Namatek
True Education

Cooling Tower

برج خنک کننده

www.namatek.com

www.namatek.com

فهرست مطالب

۱. برج خنک کننده (Cooling Tower) چیست؟
۲. طرز کار برج خنک کننده
۳. انواع برج های خنک کننده در صنعت
۴. محاسبات و طراحی برج خنک کننده
۵. پارامتر مهم در طراحی برج خنک کننده

یکی از تجهیزات مهم و حیاتی در پالایشگاه ها **برج های خنک کننده** هستند. آشنایی با نحوه کارکرد و طراحی برج های خنک کننده از جمله وظایف یک **مهندس فرآیند** است.

در این مقاله با نحوه عملکرد و تکنیک های طراحی Cooling Tower آشنا خواهید شد.

برج خنک کننده (Cooling Tower) چیست؟

نوعی **مبدل حرارتی** است که در آن در اثر برقراری تماس بین آب گرم و هوای خنک باعث پایین آمدن دمای آب گرم می شود. اگر به یکی از پالایشگاه های موجود در ایران رفته باشید و یا تصاویر آن ها را دیده باشید، مطمئنا اولین چیزی که از دوردست ها هم کاملا مشخص و واضح است، تجهیز برج خنک کن یا Cooling Tower می باشد. دلیل این موضوع هم می تواند وابسته به بزرگ سایز بودن این تجهیز باشد.

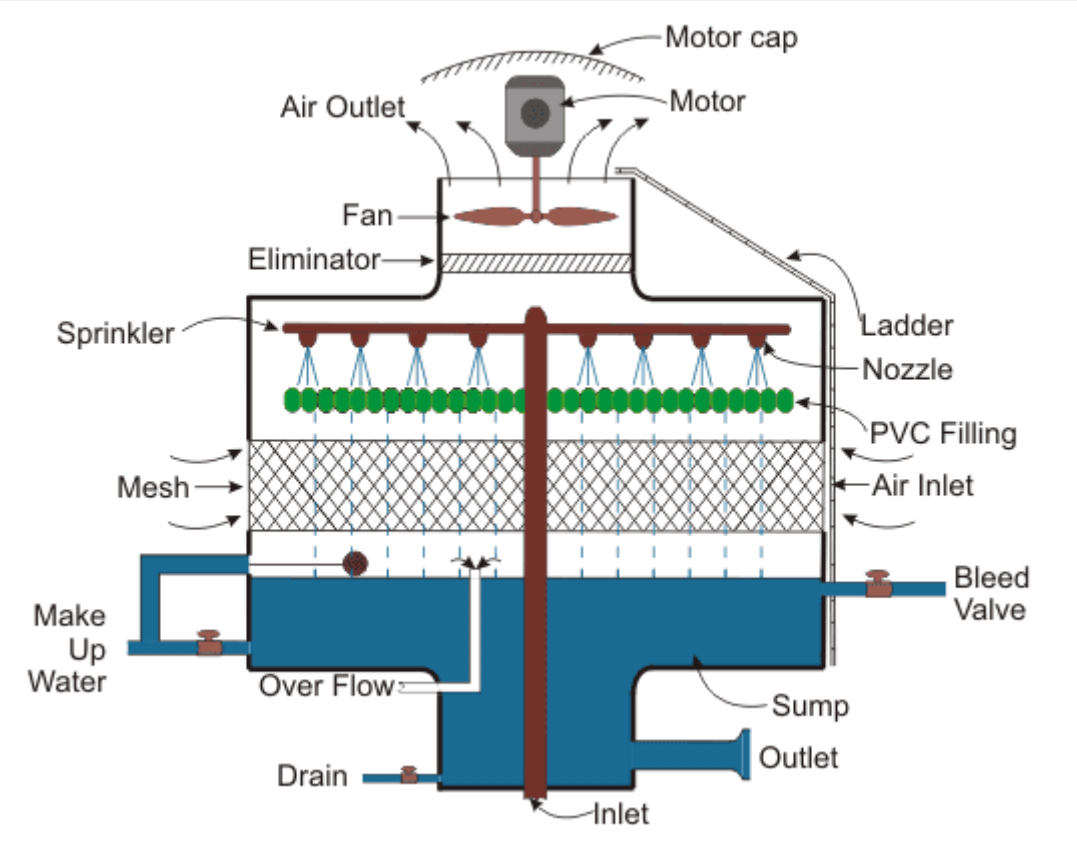
این سیستم به ۲ دلیل مهم بسیار پر استفاده است:

- کم هزینه ترین سیستم خنک کننده با آب است.
- میزان هدر رفت آب گرم در آن بسیار کم است.

