



پروژه بهینه سازی ساختار منابع انبساط باز

کارفرما : سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور

مدیریت طرح : شرکت توسعه سرزمین سبز انگاره

مجری : شرکت مهندسی تدبیر انرژی پارسین

مردادماه سال ۱۳۸۴ خورشیدی



شرح خدمات

- ۱- بررسی انواع منابع مورد استفاده در کشور
- ۲- برآورد میزان اتلاف حرارت و تبخیر آب در آنها
- ۳- بررسی اشکالات موجود در منابع انبساط باز
- ۴- طراحی بهینه منبع انبساط باز به منظور
 - کاهش اتلاف حرارت از آنها
 - کاهش میزان تبخیر آب
 - رفع دیگر اشکالات موجود
- ۵- ساخت چهار نمونه منبع انبساط باز طراحی شده
- ۶- میزان کار آمدی نمونه های ساخته شده
- ۷- ارائه مشخصات بهینه و تهیه الزامات برای عرضه کنندگان
- ۸- جمع بندی و ارائه گزارش نهایی





بمنظور تثبیت فشار سیستم و فراهم آوردن امکان انبساط حجمی آب در اثر افزایش دما در سیستم های بسته، لازم است از ظرفی به نام منبع انبساط استفاده می شود. منبع انبساط ممکن است بصورت باز یا بسته باشد.



منبع انبساط باز به زبان ساده یک مخزن باز است که در سیستم هیدرونیک باز استفاده شده و امکان انبساط و انقباض آب را فراهم می کند . وقتی دمای آب افزایش می یابد ، حجم آب سیستم زیاد شده و سطح آب در منبع انبساط بالا می رود و بالعکس .



انواع منبع انبساط باز:

در حال حاضر سه نوع منبع انبساط در بازار ایران یافت می شود که عبارتند از:

- ۱- منبع انبساط آلومینیومی (بصورت استوانه ای).
- ۲- منبع انبساط آهنی (گالوانیزه) به شکل مکعب مستطیل قابل ساخت به سفارش مشتری.
- ۳- منبع انبساط فایبرگلاس به شکل استوانه ای.

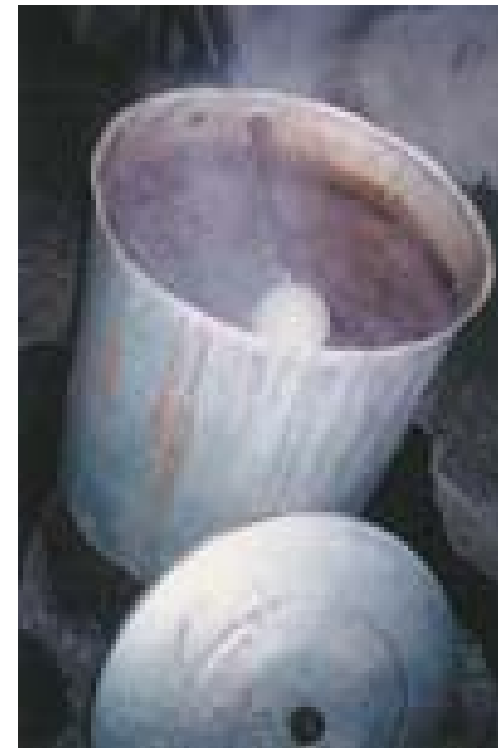


۱- منبع انبساط آلومینیومی

به نام‌هایی از قبیل: تکنو طرح- نمونه تبریز، اطمینان ، چشمک ,شکیل , گلفام , گلفام ۲ ، شمیم و در بازار یافت می شوند که همگی مشابه و در حقیقت یک منبع استوانه ای شکل از جنس آلومینیوم و با ضخامت ۲ الی ۳ میلیمتر می باشند که دارای چهار سوراخ جهت ورودی و برگشت آب، فلوتر شناور و سرریز می باشد.









۲- منبع انبساط آهنی

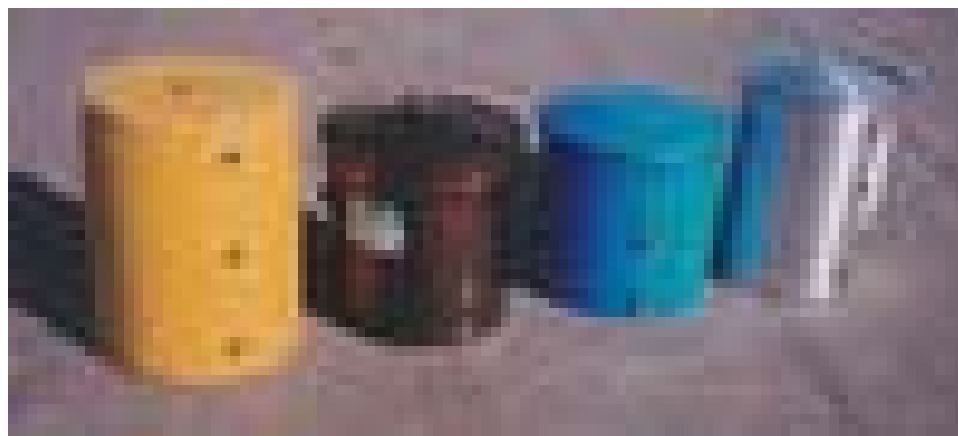
در حقیقت این نوع منابع انبساط را می توان نسل اول منابع انبساط نامید زیرا قبل از انواع آلومینیومی و فایبر گلاس مورد استفاده قرار می گرفتند (حتی در ظرفیتهای زیر ۲۰۰ لیتر). منابع انبساط آهنی می توانند به سفارش مشتری ساخته می شوند

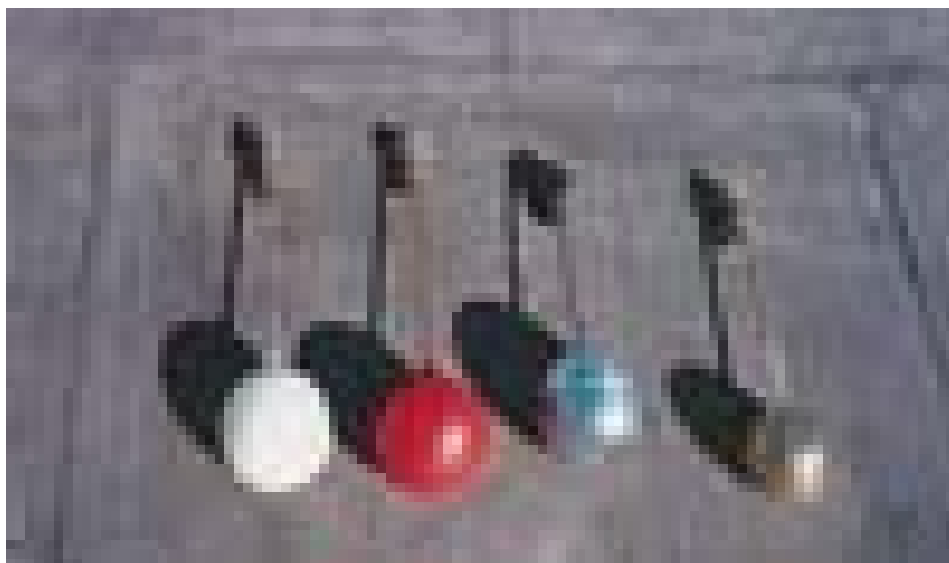




۳- منبع انبساط فایبر گلاس

منبع انبساطهای فایبر گلاس دارای اندازه ها و انواع مختلف می باشند و همانطور که از نامشان پیداست از الیاف شیشه (فایبر گلاس) ساخته شده اند . مزیت این منابع این است که دچار زنگ زدگی نمیشوند . استوانه ای شکل هستند ، دارای چهار سوراخ و ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر می باشند . این نوع منابع در اندازه های ۷۵ - ۱۰۰ - ۱۲۰ - ۱۵۰ - ۱۷۵ - ۲۰۰ لیتری در بازار وجود دارند .







بند دوم

بر آورد میزان اتلاف حرارت و تبخیر آب در منابع انبساط باز



تلفات حرارتی در منابع انبساط باز آلومینیومی استوانه ای شکل

انتقال حرارت از منابع انبساط باز را به سه قسمت تقسیم می شود .

۱- انتقال حرارت از جدار جانبی منبع انبساط که از داخل با آب پر شده است .

۲- انتقال حرارت از سطح آب که از طریق درب و آن قسمتی از جدار جانبی که خالی از آب

است با محیط خارج مبادله می شود(شارش می یابد)

۳- انتقال حرارت از کف منبع انبساط

با توجه به اینکه منابع انبساط در روی پشتبام و در معرض جریان هوا قرار دارد . لذا مکانیزم انتقال

حرارت از پوسته به صورت واداشته (اجباری) می باشد .

جهت صحت این ادعا (همرفت اجباری) بایستی همرفت آزاد را با همرفت واداشته (اجباری) در

مورد این مسئله مقایسه نمود. بدین جهت از رابطه زیر استفاده می شود . (مرجع : کتاب انتقال

حرارت ، نوشته: م . اوزیشیک ، ترجمه: دکتر اسماعیل خوشروان ، ناشر: مرکز نشر دانشگاهی، جلد



$$\frac{G_r}{R_e^2} = \frac{g\beta(T_w - T_\infty)L}{U_o^2}$$

که در آن

G_r : عدد گراشهوف

R_e : عدد رینولدز

g : شتاب ثقل

β : ضریب انبساط حجمی گرمایی

T_w : دمای جدار منبع

T_∞ : دمای خارج منبع (محیط)



U_o : سرعت باد (جریان هوا)

L : ارتفاع منبع انبساط

مقدار نسبی پارامتر بی بعد $\frac{G_r}{R_e^2}$ اهمیت نسبی همرفت آزاد را در ارتباط با همرفت واداشته نشان می دهد .

این رابطه نسبت نیروهای شناوری به نیروهای لختی را بیان می کند، سه حالت ممکن است رخ دهد.

همرفت آزاد غالب است $1 << \frac{G_r}{R_e^2}$

همرفتهای آزاد و واداشته با هم قابل مقایسه اند $1 \cong \frac{G_r}{R_e^2}$

همرفت واداشته غالب است $1 >> \frac{G_r}{R_e^2}$

حال بایستی اعداد را در رابطه فوق الذکر جا گذاری شود .



$$\frac{G_r}{R_e^2} = \frac{9.8 \times 3.27 \times 10^{-3} (70 - (-5)) \times 0.5}{4}$$

$$\frac{G_r}{R_e^2} = 0.30 \ll 1$$

بنابراین فقط بایستی همرفت اجباری در نظر گرفته شود. البته قابل ذکر است که رابطه بالا برای

محدوده وسیعی از ارقام متفاوت (شرایط واقعی منبع انبساط باز و فضای خارج آن) برقرار است .

