



بسم الله الرحمن الرحيم  
جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا  
كلية الهندسة  
مدرسة الهندسة الميكانيكية



قسم القدرة

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية

بعنوان:

اختيار أفضل نظام تبريد للخضر والفاكهة بالسوق المركزي –  
الخرطوم

إعداد الطلاب:

I. شهد صلاح الدين بدوي عثمان.

II. ليثا عبدالله عثمان محمد .

III. ياسر صلاح أحمد عبدالسلام .

إشراف الدكتور:

حسن عبداللطيف عثمان .

سبتمبر 2015

## الآية

قال تعالى:

﴿قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ

أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ﴾

صدق الله العظيم

البقرة الآية (32)

## الإهداء

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبي الرحمة ونور العالمين

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار ، إلى من علمني العطاء بدون انتظار ،

إلى من أحمل اسمه بكل افتخار

## والدي العزيز

إلى معنى الحب .. إلى معنى الحنان ..

إلى بسملة الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحني

## أمي الحبيبة

## شكر وتقدير

في البدء الشكر كل الشكر لله سبحانه وتعالى بمنه وفضله علينا وعانته لنا في اكمال هذا البحث.

وكما قال الحبيب عليه أفضل الصلاة والسلام : (لايشكر الله من لا يشكر الناس) مهما تقدمنا وفتحت أمامنا الطرق ووصلنا لكل ما نلهم به علينا أن نتذكر من كانوا سبباً في نجاحنا ، من ساندنا وأمسك بيدنا للاستمرار، من وجودهم حفزنا وشجعنا ، فمهما عبرنا لهم فالكلمات قليلة ،

إلى صاحب التميّز والأفكار النيرة .. أزكى التحيات وأجملها وأندأها وأطيبها .. أرسلها لك بكلّ ودّ وحب وإخلاص .. تعجز الحروف أن تكتب ما يحمل قلبي من تقدير واحترام .. وأن تصف ما اختلج بملئ فؤادي من ثناء وإعجاب .. فما أجمل أن يكون الإنسان شمعة تُنير دروب الحائرين

### الدكتور: حسن عبداللطيف عثمان

بكل الحب والوفاء وبأرق كلمات الشكر والثناء، ومن قلوب ملؤها الأخاء تتقدم بالشكر على تفانيها في عملها

### مدرسة الهندسة الميكانيكية

إن قلت شكراً فشكري لن يوفّيكم .. حقاً سعيتم فكان السعي مشكوراً .. إن جفّ حبري عن التعبير يكتبكم .. قلب به صفاء الحبّ تعبيراً

## رفاق الدرب الدفعة (27)

كلمات الشناء لا توفّيكم حقكم، شكراً لكم على عطائكم

## الأخوة العاملين بورشة التبريد

كلمة شكر وعرفان .. إلى أصحاب القلوب الطيبة .. إلى أصحاب النفوس الأبيّة .. إلى أصحاب الابتسامة الفريدة .. إلى من حاربوا وساهموا الكثير من أجلنا

الباشمهندس:محمود زهران      الباشمهندس:ابراهيم صديق

كما نتقدم بجزيل الشكر لكل من وقف بجانبنا وساعدنا في اخراج البحث بصورته النهائية وأخص بالشكر:

أسرة مصنع نسيج الحصاص (إدارة ومهندسين وعمال)

الأستاذ:صلاح محمد صالح سليمان (مكتب ولاية الخرطوم)

الأستاذ:عثمان عبدالفاضل (مكتب رئاسة محلية الخرطوم)

المهندس:أمير (إدارة السوق المركزي الخرطوم)

## التجريدة:

تعتبر الخضر والفاكهة من العناصر الغذائية الأساسية التي تساعد في الحفاظ على صحة الانسان، علاوة على مساهمتها التي تعد رافدا هاما للاقتصاد الوطني .

يهدف هذا البحث الى حفظ الخضر والفاكهة وزيادة العمر الافتراضي لها ، وذلك باختيار أفضل نظام تبريد للخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم، مما يقلل من العمليات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية.

تمت الدراسة عن طريق جمع المعلومات اللازمة عن السوق المركزي، و الاطلاع على الدراسة السابقة للسوق المركزي ومن ثم حساب الأحمال الحرارية وبعد ذلك اختيار وتصميم أفضل نظام تبريد .

## قائمة المحتويات

I.....	الآية
II.....	الإهداء
III.....	الشكر والعرفان
V.....	التجريدة
V I.....	قائمة المحتويات
X V.....	قائمة الأشكال
X V I.....	قائمة الملحقات
1.....	1 الباب الأول
2.....	1.1 المقدمة
3.....	2.1 أهداف المشروع
3.....	3.1 طريقة تنفيذ المشروع
4.....	4.1 النتائج المتوقعة
5.....	2. الباب الثاني

6.....	الدراسات السابقة
8.....	1.2 حفظ الخضر والفاكهة
9.....	2.2 الغرض من الحفظ بالتبريد
9.....	3.2 الشروط التي يجب مراعاتها في محلات بيع الخضر والفاكهة
9.....	1.3.2 درجة الحرارة
10.....	2.3.2 التهوية
10.....	3.3.2 الاضاءة
11.....	4.3.2 النظافة
12.....	5.3.2 الصيانة الدورية
12.....	6.3.2 تأثير الرطوبة
13.....	4.2 المتطلبات الخاصة لحفظ بعض أنواع الفاكهة
13.....	1.4.2 التفاح
13.....	2.4.2 المشمش
14.....	3.4.2 العنب



14.....	4.4.2 الموز
15.....	5.4.2 الموالج
16.....	5.2 نظم التبريد
16.....	1.5.2 التبريد الميكانيكي
16.....	1.1.5.2 التبريد الانضغاطي
17.....	1.1.1.5.2 الضاغط
18.....	2.1.1.5.2 المكثف
18.....	3.1.1.5.2 صمام التمدد
19.....	4.1.1.5.2 المبخر
21.....	2.1.5.2 التبريد الامتصاصي
22.....	3.1.5.2 التبريد بالمنفث البخاري
23.....	2.5.2 التبريد التبخيري
24.....	1.2.5.2 أنواع التبريد التبخيري
24.....	1.1.2.5.2 التبريد التبخيري المباشر (الدائرة المفتوحة)

25.....	2.1.2.5.2 التبريد التبخيري غير المباشر (الدائرة المغلقة)
25.....	3.1.2.5.2 التبريد التبخيري على مرحلتين مباشر وغير مباشر
26.....	2.2.5.2 مزايا التبريد التبخيري
27.....	3.2.5.2 عيوب التبريد التبخيري
31.....	6.2 الأحمال الحرارية
31.....	1.6.2 الحسابات الدقيقة لأحمال التبريد الضرورية للتصميم الجيد
32.....	2.6.2 المصادر الحرارية لحمل التبريد
33.....	1.2.6.2 حمل المنتج
34.....	2.2.6.2 حمل انتقال الحرارة
35.....	3.2.6.2 حمل الأفراد
36.....	4.2.6.2 حمل الأجهزة الكهربائية
36.....	5.2.6.2 حمل التسريب
37.....	6.2.6.2 حمل التهوية
38.....	3.6.2 العزل الحراري
39.....	3 الباب الثالث

اختيار وتصميم نظام التبريد.....	40
1.3 المشاكل الموجودة بالسوق المركزي للخضر والفاكهة.....	42
1.1.3 فرش الخضر والفاكهة على الأرض.....	42
2.1.3 اهمال دكاكين الخضر والفاكهة.....	43
3.1.3 التلوث البيئي.....	45
4.1.3 مشكلة الصرف الصحي.....	46
5.1.3 المياه.....	47
6.1.3 اهمال مدرجات بيع الخضر والفاكهة.....	48
2.3 اختيار أفضل نظام لتبريد الخضر و الفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم.....	48
3.3 اختيار افضل طرق عرض الخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم.....	50
4.3 ترتيب صناديق الخضر والفاكهة.....	50
1.4.3 طريقة الترتيب المكتمل.....	50
2.4.3 طريقة الشرائح الخشبية.....	51
5.3 تصميم نظام تبريد الخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم.....	52

52	1.5.3 وحدة تبريد الهواء (Air Cooling Unit).....
53	2.5.3 مجاري الهواء (Air Duct).....
54	3.5.3 عزل مجاري الهواء ( Air Duct Insulation ).....
54	4.5.3 جودة الهواء الداخلي (Air Quality).....
55	5.5.3 معايير الضوضاء (Noise Criteria).....
55	6.3 التكلفة التقديرية لنظام تبريد الخضر و الفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم.....
56	1.6.3 تكلفة بناء غرفة التبريد.....
56	2.6.3 تكلفة شراء مكونات الوحدة المركزية.....
57	3.6.3 تكلفة مجاري الهواء.....
58	7.3 الزيارات.....
60	4 الباب الرابع .....
61	حساب الحمل الحراري ومجاري الهواء ومتطلبات التصميم.....
61	1.4 حساب الاحمال الحرارية .....
61	1.1.4 حمل انتقال الحرارة .....
61	1.1.1.4 الحمل الحراري للحوائط.....
62	2.1.1.4 حمل السقف.....
63	3.1.1.4 حمل الارضية.....