طرز کار برج خنک کننده

هوایی که ترجیحا مقدار کمی رطوبت دارد در تماس با آب گرم قرار می گیرد. در چنین حالتی به دلیل وجود اختلاف انرژی و هم چنین **گرادیان غلظت** انتقال انرژی و جرم از آب به هوا صورت می گیرد. آب از فاز مایع تبخیر شده و به فاز بخار می رود و در اثر تبخیرش مقداری انرژی را نیز به فاز گاز می

برد، مقدار این انرژی بسیار بالاست و آن هم به دلیل بالا بودن **گرمای نهان آب** است.



به این ترتیب در اثر تبخیر مقداری آب و خارج کردن گرما از فاز مایع دمای آب پایین می آید. لازمه انجام این فرایند این است که هوای مورد استفاده در برج دارای مقدار کمی رطوبت باشد، تا ظرفیت پذیرش آب تبخیر شده را داشته باشد.

پس به صرفه نیست که از این روش در مناطق شمالی کشور استفاده شود، زیرا به دلیل رطوبت بالای هوا در این مناطق بازدهی این برج ها بسیار پایین می آید.

انواع برج های خنک کننده در صنعت

برج های خنک کننده را بر اساس پارامتر های مختلفی می توان دسته بندی کرد.

۳ پارامتر اصلی دسته بندی این نوع برج ها عبارتند از:

۱. جهت حرکت آب و هوا

۲. روش انتقال حرارت

۳. نوع مکش هوا

انواع برج های خنک کننده بر اساس جهت حرکت آب و هوا

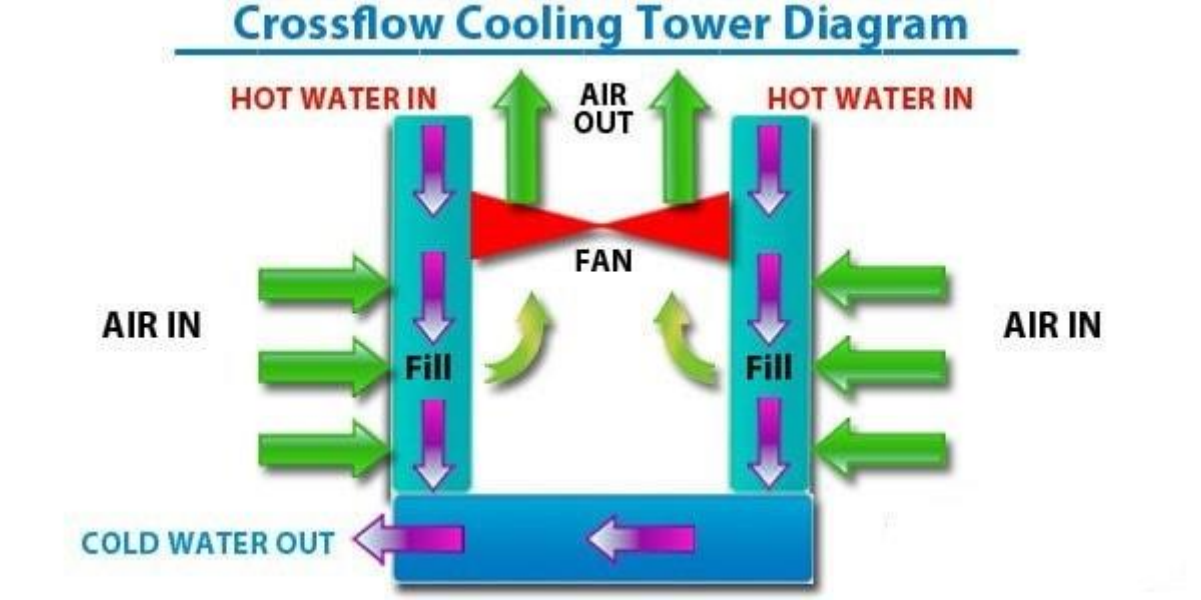
در این نوع دسته بندی یک برج خنک کننده به ۲ دسته تقسیم می شود:

- جریان متقاطع
- جریان نا هم سو

هرکدام از این نوع برج ها در شرایط خاصی استفاده می شود.