حال برای محاسبه ضریب انتقال حرارت همرفتی جدار خارجی (دارای آب) بایستی ابتدا عدد

نوسل را محاسبه نمود .

(مأخذ : کتاب انتقال حرارت ، نوشته: م . اوزیشیک ، ترجمه: دکتر اسماعیل خوشروان ، ناشر: مرکز

نشر دانشگاهی، جلد دوم ، صفحه ۳۴)



$$Nu_{ml} = 0.3 + \frac{0.62 R_e^{1/2} P_r^{1/3}}{[1 + (0.4 P_r)^{2/3}]^{1/4}} \left[1 + \left(\frac{R_e}{282000} \right)^{1/2} \right]$$

R_e : نشانگر عدد رینولدز میباشد و از رابطه زیر بدست می آید .

$$R_e = \frac{U_{\infty} D}{\nu}$$

U_{∞} : سرعت جریان هوا

D : قطر منبع انبساط

ν : ویسکوزیته هوا

P_r : نشانگر عدد پرانتل است که می توان از جداول خواص فیزیکی سیالات قرائت نمود.

حال می توان ضریب انتقال حرارت را محاسبه نمود .

$$h_{ml} = \frac{k}{D} Nu_{ml}$$



h_{m1} : ضریب انتقال حرارت همرفت اجباری (واداشته) می باشد.

k : ضریب انتقال حرارت هوا

D : قطر استوانه (منبع انبساط)

پس از محاسبه عدد نوسل و جاگذاری آن در رابطه اخیر مقدار ضریب انتقال حرارت بدست می آید.

پس از آن مقدار شار گرمایی قابل محاسبه است .

$$Q_1 = h_{m1} A (T_w - T_{\infty})$$

A : سطح تبادل حرارتی (جدار جانبی منبع که از آب پر شده است)

T_w : دمای جدار منبع

T_{∞} : دمای هوا (محیط)

(از آنجایی که منبع انبساط باز آلومینیومی از جنس آلومینیوم و با ضریب هدایت انتقال حرارت بالا) یعنی $(k = 204 W / m.^{\circ}C)$ ساخته شده است و جدار آن حداکثر 3 میلیمتر ضخامت دارد. لذا باتوجه به ضریب انتقال حرارت بالا و ضخامت نازک آن میتوان گفت در زمان بسیار کوتاهی دمای جدار خارجی بادمای جدار داخلی که همان دمای آب است برابر می باشد .



مساحت مورد تبادل حرارت از رابطه زیر بدست می آید . که برحسب متر مربع می باشد .

$$A = 0.9\pi DL$$

مقدار 0.9 نشانگر آن میزان از سطح داخلی است از آب پر می باشد و چون در منابع انبساط باز نود

درصد از حجم داخلی از آب پر می باشد لذا مقدار 0.9 در فرمول لحاظ شده است . (این مقدار با

توجه به اندازه گیری های متعدد بدست آمده است)

$$Q_1 = 0.9\pi DLh_{m1}(T_w - T_{\infty})$$



تا اینجا مقدار شار حرارتی عبوری (تلف شده) از جدار منبع انبساط که پر از آب می باشد محاسبه شد . حال مقدار حرارتی که از درب منبع بعلاوه سطح جانبی باقیمانده تلف می شود باید محاسبه گردد.

چون درب منبع انبساط ، بسته می باشد . لذا بایستی از روابط همرفت آزاد در فضای بسته برآورد شارحرارتی عبوری از درب و سطح باقیمانده استفاده کرد.

عدد نوسل برای این محدوده از رابطه زیر بدست می آید:

(مأخذ : کتاب انتقال حرارت ، نوشته: م . اوزیشیک ، ترجمه: دکتر اسماعیل خوشروان ، ناشر: مرکز

نشر دانشگاهی، جلد دوم ، صفحه ۱۲۴)

$$Nu_{m2} = 1 + 1.44 \left[1 - \frac{1708}{Ra} \right] + \left[\left(\frac{Ra}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right]$$

(قابل ذکر است در این فرمول چنانچه اعداد داخل براکت منفی شوند مقدار صفر برای آنها در

نظر گرفته می شود.



R_a : نشانهگر عدد ریلی است و به صورت زیر تعریف می شود.

$$R_a = G_r P_r = \frac{g \beta L^3 (T_w - T_\infty)}{\nu^2} P_r$$

در مورد منابع انبساط باز بجای L یعنی طولی که در آن همرفت آزاد اتفاق می افتد و در حقیقت

همان ارتفاع فضای بسته بالای منبع می باشد مقدار $0.1L$ قرار می گیرد

بنابراین

$$R_a = G_r P_r = \frac{g \beta (0.1L)^3 (T_w - T_\infty)}{\nu^2} P_r$$

که در آن

T_w : دمای آب داخل منبع

T_∞ : دمای خارج منبع (محیط)



با جاگذاری عدددریولی در فرمول مربوط به عدد نوسل مقدار عددی نوسل حساب می شود.

با داشتن عدد نوسل می توان ضریب انتقال حرارتی همرفت فضای بالای منبع انبساط را محاسبه نمود .

$$h_{m2} = Nu_{m2} \frac{k}{0.1L}$$

k : ضریب انتقال حرارت فضای بالای منبع است که از جداول مشخصات فیزیکی خوانده میشود و

برابر با $0.028135W/m^{\circ}K$ می باشد . با بدست آمدن h_{m2} مقدار Q_2 قابل محاسبه است .

$$Q_2 = Ah_{m2}(T_w - T_{\infty})$$

$$Q_2 = [\pi r^2 + 0.1L\pi D] h_{m2}(T_w - T_{\infty})$$

Q_2 مقدار شارحرارتی است که از درب و دیواره خالی از آب منبع انبساط انتقال می یابد . (تلف میشود)



حال بایستی مقدار حرارتی که از کف منبع انبساط تلف میشود را محاسبه نمود . کف منبع انبساط نیز یک صفحه دایره ای شکل است که با مکانیزم همرفت اجباری حرارت را تلف می کند .

برای محاسبه عدد نوسل در این محدوده از فرمول زیر استفاده می شود

(مأخذ : کتاب انتقال حرارت ، نوشته: م . اوزیشیک ، ترجمه: دکتر اسماعیل خوشروان ، ناشر: مرکز نشر دانشگاهی، جلد دوم ، صفحه ۲۵)

$$Nu_{m3} = 0.664 P_r^{1/3} R_e^{1/2}$$

با محاسبه عدد نوسل مقدار عددی ضریب انتقال حرارت بدست می آید .

$$h_{m3} = Nu_{m3} \frac{k}{r \sqrt{\pi}}$$

با بدست آمدن مقدار ضریب انتقال حرارت برای این محدوده ، می توان شار حرارتی عبوری را محاسبه نمود .



$$Q_3 = Ah_{m3}(T_w - T_{\infty})$$

$$Q_3 = \pi r^2 h_{m3} (T_w - T_{\infty})$$

Q_3 : مقدار شار حرارتی است که از کف مخزن عبور می نماید .

با جمع سه شار حرارتی دیواره مخزن - سطح فوقانی مخزن و کف مخزن شار کلی انتقال حرارت از مخزن محاسبه می شود .

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Q : شار کلی منتقل شده از منبع انبساط باز به محیط اطراف آن می باشد . که واحد آن وات می باشد.



برای محاسبه مقدار حرارت تلف شده در طول یک شبانه روز مقدار Q را در عدد 24 ضرب می شود بر 1000 تقسیم کرده تا میزان تلفات انرژی ناشی از انتقال حرارت منبع به محیط اطراف آن بدست بیاید این مقدار بر حسب کیلو وات ساعت خواهد بود.

(بطور کلی برای محاسبه تلفات انرژی در طول هر زمان مقدار شار عبوری را در زمان مربوطه ضرب می شود)

$$P = Q \frac{24}{1000}$$

P : انرژی حرارتی تلف شده از منبع انبساط در طی یک شبانه روز است که واحد آن کیلو وات ساعت می باشد.



شدت اتلاف انرژی در منابع انبساط باز

جهت مقایسه اتلاف انرژی در منابع انبساط باز باید از یک شاخص قابل اطمینان و همسنگ جهت مقایسه منابع انبساط در شرایط یکسان استفاده نمود. این شاخص به صورت زیر تعریف می شود .

$$\text{شدت اتلاف انرژی} = \frac{\text{اتلاف انرژی از منبع انبساط}}{\text{حجم منبع انبساط}}$$

این شاخص در حقیقت مقدار تلفات انرژی را در منبع انبساط به ازای هر لیتر گنجایش آب در منبع نشان می دهد. هر چه شدت اتلاف انرژی در منبع انبساط کمتر باشد آن منبع کاراتر خواهد بود و یا به عبارت دیگر از می توان گفت تلفات حرارتی منبعی که شدت اتلاف انرژی آن کمتر است ، کمتر خواهد بود.

شدت اتلاف انرژی با E_L نشان داده می شود. و واحد آن کیلو وات ساعت بر لیتر است .



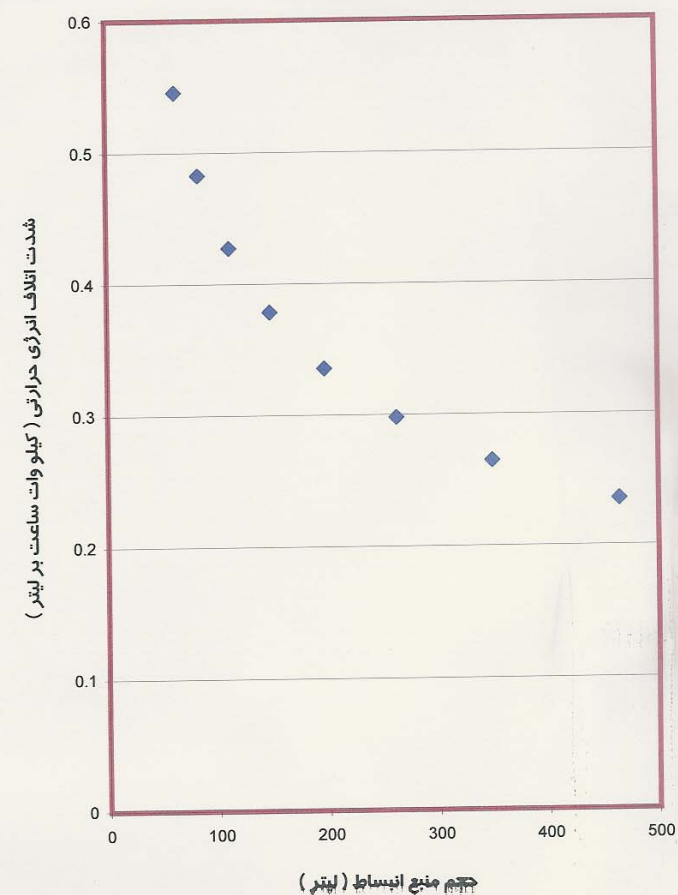
L	D	U_c	T_w	T_c	T_f
0.5	0.4	15	60	5	32.5
0.55	0.44	15	60	5	32.5
0.605	0.484	15	60	5	32.5
0.6655	0.5324	15	60	5	32.5
0.732	0.5856	15	60	5	32.5
0.8052	0.6441	15	60	5	32.5
0.8857	0.7085	15	60	5	32.5
0.9742	0.7793	15	60	5	32.5