63.....	4.1.1.4 حمل الأبواب.....
64.....	2.1.4 حمل الافراد.....
64.....	3.1.4 حمل الاجهزة الكهربائية.....
65.....	4.1.4 حمل المنتج.....
66.....	2.4 حسابات مجاري الهواء.....
68.....	1.2.4 الوحدة رقم (1).....
68.....	1.1.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (24 دكان ).....
69.....	2.1.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (14 دكان).....
70.....	3.1.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (10 دكان).....
71.....	2.2.4 الوحدة رقم (2) .....
71.....	1.2.2.4 ابعاد المجرى الذى ينقل الهواء الى (21 دكان).....
72.....	2.2.2.4 ابعاد المجرى ينقل الهواء الى (10 دكاكين).....
73.....	3.2.2.4 ابعاد المجرى الذي ينقل الهواء الى (11 دكان).....
74.....	3.2.4 الوحدة رقم (3).....
74.....	1.3.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (23 دكان).....
75.....	2.3.2.4 ابعاد المجرى الذي ينقل الهواء الى (11 دكان).....
76.....	3.3.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (12 دكان).....

77.....	4.2.4 الوحدة رقم(4)
77.....	1.4.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (27 دكان )
78.....	2.4.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (15 دكان)
79.....	3.4.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (12 دكان)
80.....	5.2.4 الوحدة رقم(5)
80.....	1.5.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (28 دكان )
81.....	2.5.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (15 دكان)
82.....	3.5.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (13 دكان)
83.....	6.2.4 الوحدة رقم(6)
83.....	1.6.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (26 دكان)
84.....	2.6.2.4 المجريين الذين ينقلا الهواء الى (13 دكان)
85.....	7.2.4 الوحدة رقم (7)
85.....	1.7.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (28 دكان)
86.....	2.7.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (15 دكان)
87.....	3.7.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (13 دكان)
88.....	8.2.4 الوحدة رقم(8)

89.....	1.8.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (29 دكان)
90.....	2.8.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (15 دكان)
91.....	3.8.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء الى (14 دكان)
92.....	9.2.4 الفقد في مجاري الهواء
93.....	1.9.2.4 حساب الفقد في الدكان في الفرع الأول
95.....	2.9.2.4 حساب الفقد في الدكان في الفرع الثاني
96.....	3.4 حسابات الوحدة المركزية
96.....	1.3.4 حوض الماء
97.....	2.3.4 المضخة
97.....	3.3.4 المروحة
97.....	4.3.4 الموتور
97.....	5.3.4 المنافث
98.....	6.3.4 أنابيب التوصيل
99.....	1.6.3.4 الفقد في الأنابيب

100.....	5 الباب الخامس.
101 .....	الخلاصة والتوصيات.
101.....	1.1 الخلاصة.
101.....	2.5 التوصيات.
102.....	3.5 المراجع.

### قائمة الأشكال

42.....	شكل (1-3) يوضح مشكلة فرش الخضر على الارض
43.....	شكل (2-3) يوضح مشكلة إهمال البائعين لدكاكين الخضر والفاكهة.
44.....	شكل (3-3) يوضح مشكلة عرض الخضر والفاكهة خارج الدكاكين.
44.....	شكل (4-3) يوضح مشكلة عرض الخضر والفاكهة خارج الدكاكين.
45.....	شكل (5-3) يوضح مشكلة عرض الخضر والفاكهة خارج الدكاكين.
46.....	شكل (6-3) يوضح التلوث البيئي بالسوق.
48.....	شكل (7-3) يوضح اهمال مدرجات الخضر والفاكهة.



## قائمة الملحقات

- ملحق (1) جدول يوضح قيم CLTD للحوائط..... 106
- ملحق (2) جدول يوضح قيم CLTD للأسقف..... 106
- ملحق (3) جدول يوضح تصنيف المواد المصنعة للأرضية..... 107
- ملحق (4) جدول يوضح معامل انتقال الحرارة بالتوصيل..... 108
- ملحق (5) جدول يوضح معامل حمل التبريد الخاص بالإضاءة..... 108
- ملحق (6) جدول يوضح معامل حمل التبريد الخاص بالأشخاص..... 109
- ملحق (7) جدول يوضح قيم المعامل  $a$  ..... 110
- ملحق (8) جدول يوضح الحرارة النوعية للخضر والفاكهة..... 115
- ملحق (9) جدول يوضح أبعاد الوحدة المركزية..... 116
- ملحق (10) جدول يوضح قطر المروحة و قدرة الموتور..... 117
- ملحق (11) جدول يوضح قيم المعامل  $C$  ..... 118
- ملحق (12) رسم يوضح خريطة توزيع مجاري الهواء..... 119
- ملحق (13) رسم يوضح مدخل المجرى الداخل للدكان..... 119
- ملحق (14) رسم يوضح الوحدة ومجاري الهواء..... 120
- ملحق (15) رسم يوضح مخرج مجرى الهواء..... 120
- ملحق (16) رسم توضيحي للمسقط الأمامي للوحدة المركزية..... 121

- ملحق (17) رسم توضيحي للمسقط الجانبي الأيسر للوحدة المركزية.....122
- ملحق (18) رسم توضيحي للمسقط الجانبي الأيمن للوحدة المركزية.....123
- ملحق (19) رسم توضيحي للوحدة المركزية.....124
- ملحق (20) يوضح خطاب زيارة علمية.....125
- ملحق (21) فاتورة مبدئية لأسعار مكونات الوحدة المركزية.....126
- ملحق (22) فاتورة مبدئية لأسعار مكونات مجاري الهواء.....127
- ملحق (23) فاتورة مبدئية لأسعار مواد بناء الوحدة المركزية.....128

## قائمة الرموز

الرمز	التعريف	الوحدة
Q	معدل انتقال الحرارة	W
U	معامل انتقال الحرارة الاجمالي	W/m <sup>2</sup> .K
A	مساحة سطح انتقال الحرارة	m <sup>2</sup>
CLTD	فرق درجات حرارة حمل التبريد	°C
h <sub>o</sub>	معامل انتقال الحرارة بالحمل الخارجي	W/m <sup>2</sup> .K
h <sub>i</sub>	معامل انتقال الحرارة بالحمل الداخلي	W/m <sup>2</sup> .K
x	سمك انتقال الحرارة بالتوصيل	m
k	معامل انتقال الحرارة بالتوصيل	W/m.K
c <sub>p</sub>	الحرارة النوعية للهواء	kJ/kg.K
V	سرعة الهواء	m/s
v	الحجم النوعي للهواء	m <sup>3</sup> /Kg
m	كتلة الهواء المناسبة	Kg
D	قطر الأنبوب	m
D <sub>eq</sub>	القطر المكافئ المجرى الهواء	m
a	طول مجرى الهواء	m
b	عرض مجرى الهواء	m
T <sub>o</sub>	درجة الحرارة الخارجية	°C
T <sub>i</sub>	درجة الحرارة الداخلية	°C
Q	معدل تدفق الهواء	m <sup>3</sup> /s
ΔP <sub>f</sub>	فقد الاحتكاك	Pa
ΔP <sub>d</sub>	الفقد الديناميكي	Pa
L	طول مجرى الهواء	m
C	معامل (يتم ايجاده من الجداول)	-
P	الضغط	Pa
h	السمت	m

# الباب الاول

## 1.1 مقدمة

التبريد هو فرع من العلوم الهندسية التطبيقية التي تختص بإجراءات تقليل و

خفض درجة الحرارة للحيز او الفراغ والحفاظ عليها اقل من درجة حرارة الوسط الخارجي

باستمرار .

تكمن أهمية التبريد في ان العمليات الكيميائية و الفيزيائية و البيولوجية تتم

ببطء في درجات الحرارة المنخفضة وبعضها يتوقف كلياً . و تتركز تطبيقات التبريد في : حفظ

المواد الغذائية ، إنتاج الثلج الصناعي ، نقل المواد المبردة ، الثلجات المنزلية ، الثلجات

التجارية و تكييف الهواء .

الحياة المعاصرة بما فيها من مشاكل ومتطلبات اصبحت تستدعي حفظ الاغذية

وتخزينها حيث ان الزيادة السكانية في العالم تتطلب توفير الغذاء ، وقد ساعد حفظ الاغذية في

جعل الحياه الحديثة ممكنة .

يُحفظ الغذاء طازجاً على درجة حرارة منخفضة ، والتخزين على هذه الدرجة

المنخفضة يُوقف نمو ونشاط معظم الكائنات الحية الدقيقة التي تسبب فساد الأغذية. كما أنه يقلل

أيضاً من نشاط الإنزيمات التي تسبب التغيرات غير المرغوبة في لون وطعم وملمس المواد

الغذائية. والأغذية التي تحتاج للحفظ بالتبريد تشمل السمك واللحم والبيض واللبن والفواكه

والخضراوات .