برج خنک کننده متقاطع

همان طور که از نام آن می توان فهمید، در این تجهیز ورود آب از بالا به پایین و جریان هوا هم به صورت متقاطع وارد می شود و پس از تماس با آب از بالا خارج می شود.



از مزایای این نوع برج ها می توان به ۳ مورد اشاره کرد:

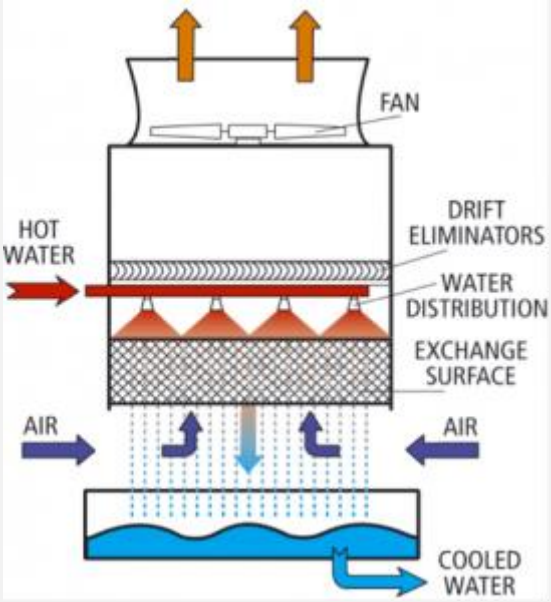
- هزینه پایین
- تعمیر و نگهداری ساده

از این نوع تجهیزات برای صنایع **فشرده سازی هوا** بیشتر استفاده می شود.

شاید در دانشگاه محل تحصیل خود هم این نوع برج ها را دیده باشید.

برج خنک کننده نا هم سو

در این تجهیز آب از بالای برج و هوا در خلاف جهت آن از پایین برج وارد می شود. آب از بالای پرکن ها وارد برج شده و در قسمت پرشده برج با هوا تماس پیدا می کند.



نا هم سو بودن فرایند، هم از نظر انتقال جرمی و هم انتقال حرارت بازدهی بالاتری نسبت به متقاطع دارد. به همین دلیل وقتی که بخواهیم برای حجم

زیادی آب عملیات خنک سازی را انجام دهیم، از این برج ها استفاده می کنیم.

از جمله مزایای این نوع برج ها عبارتند از:

- بیشترین تماس بین فازها در این برج ها برقرار می شود
- بیشترین نیروی محرکه برای انتقال جرم و حرارت

از این برج ها بیشتر در پالایشگاه های نفت و گاز و پتروشیمی استفاده می شود.

انواع برج های خنک کننده بر اساس روش انتقال حرارت

برج خنک کننده خشک

در این نوع خنک کننده ها آب نقشی ندارد، بلکه سیال فرایندی با عبور از یک مبدل توسط هوا خنک می شود.