P_r	D	k	R_c	Ra	N_{u1}
0.708	1.68E-05	0.0262	356294.5	5175645	558.9717
0.708	1.68E-05	0.0262	391924	6888784	601.6248
0.708	1.68E-05	0.0262	431116.4	9168971	647.989
0.708	1.68E-05	0.0262	474228	12203901	698.4145
0.708	1.68E-05	0.0262	521615.2	16240064	753.2452
0.708	1.68E-05	0.0262	573723.3	21615525	812.921
0.708	1.68E-05	0.0262	631086.7	28768315	877.9745
0.708	1.68E-05	0.0262	694150.8	38282374	948.8287

h_{m1}	Q1	N_{u2}	h_{m2}	Q2	N_{u3}
36.61265	1138.141	11.49542	6.468471	89.3684	391.8535
35.82402	1347.487	12.52223	6.40569	102.2187	410.9794
35.07709	1596.464	13.65384	6.349599	117.2941	431.0389
34.36976	1892.768	14.90095	6.299598	135.0161	452.0774
33.70052	2245.348	16.27434	6.25517	155.8738	474.1266
33.06712	2665.559	17.78896	6.215751	180.4768	497.245
32.46709	3166.684	19.45779	6.18093	209.5857	521.5113
31.89954	3764.195	21.29596	6.150296	244.0379	546.9481

h_{m3}	Q3	Q	P	V	E_L
29.00159	200.343	1427.852	34.26845	62.8	0.545676
27.65193	231.1336	1680.839	40.34014	83.5868	0.482614
26.36508	266.6565	1980.415	47.52995	111.254	0.42722
25.13812	307.6389	2335.423	56.05016	148.0791	0.378515
23.96907	354.8834	2756.105	66.14652	197.0529	0.335679
22.85468	409.3682	3255.404	78.12969	262.2286	0.297945
21.79124	472.2739	3848.543	92.36504	349.0085	0.26465
20.77779	544.8051	4553.038	109.2729	464.4373	0.23528

چگونگی رابطه مابین اتلاف انرژی حرارتی و حجم منبع انبساط باز
آلومینیومی استوانه ای شکل (قطر و ارتفاع در هر مرحله ۱۰ درصد افزایش
داده شده اند)





تبخیر در منابع انبساط باز آهنی با مقطع مستطیل شکل

جهت محاسبه حرارت مسبب تبخیر از منبع انبساط ، ابتدا عدد نوسل به طریق زیر محاسبه میشود.

(مأخذ : کتاب انتقال حرارت ، نوشته: م. اوزیشیک ، ترجمه: دکتر اسماعیل خوشروان ، ناشر: مرکز نشر دانشگاهی، جلد دوم ، صفحه ۱۲۴)

$$Nu = 1 + 1.44 \left[1 - \frac{1708}{Ra} \right] + \left[\left(\frac{Ra}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right]$$

(قابل ذکر است در این فرمول چنانچه اعداد داخل براکت منفی شوند مقدار صفر برای آنها در نظر گرفته می شود.

Ra : نشاتگر عدد ریلی است و به صورت زیر تعریف می شود.

$$Ra = Gr Pr = \frac{g \beta L^3 (T_w - T_\infty)}{\nu^2} Pr$$

در مورد منابع انبساط باز بجای L یعنی طولی که در آن همرفت آزاد اتفاق می افتد و در حقیقت همان ارتفاع فضای بسته بالای منبع می باشد مقدار $0.1L$ قرار می گیرد

بنابراین

$$Ra = Gr Pr = \frac{g \beta (0.1L)^3 (T_w - T_\infty)}{\nu^2} Pr$$

که در آن

T_w : دمای آب داخل منبع

T_∞ : دمای خارج منبع (محیط)

با جاکذاری عددریلی در فرمول مربوط به عدد نوسل مقدار عددی نوسل حساب می شود.



با داشتن عدد نوسل می توان ضریب انتقال حرارتی همرفت فضای بالای منبع انبساط را محاسبه نمود .

$$h = Nu \frac{k}{0.1L}$$

k : ضریب انتقال حرارت فضای بالای منبع است که از جداول مشخصات فیزیکی خوانده میشود و برابر با $0.028135W/m^{\circ}K$ می باشد. با بدست آمدن h_{m2} مقدار Q_v قابل محاسبه است .

$$Q_v = Ah_{m2}(T_w - T_{\infty})$$

$$Q_v = [ab + 0.1L2(a+b)]h(T_w - T_{\infty})$$

$$M = \frac{Q_v}{h_{fg}} \times 3600$$

بنابراین مقدار اتلاف جرم آب ناشی از تبخیر برابر است با

$$M_L = P_L M$$

(لازم به ذکر است پارامترهایی که در اینجا معرفی نگردیده و استفاده شده اند ، همان هایی هستند که در بخش مربوط به انتقال حرارت و تلفات حرارتی آمده اند)



شدت تبخیر در منابع انبساط باز

جهت مقایسه مقدار جرم تبخیر شده در منابع انبساط باز باید از یک شاخص قابل اطمینان و همسنگ جهت مقایسه منابع انبساط باز مختلف، در شرایط یکسان استفاده نمود. این شاخص به صورت زیر تعریف می شود.

تبخیر آب از منبع انبساط باز = شدت تبخیر
حجم منبع انبساط باز

این شاخص در حقیقت جرم آب تبخیر شده را در منبع انبساط به ازای هر لیتر گنجایش آب (ظرفیت اسمی) در منبع نشان می دهد. هر چه شدت تبخیر در منبع انبساط کمتر باشد آن منبع کاراتر خواهد بود و یا به عبارت دیگر می توان گفت تبخیر آب منبعی که شدت اتلاف تبخیر آن کمتر است، کمتر خواهد بود.

شدت تبخیر با D_v نشان داده می شود. و واحد آن گرم بر لیتر است.

$$D_v = \frac{M_L}{V} \times 1000$$



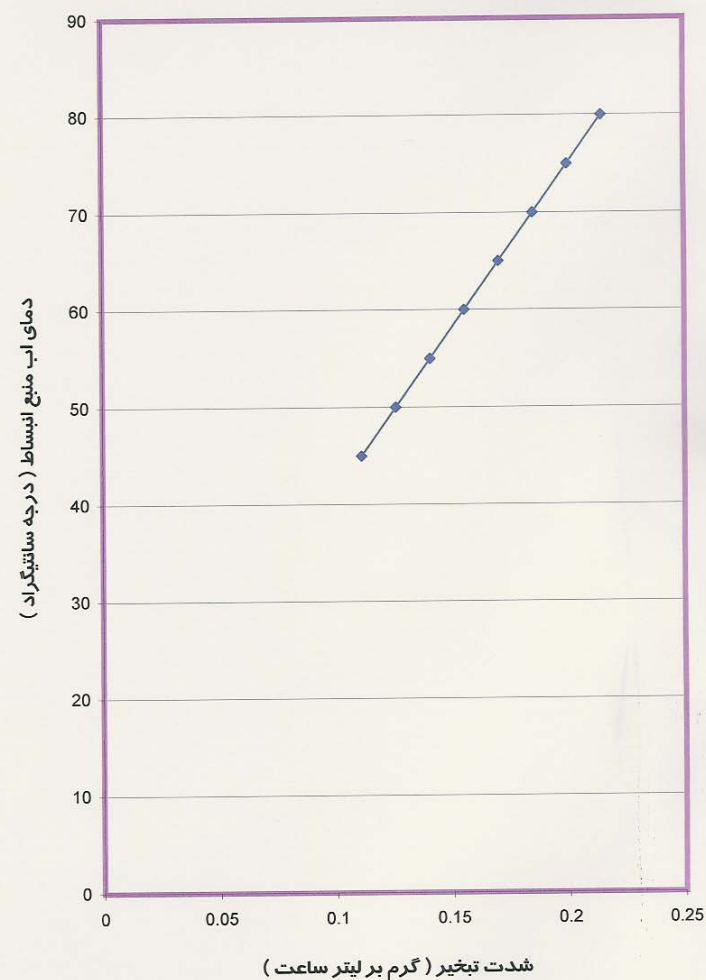
a	b	L	T_w	T_∞	T_f
0.35	0.4	0.55	45	5	25
0.35	0.4	0.55	50	5	27.5
0.35	0.4	0.55	55	5	30
0.35	0.4	0.55	60	5	32.5
0.35	0.4	0.55	65	5	35
0.35	0.4	0.55	70	5	37.5
0.35	0.4	0.55	75	5	40
0.35	0.4	0.55	80	5	42.5

P_r	ν	k	Ra	Nu	h
0.708	1.68E-05	0.0262	6513032	12.31286	6.298589
0.708	1.68E-05	0.0262	6661055	12.39627	6.341255
0.708	1.68E-05	0.0262	6784408	12.46484	6.376335
0.708	1.68E-05	0.0262	6888784	12.52223	6.40569
0.708	1.68E-05	0.0262	6978249	12.57096	6.430619
0.708	1.68E-05	0.0262	7055785	12.61286	6.452054
0.708	1.68E-05	0.0262	7123629	12.64928	6.470682
0.708	1.68E-05	0.0262	7183491	12.68122	6.487022

Qv	V	M	PL	ML	DV
56.05744	77	0.085566	0.1	0.008557	0.111124
63.49182	77	0.096914	0.1	0.009691	0.125862
70.93672	77	0.108277	0.1	0.010828	0.14062
78.38963	77	0.119653	0.1	0.011965	0.155394
85.84876	77	0.131039	0.1	0.013104	0.170181
93.31283	77	0.142432	0.1	0.014243	0.184977
100.7809	77	0.153831	0.1	0.015383	0.199781
108.2522	77	0.165235	0.1	0.016524	0.214592

رابطه شدت تبخیر و دمای آب منبع انبساط باز آهنی با

مقطع مستطیل شکل





نتیجه گیری از محاسبات اتلاف انرژی حرارتی و تلفات تبخیر

بازرسی نمودارها و محاسبات انجام شده مربوط به تلفات حرارتی و تبخیر ، نتایج زیر درخصوص چگونگی اتلاف انرژی حرارتی و تبخیر حاصل می شود.