تحتل محاصيل الخضر والفاكهة ومنها المحاصيل موضوع الدراسة مكانة هامة

في الاقتصاد الوطني ، باعتبارها من المحاصيل الزراعية ذات الأهمية الغذائية ، علاوة على مساهمتها التي تعد رافدا هاما للاقتصاد الوطني .

في هذا المشروع سنوضح أفضل طرق التبريد الممكن استخدامها لحفظ و عرض الخضر و الفاكهة و إختيار الأفضل من بينها بما يتوافق مع البيئة و الإمكانيات المادية والتقنية في السوق المركزي - الخرطوم .

## 2.1 اهداف المشروع :

نهدف في هذا البحث الى اختيار افضل نظام لتبريد الخضر والفاكهه واختيار افضل طرق العرض ، واجراء حسابات الحمل الحراري للسوق ، و من ثم تصميم النظام المختار ، الى جانب المحافظه علي نوعيه وجودة الخضر والفاكهه ، وتحقيق راحة الافراد سواء البائع او المشتري .

## 3.1 طريقة تنفيذ المشروع :

جمع المعلومات اللازمة حول نظم التبريد عن طريق البحث العلمي في المراجع الموجودة بالمكتبات والشبكة العنكبوتية ، و اجراء الدراسات الميدانية بغرض معرفة نظم التبريد المستخدمة في تبريد الخضر والفاكهة في السوق المركزي الخرطوم ودراسة خريطة السوق وكل المتطلبات المتعلقة بالبحث ، ومن ثم اجراء دراسة حول افضل نظام يمكن استخدامه (المميزات-العيوب-التحسينات) ، ثم حساب الاحمال الحرارية واجراء التصميم الانسب وفقا للحسابات ونتائج

الدراسة المعدة ، ودراسة نتائج التنفيذ ومن ثم اعتمادها او اجراء التعديلات اللازمة سعيا لتحقيق اهداف البحث على الوجه الاكمل .

## 4.1 النتائج المتوقعة :

تطبيق نظام التبريد الافضل (المناسب) وفقا للاختيار الامثل لمكونات الدورة ، و زيادة العمر الافتراضي (التخزيني) للخضر والفاكهة ، بالاضافة الى الحصول على درجة الحرارة المناسبة للمنتج المعروض ، وتحقيق معدل التبريد المناسب ، و الحفاظ على خواص المواد الغذائية ومحتواها المائي وصلاحياتها للاستهلاك ، الى جانب حل المشكلات التي كثيرا ما تلحق بوحدات حفظ الخضر والفاكهة المستخدمة خاصة في المناطق الحارة مثل الخرطوم .

## الباب الثاني



## الدراسات السابقة

ترجع معرفة الإنسان وحاجته للتبريد في قديم الزمان حيث كان قدماء المصريين يتمتعون بشرب الماء البارد دون أن يكون ببلادهم أى نوع من أنواع الثلج وذلك بوضع الماء في أواني فخارية وتركها فوق أسطح منازلهم وقت الغروب وطول الليل حيث يعمل نسيم الصحراء الجاف على تبخير الماء الذي ينفذ خلال مسام الأواني الفخارية فيبرد الماء الموجود داخلها. (1)

وكذلك كان الرومان واليونانيون في قديم الزمان يسخرون عبيدهم في إحضار الثلج الطبيعي من قمم الجبال ثم يخزنونه في حفر ضخمة في الأرض مخروطية الشكل مبطنة بورق الشجر ومغطاة لاستعماله عند الحاجة . (1)

ولقد استمر استعمال الناس للثلج الطبيعي كوسيلة فقط لتبريد المشروبات المختلفة مدة طويلة من الزمان لم يفكر احد منهم خلالها في استخدامه في غرض آخر كتبريد المأكولات المختلفة لحفظها طازجة لمدة طويلة إلى أن جاء عام ١٦٢٦م حين فكر في ذلك رجل انجليزي يدعى (فرانسيس باكون ) حيث ذبح دجاجة وبعد أن افرغ أحشائها ملاها بالثلج الطبيعي ليرى ما إذا كان بهذه الطريقة يمكن حفظها طازجة لمدة طويلة ،ولكنه لم يعرف نتيجة تجربته حيث وافاه الأجل سريعا. (1)

وبمرور الوقت وبازدياد حاجة الإنسان إلى الثلج الطبيعي وللصعوبات الكبيرة التي كان يعانيها في الحصول عليه والاحتفاظ به لمدة طويلة إبتدأ كثير من العلماء و الباحثين في إنتاج الثلج صناعيا. وكان من أوائل هؤلاء العلماء العالم الكبير Michael

Faraday (فارداي) . وكذلك استخدم William Cullen (وليام كولن) في عام ١٧٧٥م نظرية التفريغ لإنتاج الثلج صناعيا ولكن لم تتعدي هذه التجربة جدران معمله.

في عام ١٨٢٠م انشأ فردريك تيودور مستودعا لشحن الجليد لحفظ الاغذية في الولايات المتحدة الامريكية وراجت هذه التجارة ولكن لم يكن من الممكن تبريد حيز بهذه الطريقة لاقل من 5 متر مربع وفي نفس العام تم وضع الثلج الاول مرة كتجربة معملية. في عام ١٨٥٠م صمم رجل فرنسي يدعى ادموند كاريه مكنات صغيرة للتبريد منها مهد الطريق لصناعة الثلج الصناعي مما اثر على تجارة الجليد الطبيعي وخلال عام ١٨٥٨م اخترع العالم (فرديناند كارية ) آلة لصناعة الثلج بطريقة الامتصاص. وفي عام ١٨٧٦م استخرج (ادموند كارية ) براءة اختراع لماكينة يمكنها التجميد حتى درجة  $35^{\circ}C$  - وحتى عام ١٨٨٠م ظهر في الولايات المتحدة وحدها 3000 تسجيل للآلات التي تصنع الثلج صناعيا .<sup>(1)</sup>

وفي عام ١٨٨٥م أنتجت ألمانيا أول آلة لصناعة الثلج بطريقة الامتصاص التي اكتشفها أول الأمر العالم الكبير فاراداي وبالرغم من النجاح الكبير الذي صادف العلماء والمخترعين في ذلك الوقت في ميدان صناعة آلات التبريد - لكنه لم يكن هذا النوع من الثلج يلقي إقبالا شديدا من الناس كما كان متوقعا ذلك لاعتقادهم بانه غير مضمون من الوجهة الصحية عند الاستعمال.<sup>(1)</sup>

وبابتداء القرن العشرين وبظهور الكهرباء تقدمت صناعة التبريد وتكيف الهواء تقدما عظيما. ففي عام ١٩١٠م انتجت شركة كلفنتور الثلاجة المنزلية وطرحت للبيع بالاسواق، في عام ١٩٣٠م اكتشف العالم الراحل توماس ميدجلي مركب التبريد الفريون حيث

كان قبل ذلك يستعمل غاز النشادر في التبريد. في عام ١٩٤٥م حدث تقدم كبير حيث تم استخدام الضواغط الصغيرة في اجهزة التبريد مما جعل الثلاجات متاحة للاستخدام المنزلي عن طريق شركتي كليفنتو وفريجيدير. وتعتبر طريقة الحفظ بالتبريد من الطرق المهمة في حفظ الخضر والفاكهة لكونها تحفظ هذه الأغذية لفترة طويلة وتحفظ حيويتها وإبقائها على طبيعتها والمحافظة على فيتاميناتها إضافة إلى منع نشاط الجراثيم وقتلها .

يمكن حفظ الخضر والفاكهة في درجات حرارة عادية قريبة من الصفر اي بين  $30^{\circ}F$  الى  $40^{\circ}F$  وذلك لفترة تتراوح بين عدة ايام و عدة شهور بحسب نوع الغذاء المراد حفظه .

في عام 2014 تمت دراسة - تحت عنوان اختيار أفضل نظام تبريد للخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم - من قبل طلاب بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، وتم التوصل الى أن نظام التبريد التبخيري هو أفضل نظام يمكن أن يستخدم للسوق المركزي الخرطوم.

## 1.2 حفظ الخضر والفاكهة:

تعد الخضر و الفاكهة من أهم مصادر المادة المعدنية والبروتينية والفيتامينات وتساعد أعضاء الجسم على النمو والقيام بوظائفها.

تستهلك الخضر والفواكة طازجة فور نضجها لأن تركها تحت الظروف الطبيعية يسبب فسادها ويجعلها غير صالحة لتغذية الإنسان وقد درج الإنسان منذ القدم إلى حفظ الأغذية باستخدام الطرق المختلفة والمتمثلة في التجفيف تحت الشمس بإضافة الملح إليها، بتخليلها أو

بتسخينها. ثم تطورت وسائل الحفظ لتشمل التعقيم، التبريد، التجميد، اضافة مواد حافظة إضافة محاليل سكرية أو ملحية إضافة إلى تقنية التعليب وتفرغ الهواء وغيرها.