برج خنک کننده مدارباز

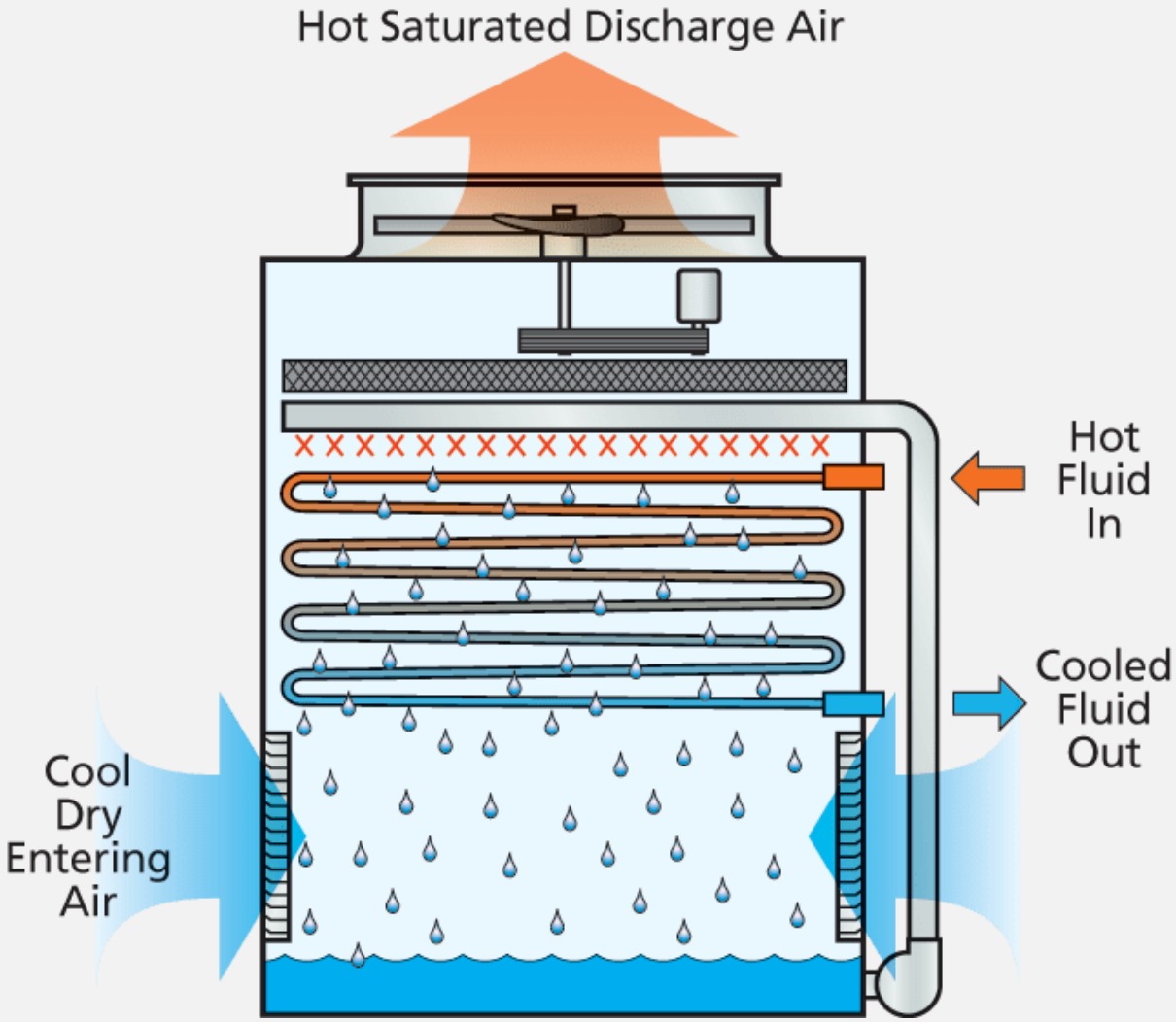
(Open Circuit Cooling Tower)

خنک سازی در این برج ها با تبخیر آب انجام می شود. از مزایای این تجهیزات بازده بالای انرژی است، اما مشکل اصلی این برج ها نیز هزینه بر بودن بهره برداری آن هاست.

برج خنک کننده مداربسته

(Closed Circuit Cooling Tower)

اساس کار این تجهیز مثل برج های مدار باز است. با این تفاوت که سیال فرایندی با هوای خنک تماس پیدا نمی کند.



انواع برج های خنک کننده بر اساس نوع مکش هوا

مکش طبیعی (Natural Draft)

در این تجهیز در اثر تبخیر آب دمای هوا بالا می رود، و همان طور که می دانیم، در گازها دما با چگالی رابطه ی عکس دارد. پس با افزایش دما چگالی کاهش می یابد و هوا به طور طبیعی به بالا صعود می کند.

از جمله مزایای این تجهیز عبارت است از:

- ایمنی بالا
- بازده بالای انرژی

البته در کنار این مزایا، موارد زیر از معایب این نوع برج های خنک کننده است:

- عدم تطابق با شرایط اتمسفری
- فضای مورد نیاز نصب
- هزینه اولیه بالا

از این نوع تجهیز در نیروگاه های تولید برق بیشتر استفاده می شود.