۱- اولین نتیجه گیری که کاملاً قابل پیش بینی نیز بود ، این است که در کلیه منابع انبساط باز و با هر دمای آب و دمای محیط ، تلفات حرارتی وجود دارد.

۲- هرچه سزعت جریان هوا در محیط اطراف منبع انبساط بیشتر باشد ، مقدار تلفات انرژی حرارتی بیشتر است .

۳- هرچه دمای هوای محیط بیشتر باشد ، تلفات حرارتی کمتر است . (در زمستانها تلفات حرارتی بیشتر از تابستانهاست)

۴- هرچه دمای آب منبع انبساط بیشتر باشد ، اتلاف انرژی حرارتی بیشتر است

۵- هر چه ارتفاع منابع انبساط بیشتر باشد ، شدت اتلاف انرژی حرارتی کمتر است .

۶- هرچه قطر منبع انبساط استوانهای شکل بیشتر باشد . اتلاف انرژی حرارتی در آن کمتر است .

۷- هر چه حجم منبع انبساط بیشتر باشد ، شدت اتلاف انرژی در آن کمتر است.

۸- تلفات حرارتی از یک منبع انبساط با سطح مقطع مستطیل شکل و قطر معادل برابر با قطر دایره ، کمتر از یک منبع انبساط با سطح مقطع دایره ای شکل با همان حجم در شرایط مساوی است.

۹- تلفات انرژی حرارتی در شرایط مساوی بدون هر گونه عایق با سیر صعودی بدین ترتیب است ۱- منبع انبساط باز استوانه ای شکل از جنس فایبر گلاس ۲- منبع انبساط باز با سطح مقطع مستطیل شکل از جنس آهن ۳- منبع انبساط باز استوانه ای شکل از جنس آلومینیوم - یا عبارت دیگر منبع انبساط فایبر گلاس دارای حداقل تلفات انرژی حرارتی ، و منبع آلومینیومی حداکثر تلفات حرارتی و منبع با سطح مقطع مستطیل شکل فلزی حدواسط تلفات حرارتی را دارا می باشد.

۱۰- هر چه دمای آب منبع انبساط بالاتر باشد تلفات تبخیر آن بیشتر سات .

۱۱- هرچه سطح آب در منابع انبساط بزرگتر باشد ، تلفات تبخیر آب بیشتر است.

۱۲- تلفات تبخیر آب منابع انبساط باز از جنس فایبر گلاس کمتر از تلفات تبخیر منابع انبساط باز از جنس آلومینیوم ، در شرایط ثابت است.





اشکالات موجود

- عدم استفاده از عایق
- خوردگی و زنگ زدگی
- عدم استفاده از لوله سر ریز
- درب نامناسب
- خوردگی توپی برنجی





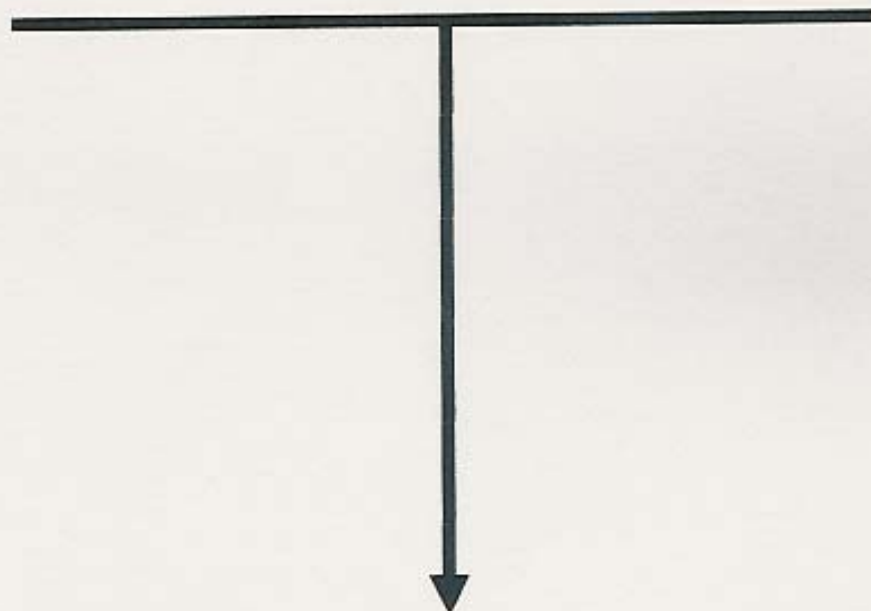


بند چهارم

طراحی منابع انبساط باز بهینه



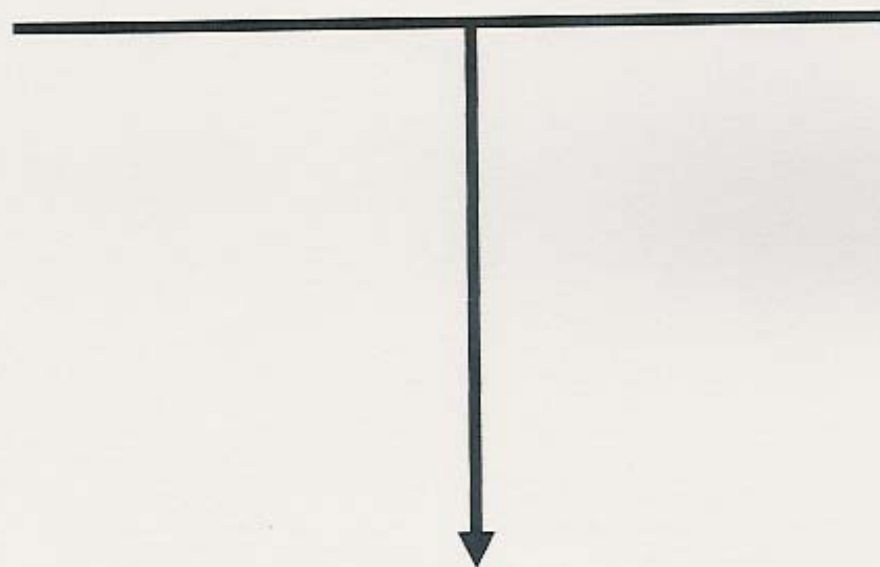
• اشکال : پوسیدگی منابع انبساط باز آهنی



((راه حل : استفاده از منابع انبساط جایگزین))



• اشکال : عدم بسته شدن درب منابع انبساط باز آلومینیومی

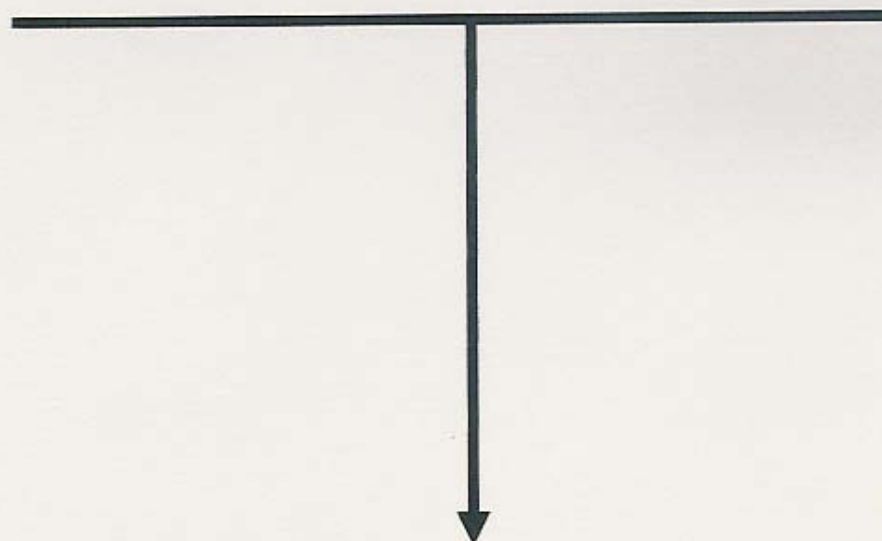


((راه حل : طرح استفاده از نوار درزگیر و قفل مهماتی))



• اشکال: ریزش آب و خروج بخار و انرژی حرارتی از دریچه

سرریز بر روی بدنه در اثر عدم استفاده از تجهیزات مناسب

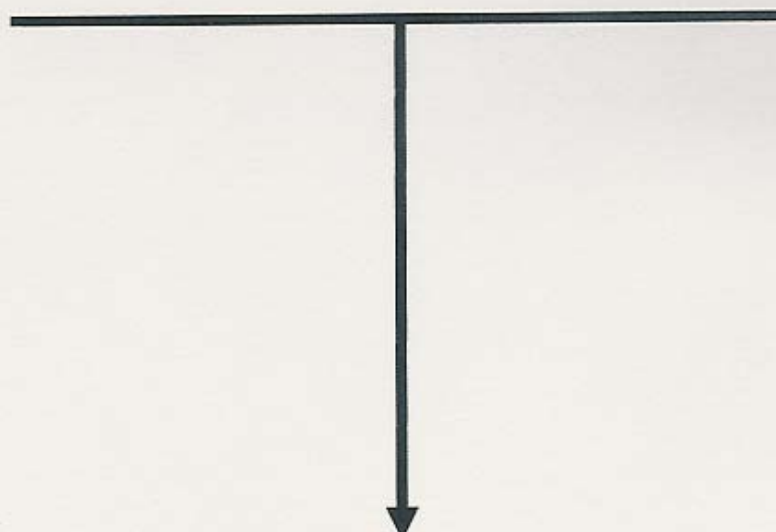


((راه حل : طراحی سرریز مناسب))