وتعتبر طريقة الحفظ بالتبريد من الطرق المهمة في حفظ الخضار والفواكه لكونها تحفظ هذه الأغذية لفترة طويلة تتراوح بين عدة أيام وعدة شهور وتحفظ حيويتها وإبقائها على طبيعتها والمحافظة على فيتاميناتها إضافة إلى منع نشاط الجراثيم وقتلها.

## 2.2 الغرض من الحفظ بالتبريد:

1- وقف نشاط الكائنات الحية الدقيقة.

2- تقليل نشاط بعض التفاعلات الكيميائية .

3- وقف نشاط الإنزيمات .

## 3.2 الشروط التي يجب مراعاتها في محلات بيع الخضار والفاكهة:

### 1.3.2 درجة الحرارة:

تبعاً لطبيعة عمليات تجهيز الأغذية، ينبغي توفير مرافق كافية للتسخين، والتبريد، والطهي، وحفظ الأغذية في الثلاجات وتجميدها، وللتخزين المبرد أو المجمد، ورصد درجة الحرارة، وكذلك للتحكم في درجات حرارة الهواء المحيط لضمان سلامة الأغذية وصلاحياتها .

### 2.3.2 التهوية:

ينبغي توفير وسائل كافية للتهوية الطبيعية أو الميكانيكية، وخصوصا للأغراض

الآتي:

(أ) الحد من تلوث الأغذية بالملوثات الهوائية، مثل مواد بخاخات الأيروسول وذرات الملوثات التي تتكثف في الهواء.

(ب) إزالة الروائح النفاذة التي قد تؤثر على رائحة الأغذية ومذاقها.

(ج) التحكم في درجة الرطوبة لضمان سلامة الأغذية وصلاحياتها، عند الضرورة .

وينبغي تصميم نظم التهوية وإقامتها بالشكل الذي لا يسمح بمرور الهواء من

المناطق الملوثة إلى المناطق النظيفة، وكذلك بالشكل الذي يمكن من صيانتها وتطهيرها . (2)

### 3.3.2 الإضاءة:

ينبغي توفير مصادر للإضاءة الطبيعية والصناعية الكافية حتى يمكن إدارة هذه

المرافق بطريقة صحية ، وينبغي أن تكون قوة الإضاءة كافية لطبيعة التشغيل. كما ينبغي، حسب

مقتضى الحال، حماية لمبات الإضاءة بحيث لا تتعرض الأغذية للتلوث في حالة تعرض اللمبات

للحس .

### 4.3.2 النظافة:

تجنب تلوث الأغذية بالجزيئات المعدنية، وقشور الطلاء، والمخلفات، والكيماويات ويجب إزالة بقايا الأغذية والقاذورات التي قد تكون مصدرا للتلوث. وتعتمد مواد وطرق التنظيف اللازمة على طبيعة النشاط. وقد يكون من الضروري إجراء عملية تطهير بعد النظافة و ينبغي مراعاة الحرص و العناية التامة عند استخدام المنظفات الكيميائية ، واستخدامها طبقا لتعليمات المنتج و تخزينها - عند الضرورة - بعيداً عن الاغذية .يمكن إجراء عمليات التنظيف بطريقة واحدة أو أكثر من الطرق الفيزيائية، مثل الحرارة، أو الكشط، أو الهواء المندفع، أو الشفط أو غير ذلك من الطرق التي تتجنب استخدام المياه، والطرق الكيماوية التي تستخدم المنظفات، أو القلويات أو الأحماض وتشمل عمليات النظافة العمليات الآتية :

أ. إزالة المخلفات من الأسطح، استخدام محلول منظف لتفكيك الأتربة والبكتيريا الملصقة.

ب. الشطف بالمياه، لإزالة الأتربة وبقايا المنظفات.

ج. التنظيف الجاف، أو غير ذلك من الطرق الملائمة لإزالة وجمع البقايا والمخلفات.

د. التطهير، عند الضرورة. (2)

### 5.3.2 الصيانة الدورية:

ينبغي الإبقاء على المنشآت والمعدات في حالة جيدة، وإجراء عمليات الصيانة والإصلاح اللازمة، وذلك بتسهيل اتخاذ جميع تدابير الإصلاح، كما يجب أن تعمل المنشآت على النحو المقصود منها، ولاسيما في المراحل الحرجة والعمل على المتابعة والصيانة الدورية .

### 6.3.2 تأثير الرطوبة:

هنالك عامل آخر يلعب دورا هاما في حفظ الخضر والفاكهة و هو الجفاف ، حيث ان الهواء داخل غرفة التبريد يمتص كمية من الرطوبة من الخضروات والفواكه نفسها وبالتالي يسبب جفاف و ذبول السطح الخارجي لها ، و يعتمد امتصاص كمية الرطوبة على سرعة تغير الهواء داخل الغرفة و على كمية الرطوبة النسبية العالقة في الهواء ( الرطوبة النسبية هي النسبة بين كمية الهواء العالقة في وحدة الحجم من الهواء عند درجة حرارة معينة و بين أقصى كمية من بخار الماء يمكن أن يحتويها هذا الحجم من الهواء عند درجة الحرارة المقررة) ، وتصل الرطوبة النسبية داخل غرفة التبريد إلى الاتزان عندما يتساوى معدل التبخير من الخضر والفاكهة مع المعدل الذي يتلخص بواسطة المبرد داخل الغرفة و يعتمد المعدل الامثل للرطوبة على حجم المبرد بالنسبة لكمية الحرارة التي تتسرب داخل الغرفة .

ويؤدي التحكم في درجة الحرارة الى ثبوت الرطوبة أو التحكم في كمية الرطوبة

في الجو حيث أنه لا يمكن التحكم في درجة الحرارة و كمية الرطوبة كل على حدا ، مع الاخذ

في الاعتبار انه على الرغم من ذلك يمكن إحداث تغيرات طفيفة في نسبة الرطوبة عن طريق تقليل مساحة سطح انتقال الحرارة ، كما انه يمكن زيادة الرطوبة بإدخال كمية من الهواء النقي الخارجي ؛ كما هو متبع عند التحكم في ثاني اكسيد الكربون ، وعادة يكون الهواء الخارجي مشبع بنسبة اكبر من الرطوبة عما هو مطلوب ، وتعتبر هذه الطريقة باهظة لزيادة نسبة الرطوبة على حساب استهلاك كمية كبيرة من القدرة .<sup>(2)</sup>

## 4.2 المتطلبات الخاصة لحفظ بعض انواع الفاكهة:

### 1.4.2 التفاح:

يعتبر من المنتجات التي تسلك منها مستقيماً أثناء حفظها و تخزينها ، وكل ما يجب فعله هو مراقبة نسبة ثاني اكسيد الكربون أثناء خفض درجة حرارة الفاكهة عن درجة الحرارة العادية لان ثاني اكسيد الكربون في هذه المرحلة يكون بنسبة كبيرة .<sup>(2)</sup>

### 2.4.2 المشمش:

يتأثر المشمش بشكل ملحوظ بانخفاض درجة الحرارة لذا لابد من حفظها في مدى ضيق من درجات الحرارة فوق درجة تجميدها ، و هو من الفواكه التي تولد كميات كبيرة من الحرارة أثناء تنفسها لذلك يجب مراعاة ظروف حفظها لتجنب تكون الحبيبات الحرارية التي قد تؤدي الى تلف المنتج .<sup>(2)</sup>



### 3.4.2 العنب:

يترك العنب في كرم حتي ينضج ولا يكون هنالك نضج اكثر بعد نضجه ، لذلك لا توجد مشاكل بالنسبة لتولد حرارة من التنفس او توليد ثاني اكسيد الكربون ، ويمكن ان يحفظ في غرف التبريد تحت درجة حرارة اعلى من درجة تجمده بمدى معقول .اما المشكلة الاساسية في حفظ العنب تكمن في كيفية منع مهاجمة الفطريات لذلك ترش عبوات العنب بمحلول مخفف من ثاني اكسيد الكبريت قبل قفل الغطاء فوقه . و يراعى ان تتراوح نسبة الرطوبة في غرف التبريد ما بين (85%-95%) وذلك لتقليل الجفاف الى اقل حد ممكن ، كما يجب ان تكون درجة الحرارة منتظمة داخل الغرفة لان اي ارتفاع في درجات الحرارة يسبب انخفاض نسبة الرطوبة مما يؤدي الى ان الهواء يلجا لتعويض هذا النقص بامتصاصه من الفاكهة مما يؤدي الى جفافها . (2)

### 4.4.2 الموز:

يعتبر من انواع الفاكهة التي يصعب حفظها بدون ان يكون قد تم جمعها قبل نضجها ، و تحمل عادة هذه الفاكهة وهي دافئة او في درجة حرارة عادية لكي يتم نجاح عملية النقل فإنه من الضروري ان تنخفض درجة حرارتها بسرعة الى مدى يتراوح بين (11-15 ) درجة مئوية حسب نوع الموز المعبئ على وسائل النقل ويلاحظ انه كلما كانت درجة حرارة الموز مرتفعة اثناء شحنه فانه تزداد كمية الحرارة المتولدة من التنفس وللتعامل مع هذا الصنف من الفاكهة فان وسيلة النقل التي تنقل هذا الصنف يجب ان تحتوي على محطة تبريد عالية القدرة و

معدل عال من توزيع الهواء داخل غرف في التبريد و يشحن الموز عادة وهو أخضر اللون ولقد وجد ان تسرب اي اثار من غاز الاليثلين إلى داخل غرف التبريد سينشط عملية النضج .