مکش مکانیکی

این نوع برج ها خود به دو گروه تقسیم می شوند:

- دمیدن اجباری (Forced Draft):

در این دسته از برج ها یک فن در پایین برج وجود دارد که هوا را به طور نا هم سو با آب تماس می دهد. در صنایع شیمیایی از این روش استفاده می شود.

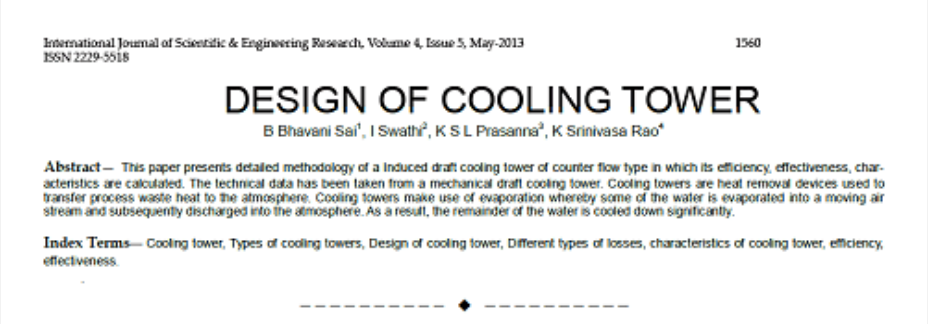
- مکش اجباری (Induced Draft):

دقیقا شبیه برج های قبلی است، اما فن در بالای برج نصب می شود و هوای ورودی را به بیرون پرتاب می کند.

محاسبات و طراحی برج خنک کننده

محاسبات برج های خنک کننده بر پایه معادلات موازنه جرم و انرژی انجام می شود. برای این کار باید به کتب مراجع که در این زمینه توضیحاتی ارائه کرده اند مراجعه کنید. از جمله این مراجع **کتاب مک کیب** است که در این زمینه اطلاعات تقریبا کاملی ارائه کرده است.

هم چنین مقالات زیادی نیز در این زمینه وجود دارد، که برای محاسبات پارامترهای مهم در برج خنک کننده ارائه کرده اند، که یکی از بهترین این مقالات را برای راحتی دسترسی شما عزیزان قرار داده ایم:



International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 5, May-2013 1560
ISSN 2229-5518

DESIGN OF COOLING TOWER

B Bhavani Sai[1], I Swathi[2], K S L Prasanna[3], K Srinivasa Rao[4]

Abstract— This paper presents detailed methodology of a Induced draft cooling tower of counter flow type in which its efficiency, effectiveness, characteristics are calculated. The technical data has been taken from a mechanical draft cooling tower. Cooling towers are heat removal devices used to transfer process waste heat to the atmosphere. Cooling towers make use of evaporation whereby some of the water is evaporated into a moving air stream and subsequently discharged into the atmosphere. As a result, the remainder of the water is cooled down significantly.

Index Terms— Cooling tower, Types of cooling towers, Design of cooling tower, Different types of losses, characteristics of cooling tower, efficiency, effectiveness.

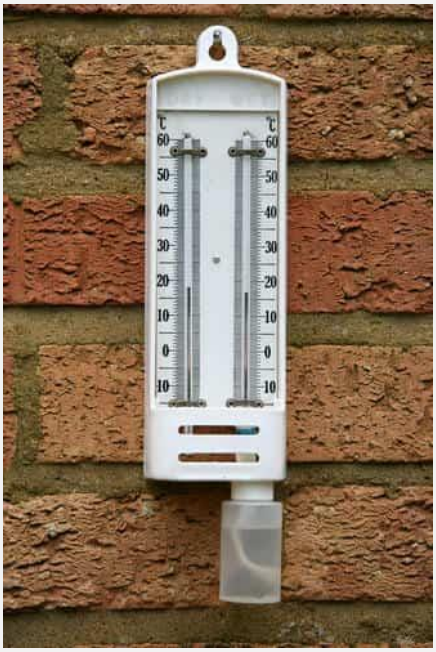
پارامتر مهم در طراحی برج خنک کننده

دمای حباب مرطوب (Wet Bulb Temperature)