• اشکال : تکرر باز کردن درب به هنگام بازدید از منبع

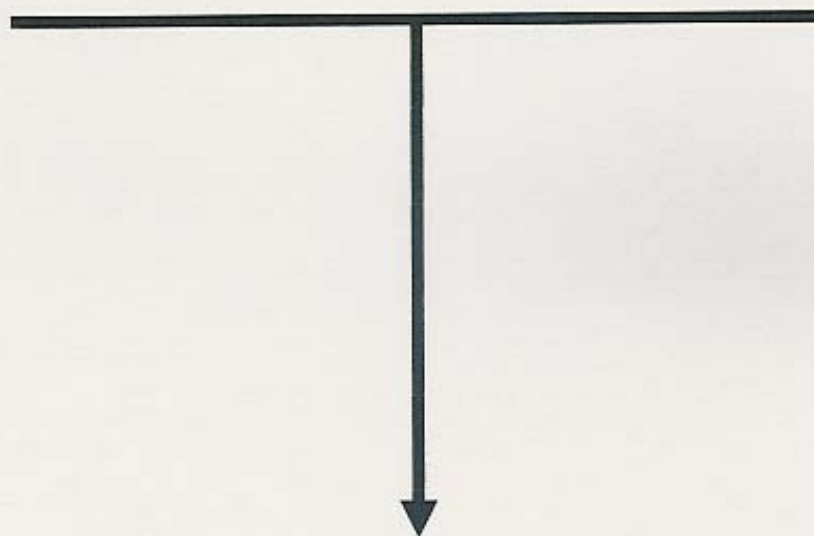
بدلیل عدم آگاهی از مقدار آب آن



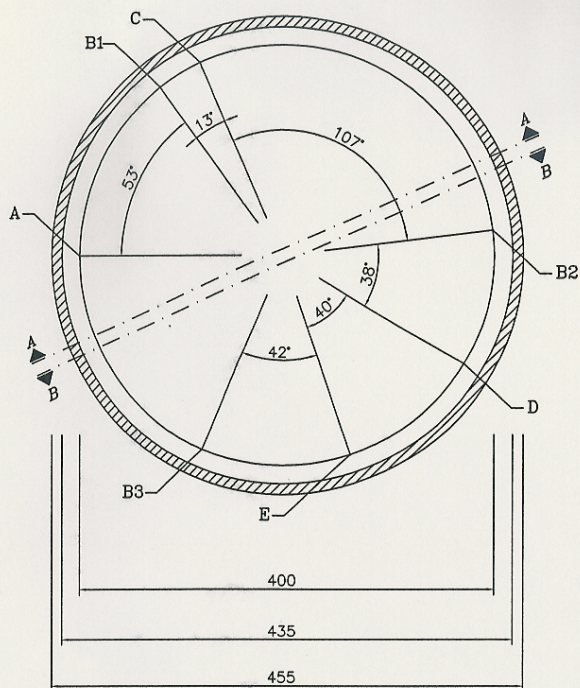
((راه حل : طراحی آبنما))



• اشکال : اتلاف انرژی حرارتی و تبخیر آب

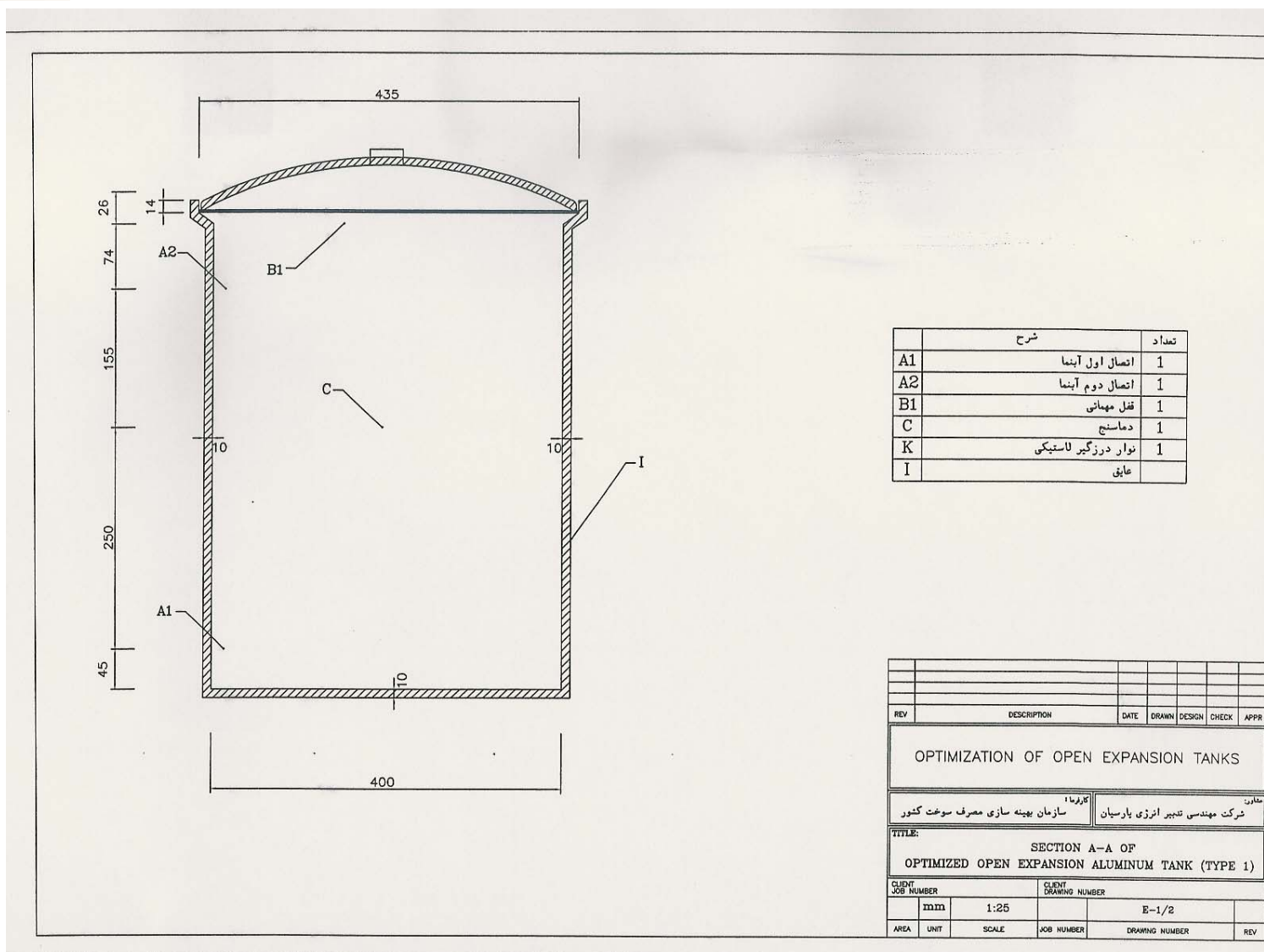


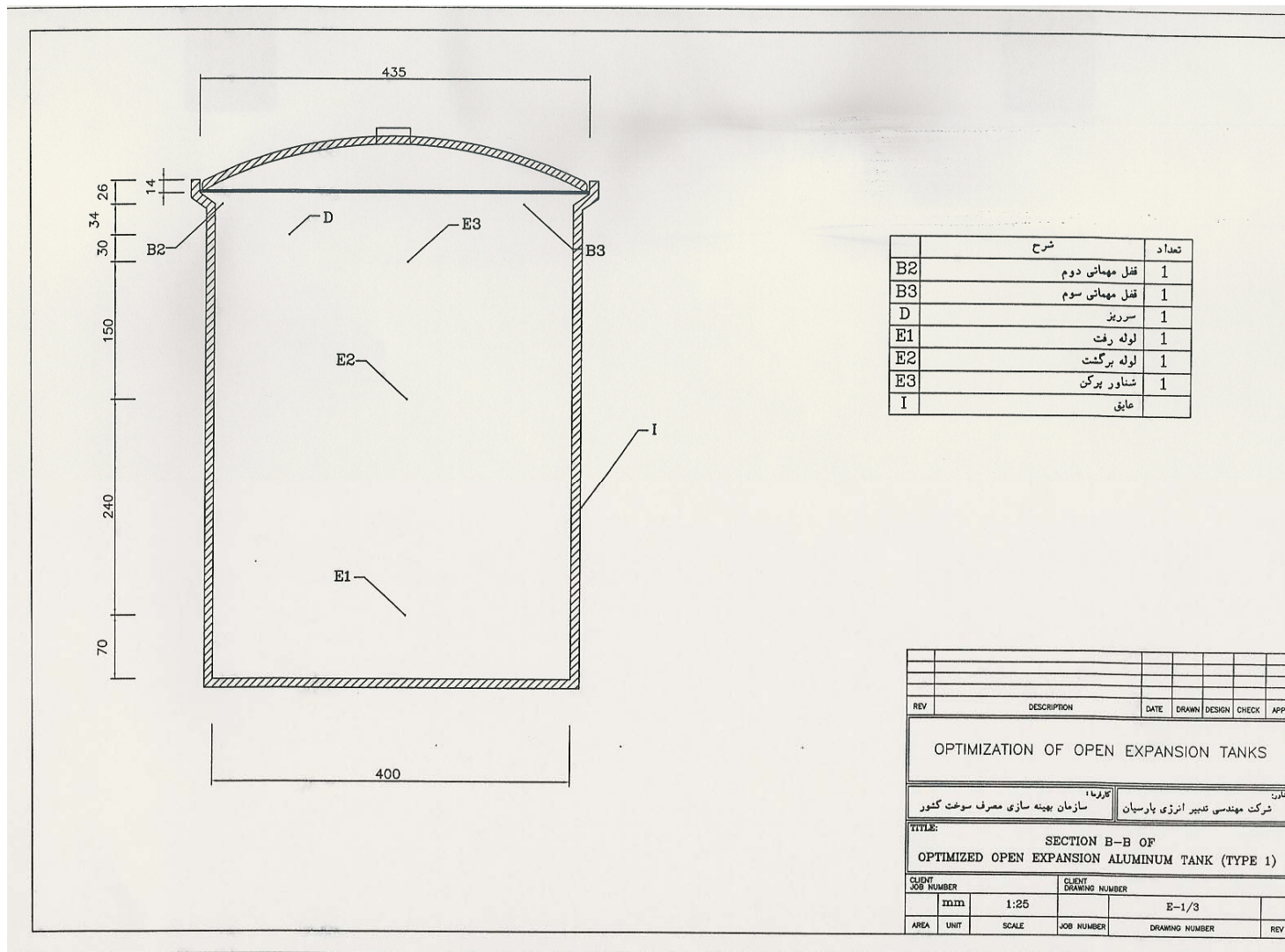
((راه حل : عایق کاری کلیه سطوح منبع))

