک

شماره های تماس :

۰۹۱۲۴۷۸۰۲۶۸

۰۲۱۶۶۵۶۱۹۷۴

۰۲۱۶۶۱۲۹۷۴۵

مرجع اطلاعات فنی در خصوص برج خنک کننده - کولینگ تاور

<http://cooling-tower.blog.ir>

ARA CO

وبسایت شرکت آراکو

<http://araco.ir>
WWW.ARACO.IR

آدرس : تهران - انتهای بلوار کشاورز - خیابان دکتر قریب - خیابان میرخانی نرسیده به میدان توحید - پلاک ۱۹۲ - واحد ۳

تلفن : ۰۲۱-۶۶۵۶۱۹۷۴

تلفن : ۰۲۱-۶۶۵۶۱۹۷۴

آدرس سایت : www.araco.ir

پست الکترونیک : Info@araco.ir