پایین ترین دمایی است که با تبخیر آب در هوا می توان آن را خنک کرد،

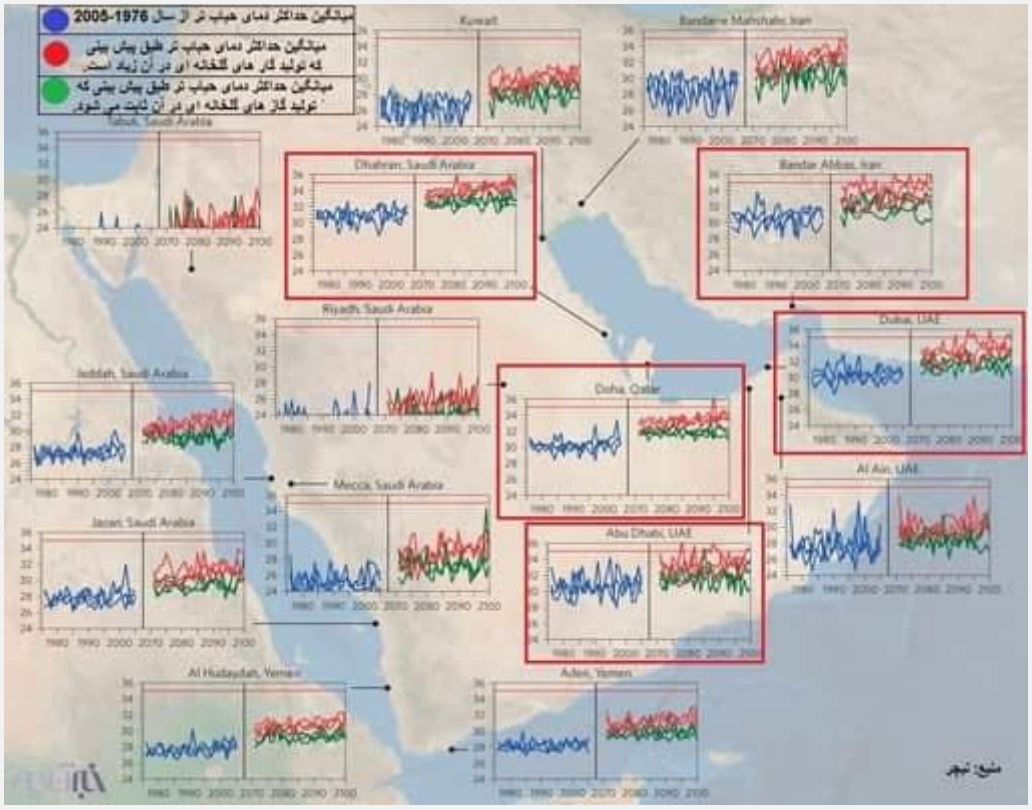
این حالت زمانی اتفاق می افتد که هوا به حالت ۱۰۰ درصد **اشباع** از رطوبت

برسد.



در برج های خنک کننده، این پارامتر بیانگر یک حالت تعادلی است. در واقع دانستن این دما در یک محیط جغرافیایی به ما می گوید که با استفاده از این مکانیزم خنک سازی، در نهایت به این مقدار دما می توان رسید.

این پارامتر برای مناطق مختلف اندازه گیری شده و به همراه چند پارامتر دیگر در نقاط مختلف کشور در فایل زیر آورده شده است:

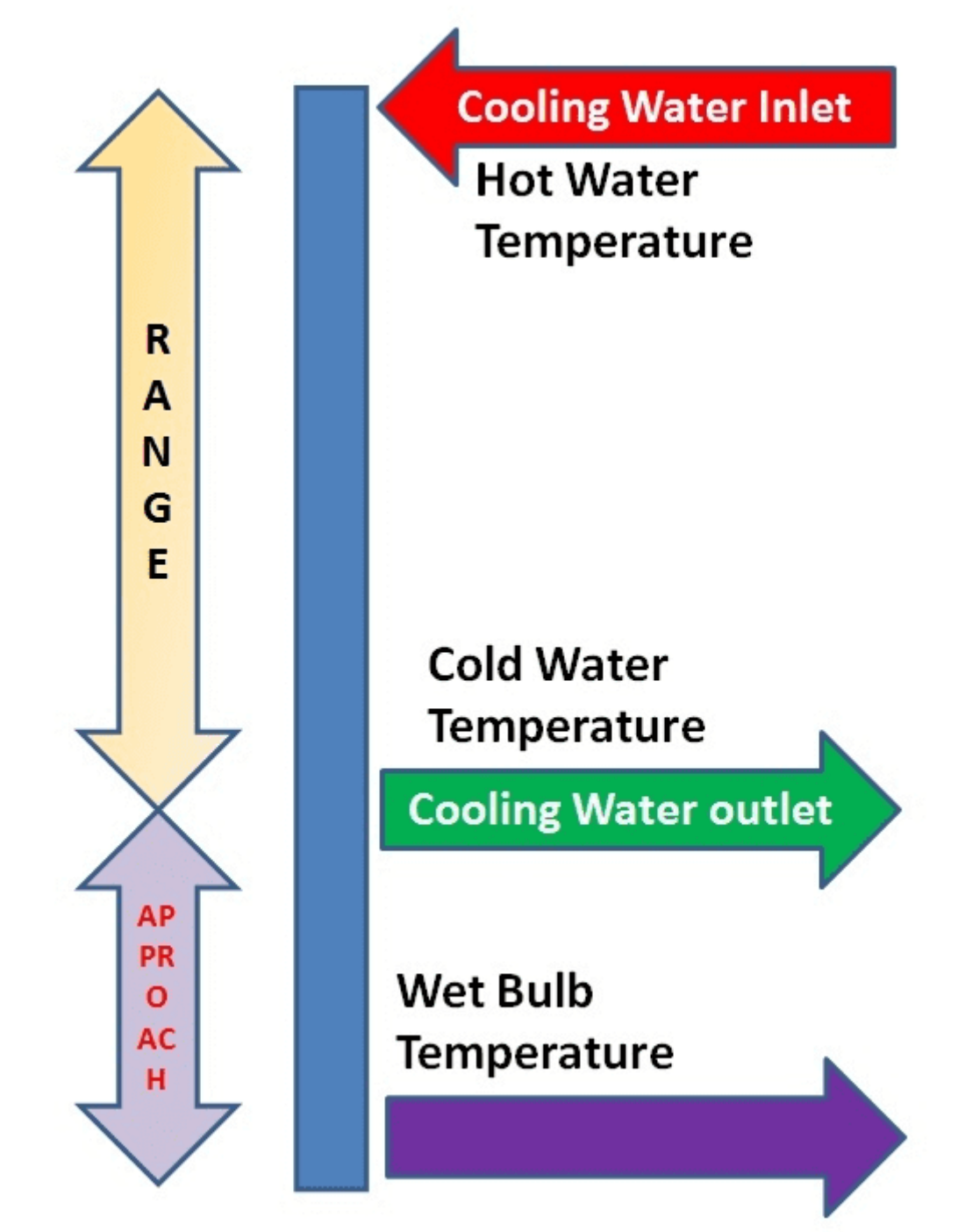


دبی آب

طبیعی است که هرچه مقدار آبی که می خواهیم خنک کنیم بیشتر باشد، باید از برج بزرگتری برای این کار استفاده کنیم.

دمای Approach

عبارت است از اختلاف دمای هوای خروجی و دمای حباب مرطوب که هرچه کمتر باشد، ظرفیت بالاتری از برج های خنک کننده نیاز است. چون کم بودن این پارامتر بیانگر نزدیکتر شده به دمای حباب مرطوب است.



دمای Range

به اختلاف دمای هوای ورودی و خروجی Range می گویند. هرچه میزان این پارامتر بیشتر باشد طبیعی است که به برج بزرگتری نیاز داریم.

آب جبرانی در برج خنک کننده (Make Up)

در برج خنک کننده گرمای فرایند از طریق تبخیر مقداری آب صورت می گیرد. هم چنین مقداری آب نیز توسط هوا به بیرون می رود که به این پدیده **همراه بری آب** می گویند. از این رو مقدار مواد معدنی در آب به تدریج و با گذشت زمان افزایش می یابد، که این موضوع پدیده نامطلوبی است. برای حل این مشکل همواره مقداری آب تحت عنوان **آب جبرانی** یا Make Up به برج وارد می شود. که دبی این جریان از نوشتن موازنه جرم برای آب موجود در برج به سادگی به دست می آید.