لسوء الحظ فان الموز الطازج يولد ايضا غاز الاليثلين و كذلك الكمية المشحونة

و هي مكتسبة باللون الاخضر فإن تولد الغاز من الكمية القليلة الناضجة يسبب الاسراع في نضج باقي الكمية ولكي يمكن تقليل هذا الضرر فإنه من الضروري ان يتم تهوية غرفة التبريد دائما بالهواء النقي ويجب ملاحظة ان معدل تهوية الموز في هذه الحالة يكون اكبر من معدل تهوية أي فاكهة اخرى لمنع تراكم و تزامح نسبة الاليثلين داخل الغرفة الذي يكون كمية تراكمه اعلى من كمية تراكم غاز ثاني اكسيد الكربون بالنسبة للفواكه الاخرى . (2)

## 5.4.2 الموالح:

تعتبر 4.5 درجة مئوية هي الدرجة المثلى لحفظ البرتقال ، و 11 درجة مئوية هي الدرجة المناسبة لحفظ القريب فروت (3) ، وبالتالي يمكننا حفظ حمولة مختلفة من النوعين عند درجة حرارة 8 درجة مئوية بنجاح وإذا حملت هذه الفواكه وهي دافئة فإن كميات الحرارة المتولدة من التنفس وكذلك كمية ثاني اكسيد الكربون المتولدة تكون عالية جدا لذا لابد من التهوية الشديدة لمنع تراكم الغاز ، وهناك مشكلة بيولوجية لمنع نمو الفطريات في هذه الفواكه ولا تجرى فيها عملية التحكم الدقيق في درجة الحرارة ، ولذلك يؤدي تغليف هذه الفواكه بالورق المشبع بالدفينيل إلى تأخير هجوم الفطريات ونموها . (2)

ويلاحظ انه في هذا النوع من الفواكه يتلاشى الخطر الذي يهدد الانواع الاخرى

من الفاكهة والذي بتلخص في سرعة نضج المنتج و تعديها الى مرحلة فوق النضج ، وقد وجد  
انه عادة يتراوح عدد البرتقالات المعطوبة والتي أصابتها الفطريات حوالي اثنين في الصندوق  
الذي يحتوي على مائتين اما اذا زاد عدد البرتقالات المعطوبة عن هذا العدد و بلغ 3% او 4%  
من الحمولة فإن عملية الحفظ تعتبر سيئة . (2)

## 5.2 نظم التبريد :

### 1.5.2 التبريد الميكانيكي :

وفيه يتم استخدام دورات الهواء ذات النظام المفتوح والنظام المغلق ، او دورات

البخار والتي على اساسها يمكن تقسيم نظم التبريد الميكانيكي الى :

#### 1.1.5.2 التبريد الانضغاطي (Vapor compression refrigeration) :

دورة التبريد بنظام التبريد الانضغاطي تتكون من أربعة أجزاء رئيسية وهى

على (ضاغط ، مكثف وجهاز تمدد ، مبخر )، تعمل الدورة عند ظروف التشبع المقابلة لوسيط

التبريد المشحونة به دائرة التبريد ، وهى دورة نظرية يفترض فيها ان الضاغط يقوم بسحب

بخار وسيط التبريد وهو بخار جاف مشبع من المبخر، يخرج بخار وسيط التبريد من الضاغط

وهو بخار محمص عند درجة حرارة عالية ويدخل إلى المكثف ويفقد حرارة التخميص

ويتحول إلى بخار مشبع بثبوت الضغط ثم يفقد الحرارة الكامنة ليتحول إلى سائل مشبع بثبوت

الضغط أيضا"، (تسمى الأنابيب الواسلة من الضاغط إلى المكثف بخط الطرد والأنابيب الواسلة من المبخر إلى الضاغط بخط السحب ).ثم يخرج وسيط التبريد من المكثف سائل مشبع ويدخل إلى وسيلة التمدد (وهي أنبوبة شعيرية تستخدم لوحداث التبريد الصغيرة وصمام تمدد لوحداث التبريد الكبيرة. تعمل وسيلة التمدد على خفض ضغط ودرجة حرارة وسيط التبريد ) ويخرج وسيط التبريد من وسيلة التمدد في شكل خليط من السائل والبخار الرطب ، ثم يمتص كمية حرارة من المبخر ويتحول إلى بخار جاف مشبع عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة ويخرج الى خط السحب متجها" الى الضاغط ليبدأ دورة جديدة . (1)وفيما يلي توضيح للمكونات الاساسية لدورة التبريد الانضغاطية:

#### 1.1.1.5.2الضاغط Compressor:

وظيفة الضاغط في دورة الانضغاط هي رفع ضغط البخار الجاف من الضغط المنخفض إلى الضغط العالي للمكثف، ويعتبر الضاغط أحد الأجزاء الرئيسية في أي دورة تبريد ميكانيكية، فبدون الضاغط لا يمكن حدوث دورة التبريد وإعادة سائل التبريد إلى حالته الأصلية من حيث المحتوى الحراري.(1)

والغرض من استخدام الضاغط هو رفع ضغط وسيط التبريد القادم من المبخر لضغط مناظر لدرجة حرارة تشبع أعلى من درجة حرارة الجو المحيط (أو الوسط المحيط) وهذا يؤدي إلى حدوث التبادل الحراري بين وسيط التبريد بالمكثف والوسط المحيط، كما أنه يؤدي إلى تكثيف وسيط التبريد. وتصنع الضواغط بأشكال وأحجام وتصميمات مختلفة وعموما تنقسم الضواغط إلى:

(أ) ضواغط ترددية

(ب) ضواغط دورانية

(ج) ضواغط طاردة مركزية

(د) ضواغط حلزونية.

## 2.1.1.5.2 المكثف Condenser:

المكثف هو أحد عناصر الرئيسية في دورة التبريد، ووظيفته المكثف في دورة انضغاط البخار هي استقبال بخار وسيط التبريد الساخن العالي الضغط والقادم من الضاغط، وتخليصه من الحرارة التي امتصها في المبخر وهذه الحرارة عبارة عن حرارة التخميص والحرارة الكامنة وكذلك الحرارة الناتجة عن شغل الضاغط وتطرد هذه الحرارة إلى الوسط المحيط فإذا كان الوسط المحيط هو الهواء سمي المكثف بالمكثف المبرد بالهواء ( هوائياً ) وإذا كان الوسط المحيط ماء سمي المكثف بالمكثف المبرد بالماء ( مائياً).

المكثف كما سبق يقوم بطرد حرارة الغاز وتبريده وتحويله إلى سائل ولذلك فإنه يكون ساخن ويجب تبريده باستمرار لكي يستطيع هو نفسه بتبريد الغاز لذلك يمكن تقسيم المكثفات الى مكثفات هوائية ، مكثفات مائية ، مكثفات تبخيرية <sup>(1)</sup> .

## 3.1.1.5.2 صمام التمدد Control Valve:

الغرض من صمام التمدد هو التحكم في سريان وسيط التبريد من جانب المكثف ذي الضغط العالي في الدورة إلى المبخر ذي الضاغط المنخفض. ففي هذا الصمام يتم خفض

ضغط سائل التبريد القادم من المكثف وتبعًا لذلك درجة حرارة التشبع، حيث أن من المعلوم فيزيائيًا أن لكل ضغط توجد درجة حرارة تشبع معينة، ولكن بدون تغير في الإنثالبي (Enthalpy) ومعنى ذلك أن كمية الحرارة الموجودة في السائل قبل دخولها صمام التحكم تساوي كمية الحرارة بعد خروجها من الصمام، ولكن سائل التبريد يكون عند ضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة وهي درجة حرارة التشبع عند هذا الضغط. ويتحقق خفض الضغط باستخدام فوهة ذات سريان متغير، إما من درجة التحكم أو ذات وضعين. ويمكن تقسيم صمامات التحكم في سائل وسيط التبريد إلى:

- أ. صمام التحكم اليدوي
- ب. عوامة جانب الضغط المنخفض
- ج. عوامة جانب الضغط العالي
- د. الأنبوية الشعرية
- هـ. صمام التمدد الاتوماتيكي
- و. صمام التمدد الثرموستاتي.