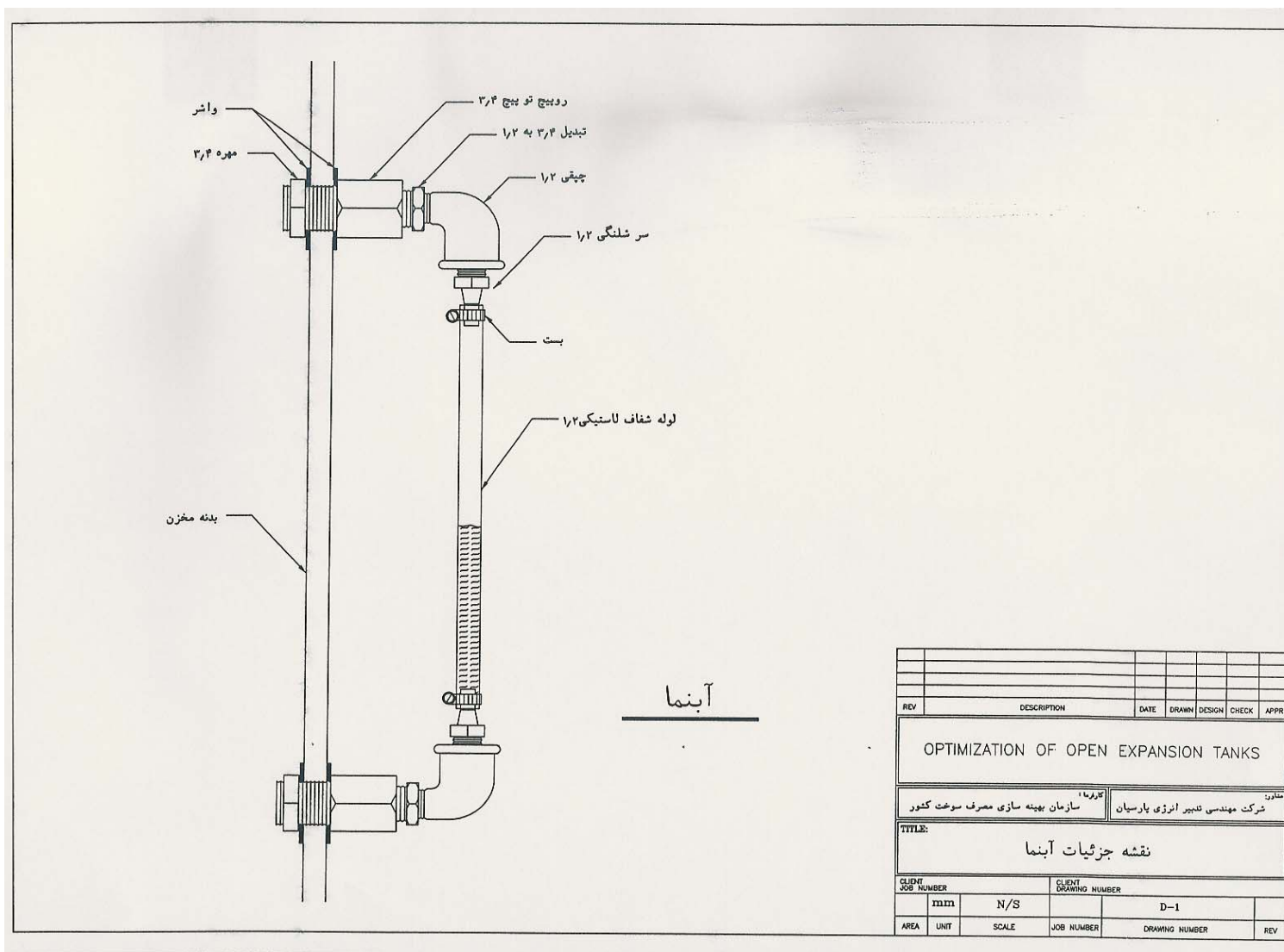


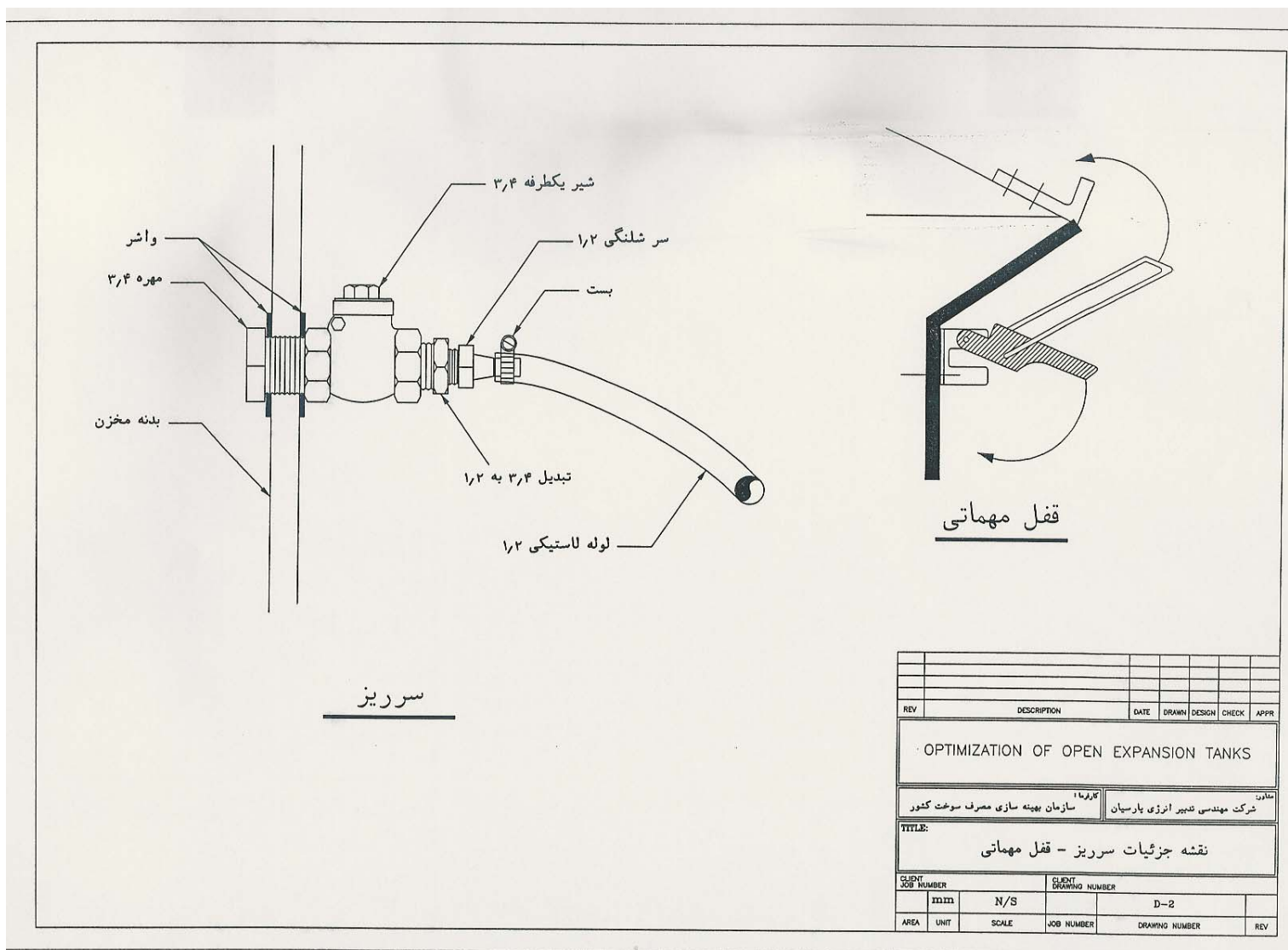
تعداد	شرح
1	آبنا
1	قفل مهمانی اول
1	قفل مهمانی دوم
1	قفل مهمانی سوم
1	دماسنج
1	سرریز
1	شناور - لوله رفت - لوله برگشت
1	ضخامت بدنه و درب منبع انبساط باز ۳ میلیمتر

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR
OPTIMIZATION OF OPEN EXPANSION TANKS						
کارفرما: سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور		مطابق: شرکت مهندسی تدبیر انرژی پارسپان				
TITLE: PLAN OF OPTIMIZED OPEN EXPANSION ALUMINUM TANK (TYPE 1)						
CLIENT JOB NUMBER: 1111		CLIENT DRAWING NUMBER: E-1/1		SCALE: 1:25		
AREA	UNIT	SCALE	JOB NUMBER	DRAWING NUMBER	REV	