تستخدم هذه الصمامات عند مدخل المبخر لتخفيض ضغط سائل وسيط التبريد

للتحكم في معدل سريانه خلال المبخر <sup>(1)</sup>.

#### 4.1.1.5.2 المبخر Evaporator:

هو أحد أجزاء الدائرة الميكانيكية الرئيسية ويقوم بتحويل وسيط التبريد من سائل الى

غاز عن طريق امتصاص الحرارة من الحيز المحيط به ويصنع من الألمنيوم . يعمل المبخر علي تحويل السائل ذو الضغط المتوسط ودرجة حرارة المنخفضة الي غاز في نفس ضغط المبخر وبدرجة حرارة منخفضة بسبب امتصاص الحرارة من الحيز المراد تبريده .

الغرض من المبخر في دورة التبريد هو استقبال وسيط التبريد ذي الضغط المنخفض

ودرجة الحرارة المنخفضة، والقادم من صمام التمدد ، وجعله كمبادل حراري ملاصق مع الحمل ويستمد وسيط التبريد حرارته الكامنة للتبخر من الحمل وأي كمية حرارة تمتص في المبخر تحول جزءًا من السائل عند درجة حرارة التشبع إلى بخار عند نفس الضغط ودرجة الحرارة .والمبخرات اما ان تكون جافة او مغمورة <sup>(1)</sup>.

وهناك أجزاء أخرى في دورة التبريد ضرورية لسلامة عمل هذه الأجزاء الرئيسية أو

تمكينها من أداء عملها. وسوف نجد هذه الأجزاء في أي وحدة تبريد سواء أكانت هذه الوحدة وحدة تبريد تجارية أو صناعية أو وحدة تبريد منزلية، وهذه الأجزاء الإضافية هي:

**(أ) المجمع (الخزان):** وهو جهاز أمان لمنع سائل وسيط التبريد من المرور إلى خط السحب ومنه إلى الضاغط، ويوجد في دائرة التبريد التي تستعمل الأنبوبة الشعرية.

**(ب) فاصل الزيت:** ويوجد في وحدات التبريد التي تعمل في درجات حرارة منخفضة جدًا، كمبرزات التبريد العميق، حيث يوجد فاصل الزيت بين خط الطرد للضاغط والمكثف، والغرض الأساسي من فاصل الزيت هو تخلص بخار وسيط التبريد الساخن ذي الضغط العالي من الزيت الزائد والغير مرغوب فيه بالنسبة لأجزاء الدائرة الأخرى مثل المكثف والمبخر، حيث يتم فصل الزيت وإعادته إلى علبة مرفق الضاغط عن طريق ماسورة وهناك عناصر أخرى مهمة أيضا لازمة لسلامة عمل

الأجزاء الرئيسية وهي المبادل الحراري، والمجفف، وخزان السائل؛ وبالنسبة للدوائر الكهربائية فيوجد الثرموستات وهو ضابط الحرارة وضابط الضغط العالي، وضابط الضغط المنخفض وغيرها من العناصر الهامة . (3)

## 2.1.5.2 التبريد الامتصاصي (Vapor absorption refrigeration) :

هو التبريد باستخدام مصدر للحرارة (مثل الطاقة الشمسية،، الحرارة المهدرة من

المصانع ، الحرارة المباشرة من أنظمة التسخين) للتزود بالطاقة اللازمة لتشغيل نظام التبريد .،

دائرة التبريد الامتصاصي يمكن شرحها ووصفها في ثلاث أطوار أو مراحل :

(أ) **التبخير:** مائع التبريد السائل يتخبر في بيئة ضغط منخفض وبالتالي تنتقل الحرارة من محيط المبخر .

(ب) **الامتصاص:** غازات التبريد الممتصة تتحلل "تختلط" مع مائع آخر لتقليل ضغطها في المبخر وجلب كمية جديدة من المائع لتبخيرها .

(ج) **تجديد دورة التبريد:** مائع التبريد تم تسخينه وتبخيره ثم يتم تكثيفه في مبادل حراري لتجديد دورة التبريد في المبخر .

حيث تستخدم الدائرة محلولاً متجانساً من مادتين (محلول ماص ووسيط تبريد) حيث يتم فصل إحدى المادتين من المحلول في الصورة البخارية لتعمل كوسيط تبريد، وتعمل هذه



الدائرة عند قيمتين مختلفتين للضغط حيث يخضع كل من المولد والمكثف للضغط العالي أما  
المبخر والوعاء الماص للضغط المنخفض. ويصلح استخدامه عندما يكون استخدام الكهرباء  
غير ممكن أو باهظ الثمن أو غير مطلوب وأيضاً عندما يكون الإزعاج الصادر من الضاغطات  
معضلة وأيضاً عندما يكون هناك فائض في الحرارة ممكن استخدامه ( مثل عوادم المحركات  
،العمليات الصناعية ، محطات الطاقة الشمسية).ويستخدم غالباً لتخزين الأطعمة في السيارات  
الفارغة، و تكييف المنازل باستخدام الحرارة من مسخنات الماء .

### 3.1.5.2 التبريد بالمنفث البخاري (Vapor jet refrigeration):

يتكون نظام التبريد بالمنفث البخاري من غلاية البخار ،البوق الحراري ، المكثف  
،طللبة مياه التغذية والمبخر بالاضافه الي مجموعه المواسير التي تصل الاجزاء ببعضها  
البعض.

آلية عمل هذا النظام تتمثل في ان البخار ذو الضغط العالي يخرج من الغلاية  
ثم يمر خلال البوق البخاري فيخفض ضغطه الي ضغط المبخر فيعمل علي سحب البخار  
المتولد في المبخر ثم يمر خلال الناشر النافوري فيزداد ضغطه الي ضغط المكثف ثم يدخل  
المكثف ويتحول الي سائل يرجع جزء منه الي الغلاية بواسطة طلبه مياه التغذية بينما يتم تمدد  
الجزء الباقي خلال وسيله التمدد من ضغط المكثف الي ضغط المبخر.

يستخدم الماء كمائع بحكم البخار في مجالات تكييف الهواء للحصول علي درجات حرارة مياه مثلجه تتراوح بين 4 الي 10 درجات مئوية ايضا تستخدم الفريونات المختلفه كموائع تبريد للحصول علي درجات حراره بالمبخر اقل من الصفر المئوي. (4)

من مميزات نظام التبريد بحقن البخار البساطة ، و سهولة الصيانة ، و عدم وجود اهتزازات ، بالاضافة الى انها اقتصادية . الى جانب هذه المميزات توجد بعض المآخذ على هذا النظام وتتمثل في الحاجة لحيز كبير لوحدة التبريد ، و صعوبة الحفاظ على التفريغ في المبخر ، والحاجة إلى معدلات مياه كبيرة في المكثف ، وعدم الحصول على درجة حرارة أقل من 4 درجة مئوية .

## 2.5.2 التبريد التبخيري (Evaporative refrigeration):

التبريد التبخيري، يسمى (التبريد الصحراوي) يعمل على مبدأ تبريد الهواء من خلال تبخر المياه، يعمل التبريد التبخيري من خلال توظيف المحتوى للمياه وتخفيض درجة حرارة الهواء الجاف بشكل ملحوظ خلال مرحلة التحول من الماء السائل إلى بخار الماء، وهو ظاهرة طبيعية تحدث عند تبخر أي سائل وعادة تحدث في الهواء المحيط، بسبب برودة المادة أو السائل المحتوي أو المتصل به، وتعتبر درجة حرارة الهواء الجاف (Dry-bulb temperature) ودرجة حرارة الهواء الرطب (Wet-bulb temperature) مقياس لقدرة الهواء على حدوث التبريد التبخيري لكمية ذلك لهواء.

هناك مردودية عالية من حيث استخدام التبريد التبخيري في المناطق ذات الرطوبة المعتدلة، بالإضافة لاستخدامها على نطاق واسع في المناطق ذات المناخ الجاف على سبيل المثال المنشآت الصناعية، والمطابخ التجارية، المغاسل ومناطق التنظيف الجاف، البيوت البلاستيكية وقد يؤدي التبريد التبخيري هنا إلى تقليل الارتياح الحراري بسبب زيادة التهوية وزيادة حركة الهواء التي تنتج في ذلك الفراغ.

جميع تصاميم أنظمة التبريد التبخيري تأخذ بعين الاعتبار ان الماء له أعلى محتوى حراري والذي يعرف (بالحرارة الكامنة للتبخير) .

التطبيق العملي لتبريد الهواء بتبخير الماء يتطلب توفر شرطين :

- (أ) وجود تيار من الهواء غير مكتمل التشبع الرطوبي لينساب بسرعة معقولة عبر حيز التبريد
- (ب) وجود مساحة كافية من الأسطح المبللة أو أسطح مائية في حيز التبريد، ويجب أن يكون هناك فتحة لتنفيس الضغط الناتج من تراكم الهواء الرطب داخل الحيز لتلافي الخطر الناتج من ذلك وهو زيادة الحمل على المحرك وبالتالي تعطيله.