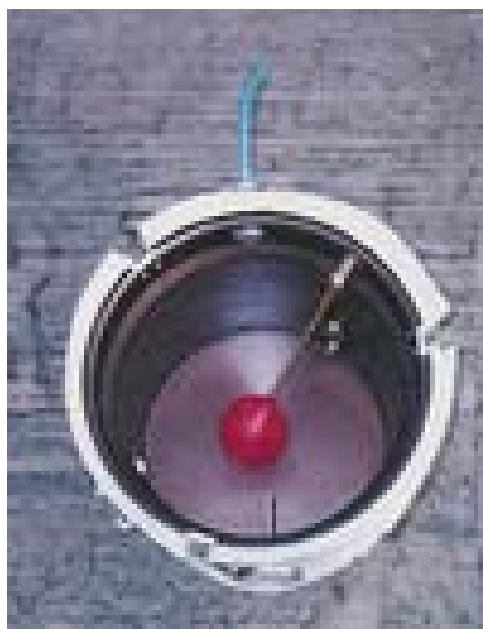


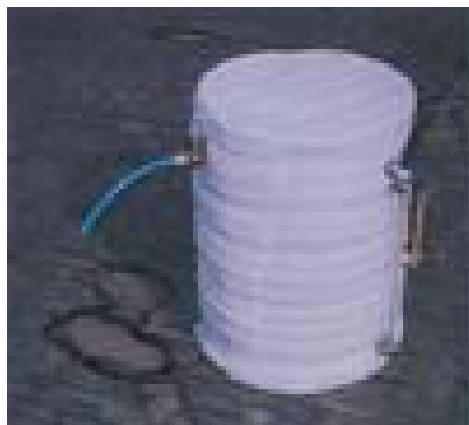


بند پنجم

ساخت چهار نمونه منابع انبساط باز بهینه شده









بند ششم

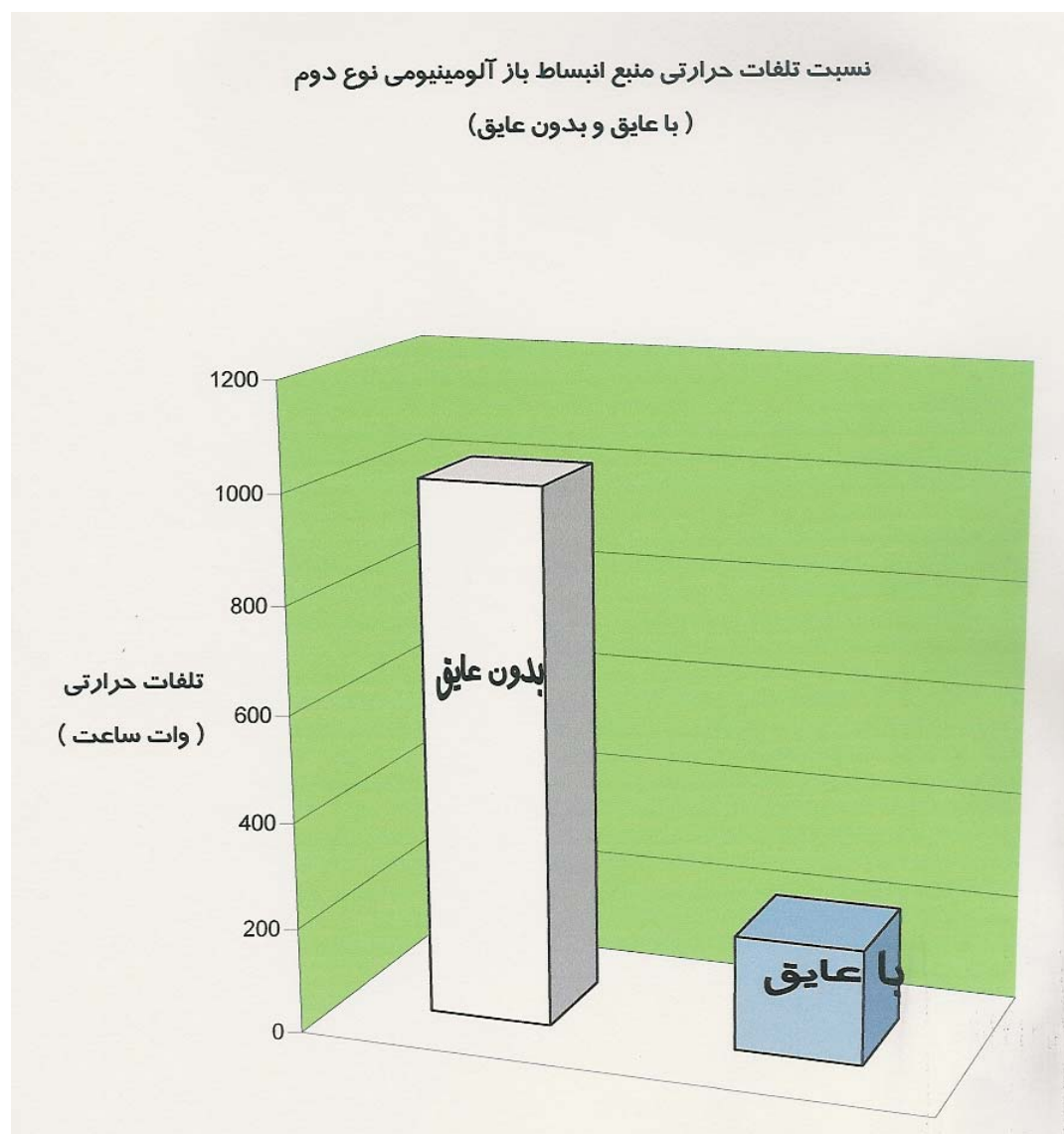
میزان کارآمدی منابع انبساط باز ساخته شده



جدول کار آمدي

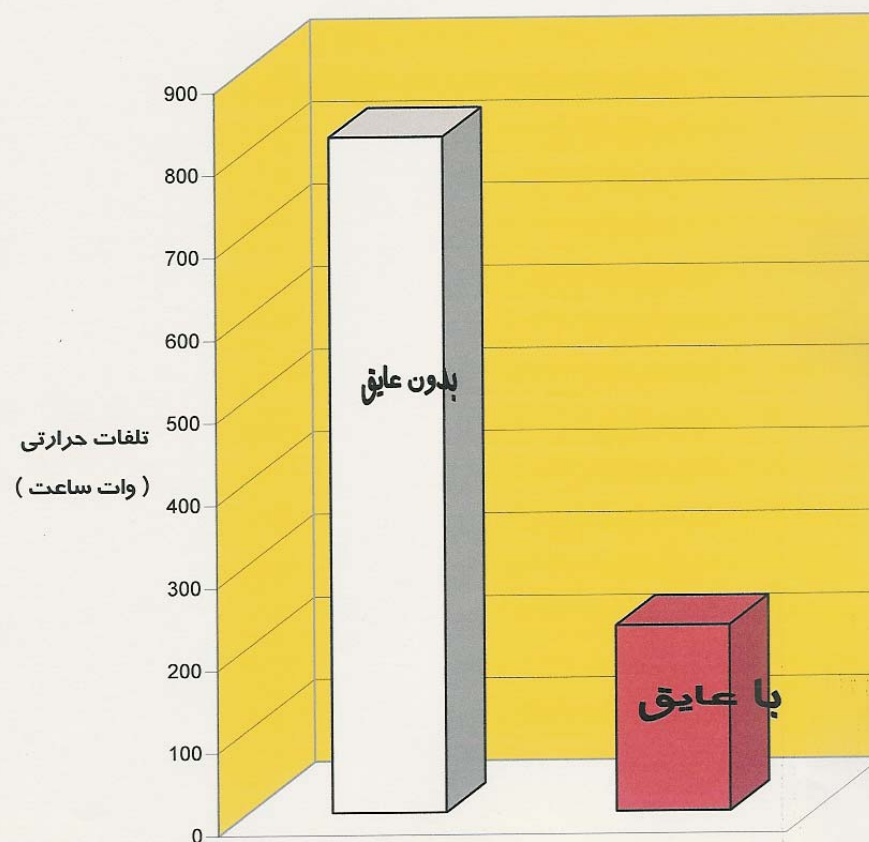
در اینجا کلیه مسائل مربوط به میزان کار آمدي منابع ساخته شده در یک جا جمع شده است .

موضوع	وضعیت قبل از اصلاح	وضعیت بعد از بهینه سازی	اثرات	درصد مطلوبیت
درب آلومینیومی	عدم تطابق کامل درب و منبع به دلیل عدم صافی سطح	بکار گیری درز گیر	کاهش تلفات انرژی و بخار	۹۰
درب آلومینیومی	فاقد نگهدارنده	استفاده از سه عدد قفل مهماتی	کاهش تلفات انرژی و بخار و نگهداری از درب	۱۰۰
سرریز	فاقد هر گونه تمهیدات جهت خروج بخار و حرارت	بکار گیری شیر یکطرفه	کاهش تلفات حرارت و بخار	۹۲
سرریز	اکثراً فاقد لوله سرریز	استفاده از لوله لاستیکی سرریز	حفاظت از منبع و عایق و آگاهی از سرریز شدن	۱۰۰
آبنا	فاقد هر گونه تمهیدات نشانگر سطح آب	طراحی و اجرای آبنا	مشخص شدن مقدار آب منبع انبساط باز	۹۴
دما سنج	فاقد دما سنج	نصب دما سنج	اطلاع از دمای منبع انبساط	۱۰۰
دما سنج	فاقد دما سنج	نصب دما سنج	آگاهی از سلامت سیستم	۱۰۰
عایق کاری	اکثراً فاقد عایق	عایق کاری	کاهش تلفات حرارت و بخار	۸۰-۹۵





نسبت تلفات حرارتی منبع انبساط باز فایبر گلاس نوع چهارم (با عایق و بدون عایق)





بند هفتم

مشخصات بهینه و الزامات قانونی برای عرضه کنندگان



مشخصات بهینه

حداقل ضخامت منابع انبساط باز و آلومینیومی و فایبر گلاس ۴ میلیمتر
حداقل ضخامت درب منابع انبساط باز آلومینیومی و فایبر گلاس ۳ میلیمتر
عایق کاری با ضخامت ۲ سانتیمتر
پوشش عایق با ورق آلومینیوم و رنگ
تزریق فوم مابین جدار و پوشش ۲/۵ سانتیمتر
استفاده از دماسنج بر روی جداره در ۲/۳ ارتفاع منبع و تقریباً روبروی لوله های رفت و برگشت
استفاده از نوار درزگیر برای درب منابع انبساط آلومینیومی
استفاده از سه قفل مهماتی با زاویه ۱۲۰ درجه برای منابع انبساط باز آلومینیومی
استفاده از شیر یکطرفه برای سر ریز
استفاده از آبنا تقریباً روبروی لوله های رفت و برگشت
استفاده از تویی پلاستیکی به جای تویی استیل و برنجی



الزامات برای عرضه کنندگان

حداقل ضخامت منابع انبساط باز و آلومینیومی و فایبر گلاس ۴ میلیمتر
حداقل ضخامت درب منابع انبساط باز آلومینیومی و فایبر گلاس ۳ میلیمتر
حداقل عایق کاری با ۱ سانتیمتر ضخامت
پوشش عایق با ورق آلومینیوم و رنگ
تزریق فوم مابین جدار و پوشش ۱/۵ سانتیمتر
استفاده از دماسنج بر روی جداره در ۲/۳ ارتفاع منبع و تقریباً روبروی لوله های رفت و برگشت
استفاده از نوار درزگیر برای درب منابع انبساط آلومینیومی
استفاده از سه قفل مهماتی با زاویه ۱۲۰ درجه برای منابع انبساط باز آلومینیومی
استفاده از شیر یکطرفه برای سر ریز
استفاده از آبنا تقریباً روبروی لوله های رفت و برگشت



تعریف برچسب کار آمدی

طبق تعریف ، بر چسب کار آمدی نشانگر میزان کار آمدی یک منبع انبساط باز می باشد .

این برچسب عواملی چون میزان تلفات حرارت و بخار ، استحکام ، کارائی ، مجهز بودن به لوازم ضروری را نشان می دهد .

با توجه به بر چسب کار آمدی می توان رتبه یک منبع انبساط را با دیگر منابع مقایسه کرد و فهمید که کدامیک در مجموع بهتر است .



معیار های برچسب کار آمدي

برای تدوین برچسب کار آمدي منابع انبساط باز، باید برخی متغیر ها (تجهیزات و مشخصات) منابع را مورد بررسی و امتیاز بندی قرار داد این وارد شامل لیست زیر می باشد .

جنس منبع انبساط

ضخامت جداره

ضخامت و جنس عایق

سرریز

درب

دماسنج

آبنما



ضخامت و جنس عایق

با توجه به اینکه عایق ها انواع مختلفی دارند امتیاز بندی به صورت تابعی انجام می گیرد .
یعنی اینکه چون هر عایق دارای یک ضریب هدایت حرارتی خاص می باشد . لذا تابع امتیاز
دهی به عایق بایستی ضریب هدایت حرارتی و ضخامت عایق را پوشش دهد . لذا این تابع به
صورت ذیل تعریف می شود .

$$F_{(x,k)} = \frac{k}{x}$$

در تابع فوق k ضریب حرارتی عایق بر حسب وات بر متر درجه سانتیگراد و x ضخامت عایق
بر حسب سانتیمتر می باشد چگونگی امتیاز دهی بر اساس جدول زیر ارائه شده است .