## 1.2.5.2 أنواع التبريد التبخيري:

### 1.1.2.5.2 التبريد التبخيري المباشر (الدائرة المفتوحة) :

والتي يستخدم لخفض درجة الحرارة من الهواء عن طريقة استخدام الحرارة الكامنة

للتبخير، وتغيير الماء السائل إلى بخار ماء، وفي هذه العملية لا تتغير الطاقة الموجودة في الهواء

ويتم هنا تغيير الهواء الجاف الحار إلى الهواء الرطب البارد وتستخدم هنا الحرارة الموجودة في الهواء الخارجي لتبريد المياه

## **2.1.2.5.2 التبريد التبخيري غير المباشر (الدائرة المغلقة) :**

وهي مماثلة للتبريد التبخيري المباشر، ولكن يظهر في هذه الطريقة بعض أنواع الانتقال الحراري، ويتم تبريد الهواء الرطب بعدم اتصال مباشر مع البيئة المكيفة المجاورة .

## **3.1.2.5.2 التبريد التبخيري على مرحلتين، مباشر وغير مباشر :**

في المرحلة الأولى من طريقة التبريد على مرحلتين يتم تبريد الهواء الدافئ بشكل غير مباشر من دون إضافة رطوبة إلى الهواء (عن طريق تمرير الهواء داخل مبادل حراري الذي يتم تبريده عن طريق التبخر في الخارج) وفي المرحلة المباشرة يتم تمرير الهواء قليل البرودة داخل الواح مائية يمتص منها الهواء الرطوبة لأنه يبرد.

يكون ناتج هذه العمليات الحصول على هواء بارد برطوبة نسبية 50%-70%

اعتمادا على المناخ، ومقارنة بالنظام التقليدي الذي ينتج 70%-80% هواء ورطوبة نسبية.

اهم طرق التبريد التبخيري نظام وسائد التبريد الورقية ذات الاخاديد المتقاطعه

بسمك معين ومضخه ماء تعمل علي اتمام التبريد وهذه الطريقة تستهلك كميه مياه كبيره وتزيد

كفاءه التبريد باستخدام هذا النظام بزياده معدل اضافته المياه علي وساده التبريد وذلك نتيجة لزياده

مساحه التلامس بين الهواء المار عبر الوساده مع الماء ولكن هذا يؤدي الي زياده معدل استهلاك المياه .

في نظام المراوح ووسائل التبريد ينفث الماء على مواد مسامية مبللة بالماء والتي تسمى بوسائد التبريد ،يتم سحب الهواء بمراوح التهوية وامراره على تلك الوسائد التي يتم ترطيبها بالماء من خلال انابيب تقع في الجزء العلوي من سطح اللباد .

ويشمل هذا النظام على مصدر لتغذية الماء مع عوامه وحوض مائي ومضخة لرفع الماء وانبوب توزيع الماء على اللباد وقناة تجميع الماء .

## 2.2.5.2 مزايا التبريد التبخيري:

### (أ) تكلفة التركيب قليلة :

حيث تعتبر تكلفة تركيب أنظمة التبريد التبخيري اوفر بما يقارب نصف السعر

من تركيب أجهزة تكييف وتبريد اعتيادية

### (ب) تكلفة تشغيل قليلة:

- التكلفة التشغيلية لأنظمة التبريد التبخيري تعادل 1/4 كلفة تشغيل أنظمة التكييف التقليدية
- استهلاك الطاقة في أنظمة التبريد التبخيري يقتصر على المراوح ومرشات المياه فقط، لأن بخار الماء لا يتم اعاده استخدامه .

- المبرد المستخدم هو الماء، ولا يستخدم اي مبردات خاصة مثل الامونيا وغاز ثاني اكسيد

الكربون والكبريت أو اي مركبات أخرى والتي يمكن اي تكون سامة، وتكلفة تشغيلها

باهظة وأحيانا تساهم في استنفاد طبقة الاوزون والتي يجب أن تخضع لقوانين وأنظمة صارمة.

### (ج) سهولة الصيانة:

الأجهزة الميكانيكية في هذه الأنظمة هي فقط المرشحات والمروحة والمضخة فبسبب ذلك تكون كلفة الصيانة اقل من باقي أنظمة التبريد الأخرى وغالبا لا تحتاج إلى خبير مختص لصيانتها .

### (د) التهوية:

- معدل التدفق المرتفع الحجم والثابت في المقدار للهواء من خلال المبنى يقلل من عمر بقاء الهواء داخل المبنى
- التبريد التبخيري يزيد من معدل الرطوبة في المناخ الجاف الذي يؤدي إلى زيادة الارتياح الحراري داخل الفراغ .
- النظام نفسه يعمل كمفلتر للهواء بشكل فعال وهو قادر على ازالة الملوثات الموجودة في الهواء بما في ذلك الاوزون الذي ينتج من التلوث بغض النظر عن جفاف الجو، والتبريد قائم على إجراء إضافة رطوبة حتى لو لم يكن هنالك رطوبة كافية في الهواء . (5)

## 3.2.5.2 عيوب التبريد التبخيري :

### (أ) الأداء:

- ارتفاع درجة الندى (الرطوبة) تؤدي إلى التقليل من قدرة تبريد المكيف داخل النظام.

- عدم وجود أنظمة تقليل الرطوبة، حيث أن أنظمة التبريد الاعتيادية تستطيع إزالة الرطوبة من الجو، عدا المناطق الجافة حيث أن إعادة تدوير المياه هنا قد تؤدي إلى زيادة معدلات الرطوبة، والتبريد التبخيري يؤدي إلى رفع مستويات الرطوبة في المناخ الجاف على عكس فكرة أن الارتياح الحراري قد يتحقق بالحصول على هواء جاف عند زيادة درجة الحرارة.

### (ب) الارتياح:

- الهواء القادم من أنظمة التبريد التبخيري تكون الرطوبة النسبية بها تعادل 80%\*90%، وقد يؤدي الهواء مرتفع الرطوبة إلى التقليل من نسبة تبخر الرطوبة من الجلد، الأنف، الرئتين والعينين.

- ارتفاع نسبة الرطوبة في الفراغ خصوصا مع وجود كميات من الغبار يؤدي إلى التقليل من عمر الآليات الإلكترونية داخل ذلك الفراغ.

- ارتفاع نسبة الرطوبة في الهواء قد يسبب التكاثر على الأسطح وقد يعد التكاثر مشكلة لبعض الحالات مثل (المعدات الكهربائية، الكمبيوتر، الأوراق، الأخشاب القديمة).

### (ج) المياه:

- عمليات التبريد التبخيري تحتاج إلى مصادر مائية ثابتة لتبريد الهواء.

- ارتفاع المياه في المحتوى المعدني يؤدي إلى زيادة الترسبات المعدنية فيها.
- خط امتداد المياه يحتاج إلى حماية ضد درجات الحرارة التجمدية في فصل الشتاء، المبرد نفسه بحاجة ان يستنفذ وكذلك يجب تنظيفها بشكل دوري واستبدال البطائن المستخدمة بأخرى.
- الروائح أو اي ملوثات أخرى خارجية تستطيع الدخول إلى داخل المبنى ما لم يكن هنالك أنظمة لفلتره الهواء.

- صوف الخشب المصنوع منه أنظمة التبريد قد تكون حساسة للنيران من قبل شرارات صغيرة.
- قام العالم Dash في عام ٢٠٠١م بعمل دراسة عن تأثير نوع البناء واتجاه و ظروف الطقس على البيئة الداخلية لمخزن مبرد تبخيري ، وخلص الباحثون الى أهمية التبريد التبخيري للمنتجات الزراعية حيث انه يحافظ على رطوبة نسبية عالية مما يحافظ على جودة الثمار . وفي عام ١٩٩٩م قام العالم Nadre بدراسة نظام تبريد تبخيري منخفض التكلفة وذكر انه يمكن خفض درجة الحرارة داخل النظام بمقدار 10° الى 12° م وزيادة الرطوبة النسبية من 23% الى 91% خلال فصل الصيف. وفي عام ١٩٩٩م قيّم العالم Dzivama اربعة انواع من وسائل المبردات التبخيرية لحفظ ثلاثة انواع من الثمار وهي الطماطم ، المانجو والموز ووجد انه قد امكن خفض درجة الحرارة بمقدار 18° بينما زادت الرطوبة النسبية الى 73% وامكن حفظ هذه المنتجات لمدة 18 يوم مقارنة ب 9 أيام بدون تبريد .