مقدار تابع $F_{(x,k)}$	امتیاز مربوط به عایق بندی
منبع بدون عایق	صفر
بیشتر از ۱/۰	صفر
۰/۱ تا ۰/۰۸	۵
۰/۰۷۹ تا ۰/۰۴	۱۰
۰/۰۳۹ تا ۰/۰۲۵	۱۵
۰/۰۲۴ تا ۰/۰۱	۲۰
۰/۰۰۹۹ تا ۰/۰۰۹	۲۵
۰/۰۰۸۹ تا ۰/۰۰۸	۳۰
۰/۰۰۷۹ تا ۰/۰۰۷	۳۵
۰/۰۰۶۹ تا ۰/۰۰۶	۴۰
۰/۰۰۵۹ تا ۰/۰۰۵	۴۵
۰/۰۰۴۹ تا ۰/۰۰۴	۵۰
۰/۰۰۳۹ تا ۰/۰۰۳	۵۵
۰/۰۰۲۹ تا ۰/۰۰۲	۶۰
۰/۰۰۱۹ و کمتر	۶۵

جدول یک - امتیاز دهی عایق بندی



تخصیص رده برچسب کارائی

همچنین با توجه به امتیاز بندی که در قسمتهای قبلی ذکر گردید . با توجه به امتیاز کسب شده توسط منبع انبساط باز ، یک رده به تناسب امتیاز به منبع تعلق می گیرد . مطابق باجدول زیر .

محدوده امتیاز کسب شده	رده تعلق گرفته به منبع انبساط باز	درصد مطلوبیت
۱۶۰ تا ۱۸۰	A	۱۰۰ تا ۹۰
۱۴۰ تا ۱۵۹	B	۸۹ تا ۸۵
۱۲۰ تا ۱۳۹	C	۸۴ تا ۸۰
۱۰۰ تا ۱۱۹	D	۷۹ تا ۷۵
۸۰ تا ۹۹	E	۷۴ تا ۷۰
۶۰ تا ۷۹	F	۶۹ تا ۶۵
۴۰ تا ۵۹	G	۶۵ تا ۶۰

کمتر از ۴۰ امتیاز فاقد هر گونه رده بندی است .

لازم به ذکر است که می تواند و بایستی این نوع امتیاز دهی به مرور زمان تغییر کند و هرچهار سال یکبار یک بازنگری کلی در امتیاز بندی و نحوه تخصیص رده بندی برچسب کارائی به عمل بیاید. حتی زمان بازنگری نیز می تواند به حداقل دو سال کاهش یابد ، مشروط به اینکه خط مشی های کلی حداقل یک سال قبل به اطلاع سازندگان و تولید کنندگان برسد تا تولید کنندگان با مشکل تغییر استانداردها مواجه نشوند با اتکا به برنامه ریزی های علمی و حساب شده می توان منتظر بالارفتن سطح کیفیت تولیدات و پیشرفت بود .



رده بندی برچسب کار آمدي

بجهت تسهيل کاربرد برچسب کار آمدي برای مصرف کنندگان ، پيشنهاد می گردد شکل ظاهري برچسب مشابه برچسب انرژی که در سالهای اخير مورد استفاده در ایران قرار گرفته و تا حدودی به ذهن و چشم مشتریان آشناست بهره گرفته شود یعنی از نوارهای رنگی با درجه بندی A,B,C,D,E,F,G مطابق شکل زیر



چنانچه یک محصول رده A را کسب نماید . بدین معنا است که بهترین کارایی را دارد . و رده G نیز بدین معناست که منبع انبساط دارای پائین ترین کیفیت از لحاظ کارایی می باشد . هنگامی که یک برچسب بر روی محصول چسبانده می شود . بایستی مشخص باشد که محصول دارای کدام رده است برای این منظور یک فلش در مقابل همان رده بصورت معکوس و با همان رنگ به صورت تو خالی مطابق شکل زیر کشیده می شود.



شکل بالا بدین معناست که منبع انبساطی که این نوع برچسب را دریافت کرده در رده C قرار گرفته و دارای کارایی می باشد که امتیاز این رده را کسب کرده است .
علاوه بر این خطوط رنگی میتوان اطلاعاتی نظیر حجم منبع انبساط ، جنس منبع انبساط ، ضخامت جدار و ... را در پائین برچسب بصورت یک جدول ارائه نمود .

فایبر کلاس	جنس منبع انبساط
۱۷۵ لیتر	حجم منبع انبساط
پشم شیشه	نوع عایق
۵ میلیمتر	ضخامت جداره



برچسب کارآمدی منبع انبساط باز



فایبر گلاس	جنس منبع انبساط
۱۷۵ لیتر	حجم منبع انبساط
پشم شیشه	نوع عایق
۵ میلیمتر	ضخامت جداره



الزامات قانونی

۱- تولیدات بدون پروانه کاربرد علامت استاندارد یا با ویژگی مغایر با استاندارد (برچسب کار آمدی) حق الصاق برچسب کارآمدی ندارند و مشخصات برچسب به آنان ابلاغ نمی گردد. چنین تولیداتی حق عرضه و فروش در بازار ندارند و با سازنده و فروشنده برخورد قانونی می شود.

۲- فرهنگ سازی : به مصرف کنندگان این آگاهی داده شود که هنگام خرید به برچسب کارآمدی روی محصول دقت کنید و از خرید محصولات بدن برچسب کار آمدی خودداری کنید .

توجه به برچسب کار آمدی به عنوان اطلاع رسانی جهت مقایسه شاخص ها و انتخاب دقیق و هوشمندانه هنگام خرید ، مصرف کنندگان را یاری می دهد تا انتخاب برتر را انجام دهند .

۳- تولید کنندگان قبل از تولید موظف به ارائه مستندات و نمونه ساخته شده جهت اخذ مجوز تولید و تطابق تولید با نحوه امتیاز بندی خواهند بود .

۴- هر منبع انبساط باز تولید داخل باید حداقل امتیاز برچسب کار آمدی را کسب نماید .

۵- واردات منابع انبساط باز به شرط تطبیق حداقل با رتبه C برچسب کارآمدی بلا مانع خواهد بود .



- ۶- تولید کنندگان موظف به ارائه خدمات گارانتی به مدت یک سال می باشند
- ۷- تولید کنندگان و فروشندگان به هنگام فروش ملزم به ارائه برچسب بر روی منبع انبساط می باشند .
- ۸- در صورتیکه تولید کننده یا فروشنده تبلیغاتی برای فروش جنس داشته باشد باید رده کار آمدی کالای خود را به نحو واضحی اعلام نماید.
- ۹- نظارت بر حسن یا سو استفاده از برچسب کار آمدی منبع انبساط باز به عهده سازمان بهینه سازی سوخت خواهد بود و یا هر ارگان یا سازمانی که سازمان بهینه سازی این حق را به آن تفویض نماید.
- ۱۰- تولید کنندگان باید در طول زمان تولید حداقل مواردی را که سبب کسب رتبه کارآمدی شده رعایت نمایند و هرگونه تغییرات را به اطلاع سازمان بهینه سازی سوخت کشور برسانند .



پیشنهادهای

تا اینجا دو رویکرد در مورد بحث الزامات قانونی در خصوص منابع انبساط باز ارائه شد. یکی اینکه یک سری مشخصات بصورت آئین نامه حداقل باید ها ارائه شود تولید کنندگان موظف به اجرای آن باشند و دیگر اینکه الزامات قانونی بصورت برچسب کارآمدی ارائه شود.

در حقیقت در عمل بایستی به صورت زیر عمل شود

۱- ابتدا یک آئین نامه شامل حداقل شرایط برای تولید منابع انبساط باز به تولید کنندگان ابلاغ شود. (زمان اجرا و ابلاغ حداکثر ۲ سال)

۲- سپس با اضافه نمودن بخشنامه ها تولید کنندگان به سوی استفاده از برچسب کارآمدی تشویق و ترغیب شوند. (زمان اجرا ۲ سال)

۳- در انتها همگی مجبور به استفاده از برچسب کارآمدی به طور قانونی شوند قانونی باشند. در حقیقت بعد از گذشت ۴ سال همه تولید کنندگان موظف به رعایت برچسب کارآمدی خواهند بود.



مزیت‌های عملکرد این چینی

در فاصله زمانی فرهنگ سازی و ابلاغ آئین نامه اولیه تولید منابع انبساط باز زمان کافی برای تدوین دقیق استاندارد ها و آزمایشات بر روی منابع انبساط باز وجود خواهد داشت.

- ضمن اینکه برچسب کار آمدمی که به صورت یک نمای کلی و رهگشا در این پروژه ارائه شده ، میتواند استخوانبندی اصلی برچسب کار آمدمی نهایی باشد که در این زمان دو ساله بصورت کامل تدوین وارائه گردد .

در این زمان هشدار و آگاهی به تولید کنندگان داده شود و آنان از دور نمای کنترل بازار در آینده ، توسط سازمان بهینه سازی اطلاع یابند تا بتوانند خود را به سطح مطلوب برسانند .

زمان کافی برای فرهنگ سازی و ترغیب مصرف کنندگان برای خرید منابع انبساط بهینه شده وجود دارد. در هر حال همیشه با لا بردن آگاهی مردم منجر به بالا رفتن سطح انتظارات آنها خواهد شد که نهایتاً یک جبر اجتماعی برای بازار بوجود می آورد و بازار را در جهت افزایش کیفیت کالاها و خدمات فرا می خواند.



نتیجه گیری از انجام پروژه

۱- حاصل انجام این پروژه دست یافتن به بسیاری از اطلاعات منجمله داده های حاصل از جمع آوری آمار و اطلاعات مربوط به بازار منابع انبساط باز ، و یافته های میدانی به علاوه انجام محاسبات دقیق تلفات حرارتی ، تبخیر آب ، پیدا کردن اشکالات ، طراحی برای رفع اشکالات موجود و ساخت نمونه های بهینه به انضمام محاسبه کارائی و سناریو های ارائه شده جهت چگونگی برقراری الزامات قانونی است .

۲- برای بهینه سازی ساختار منابع انبساط باز ، میدان وسیعی از طراحی و تولید وجود دارد . زیرا به جرأت می توان گفت تا کنون بطور جدی در ایران برای بهینه سازی منابع انبساط باز کار خاصی ، بغیر از این پروژه صورت نگرفته است .



۳- توصیه می شود قبل از تحکیم الزامات قانونی به تولید کنندگان جهت ساخت منابع انبساط باز ، منابع انبساط بسته نیز مورد بررسی قرار بگیرند و با منابع انبساط باز مقایسه شوند . چه بسا ممکن است نتیجه این بررسی استفاده از منابع انبساط بسته بطور کلی باشد یا حداقل برای مصرف منابع انبساط باز محدوده خاصی معین شود .

۴- الزامات قانونی به گونه ای به بازار تزریق شود که موجب شوک ناگهانی و اخلال در بازار نگردد. در این باره در بند هفت به تفصیل سخن گفته شده است .

۵- این پروژه خود می تواند ، مادر پروژه های دیگری باشد ، از قبیل پروژه تدوین استاندارد و برچسب کارآمدی منابع انبساط باز ، بررسی منابع انبساط بسته و تدوین استاندارد و برچسب منابع انبساط بسته و