اثبت الباحثون ان نظام التبريد التبخيري له القدرة على تهيئة ظروف مناسبة للخضر والفاكهة فقد حسن التبريد التبخيري من ظروف حفظ الخس فأمكن بواسطة الرذاذ تقليل



الفرق بين الضغط الجزئي بين بخار الماء و سطح المنتج بأكثر من 80% كما أن فقد الرطوبة بسبب النتح بعد خمس ساعات من الحفظ قد قل من 12 الى 2% عند استخدام التبريد التبخيرى .  
و اجريت احدى الدراسات في مختبر قسم البستنة وهندسة الحدائق بكلية الزراعة بجامعة بغداد من قبل الاستاذ (غالب ناصر الشمري) على مجموعة من الثمار حفظت في نوعين من المخازن احدهما مخزن يعمل بالتبريد الميكانيكي والاخر يعمل بالتبريد التبخيرى وتمت ملاحظة تأثير الحفظ باستخدام كل من النوعين على معدل سرعة التنفس للخضر والفاكهة ووجد ان التبريد التبخيرى له تأثير ايجابى في خفض معدل سرعة تنفس الثمار على الرغم من ارتفاع درجة حرارة هذا النوع قياساً بالنوع الميكانيكي . (6)

بدراسة تأثير المبرد التبخيرى على الثمار المخزنة حيث وجد أن فقد الوزن قد انخفض وان نضج الثمار قد تأخر وبالتالي زادت فترة صلاحية الحفظ باستخدام التبريد التبخيرى مقارنة بدون تبريد. فبواسطة هذه الطريقة تم الحصول على درجة حرارة 20-22 درجة م ورطوبة نسبية 90 – 97% عند درجة حرارة خارجية 16.5-35.5 درجة م .ورطوبة نسبية 36.3-93.8% ، تم خفض الفقد في الوزن الى الثلث باستخدام التبريد التبخيرى بالمقارنة بالتخزين في ظروف الهواء الجوى . كذلك امتدت فترة الصلاحية من 6 أيام بدون تبريد الى 10 أيام بالتبريد التبخيرى ، وكان المنتج أكثر صلابة في الحالة الأخيرة .

كما تبين أن أنظمة التبريد التبخيرى هي من أكثر الأنظمة كفاءة للخضار خاصة الورقية منها ، خاصة عندما تكون الرطوبة النسبية للهواء الخارجى منخفضة . وذلك بناء على التحليل الاقتصادي وفقد الوزن.(7)

## 6.2 الاحمال الحرارية :

يعرف الحمل الحراري بأنه معدل انتقال الحرارة للحيز خلال فترة زمنية معينة او معدل السحب من خلال الجيز المكيف للحفاظ على ظروف التصميم الداخلية ثابتة و هنالك عدة اعتبارات يلزم معرفتها عند البدء بالتصميم لاجراء حسابات احمال التبريد و التي تتمثل بمعرفة خصائص مواد البناء للحيز و ابعاده و توضيح الاتجاهات الاربعة للمبنى و معرفة البيانات الجوية للمنطقة و منها يمكن تحديد بعض المتطلبات الاخرى كأحوال التصميم الخارجي و معدل الاشعاع الشمسي ..... الخ حسب نوع و استعمال الحيز المراد حساب الحمل الحراري له ، و مدة زمن تواجد الاشخاص و فترة عمل الاضاءة و معلومات اخرى كاختبار نظام التكييف و التبريد المناسب . اضافة لذلك يتطلب معرفة احوال التصميم الداخلي . و الاختيار الامثل لمكونات وحدات التبريد<sup>(19)</sup>

### 1.6.2 الحسابات الدقيقة لاحمال التبريد الضرورية للتصميم الجيد:

عموما لاجل حساب الاحمال الحرارية لاي حيز ما يتطلب معرفة مصادر الحمل الحراري و معرفة نوع الحمل الحراري و الموقع الجغرافي (خطوط العرض و الطول ) . اما بالنسبة لمنظومات التبريد فيوجد اختلافا كبيرا في ايجاد الحمل الحراري لمنظومة عن منظومة اخرى . فمثلا الحمل الحراري للثلاجة المنزلية لا يساوي او لا يشبه الحمل الحراري لمبرد الماء و ايضا لا يشبه الحمل الحراري لثلاجات العرض ولا المخازن المبردة و المخازن المجمدة . نلاحظ

في اغلب منظومات التبريد و التكييف الميكانيكية المختلفة التي تعمل بالدورات المختلفة و وجود عازل حراري بعزل المنظومة الميكانيكية عن البيئة الخارجية و ذلك للحفاظ على معدل انتقال حرارة معينة خلال فترة زمنية معينة و لذلك معرفة نوع و سمك العزل الحراري المستخدم في المنظومة له اهمية كبيرة لايجاد الحمل الحراري لتلك المنظومة .

## 2.6.2 المصادر الحرارية لحمل التبريد:

1-حمل المنتج.

2-حمل انتقال الحرارة.

3-حمل الأفراد.

4-حمل الأجهزة الكهربائية.

5-حمل التسريب .

6-حمل التهوية.

- المصادر الحرارية السابقة عبارة عن دوال من الزمن ، تتغير قيمتها من ساعة لآخرى ، من يوم لآخر ، قد تتطابق قيمها العظمى او لا تتطابق . عادة يتم اختبار المبخرات و صمامات التمدد عند الحمل الاقصى للتبريد لكل عنبر على حدة ، بينما يتم اختيار المكثفات و الضواغط لاقصى حمل تبريد لكل عنابر التبريد مجتمعة يكون حمل التبريد للضواغط و المكثفات اقل من المجموع الجبري للاحمال التبريد للمبخرات .

### 1.2.6.2 حمل المنتج:

هو ايجاد المنتج في درجة حرارة منخفضة وتبريده والاعراض

الاساسي من تبريد المنتجات هو:

- تخفيض درجة حرارة المنتج .
- تكثيف البخار من المنتجات التي تحتوي على بخار الماء .
- تجميد السوائل .
- إزالة الحرارة الناتجة من التفاعلات الكيميائية إن وجدت .

يتم حساب حمل المنتج من المعادلة :

$$Q = \dot{m} C_p \Delta T = \dot{m} C_p (T_2 - T_1) \quad (2.1)$$

حيث :

$Q$  = معدل حمل المنتج KW

$\dot{m}$  = معدل انسياب الكتلة المراد تبريدها kg/s

$C_p$  = الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط kJ/kg.K

$\Delta T$  = فرق درجة الحرارة بين درجة حرارة المنتج و درجة حرارة التخزين ° C

## 2.2.6.2 حمل انتقال الحرارة:

إن انتقال الحرارة بالتوصيل عبر الحيطان والابواب والاسقف

والارضية إفتراضها بانها مستقرة غير صحيح حتى لو كانت درجة حرارة التخزين

مستقرة و ذلك لان درجة حرارة الهواء المحيط الخارجي في تغير مستمر ، لذا فان

انتقال الحرارة باستقرار غير وارد <sup>(11)</sup>.

اما افتراض الاستقرار في حسابات الحمل الحراري للتبريد الى حد

كبير صحيح نسبة للفرق الكبير بين درجة حرارة التخزين مقارنة بالتغيير الذي يحدث

في درجة حرارة الجو الخارجي ويمكن حساب الحرارة المنتقلة بالمعادلة :

$$Q = A U \Delta T \quad (2.2)$$

حيث :

$Q$  = معدل انتقال الحرارة KW

$U$  = معامل انتقال الحرارة الاجمالي ° C /m<sup>2</sup> W

$\Delta T$  = فرق درجات الحرارة بين السطح الداخلي والخارجي للمبنى ° C

A = مساحة السطح المعرضة لانتقال الحرارة  $m^2$

اما معامل انتقال الحرارة الاجمالي يمكن حسابه من المعادلة :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \sum \frac{x}{k} + \frac{1}{h_i}} \quad (2.3)$$

حيث :

$h_o$  = معامل انتقال الحرارة المتأخمة للسطح الخارجي  $W/m^2 C^\circ$

$h_i$  = معامل انتقال الحرارة المتأخمة للسطح الداخلي  $W/m^2 C^\circ$

$X$  = سمك المادة المنتقلة عبرها الحرارة  $m$

$K$  = معامل التوصيل الحراري  $W/m C^\circ$

كما يمكن حساب معامل انتقال الحرارة الاجمالي من الجداول مباشرة .

### 3.2.6.2 حمل الافراد:

ان جسم الانسان او اجسام الكائنات الحية الاخرى تعطى حرارة تسمى بالحرارة

المحسوسة . حيث يتم انتقال الحرارة من او الى الانسان بالتوصيل والحمل والاشعاع و هذا

الانتقال يرتبط بفرق درجات الحرارة بين جسم الانسان و الجو المحيط كما ان جسم الانسان يفقد الحرارة الكامنة بالتعرق (11).

#### 4.2.6.2 حمل الاجهزة الكهربائية:

من الأجهزة الكهربائية التي لها أثر كبير في الحمل الحراري للتبريد الموتورات الكهربائية والمراوح واجهزة الإضاءة .ويحسب حمل الاجهزة الكهربائية بالنسبة للمبات بالمعادلة

$$Q = \text{Power Output by the lamp} * \text{Allowance Factor} \quad (2.4)$$

عادة ما يؤخذ معامل السماح بقيمة 1.2

اما بالنسبة للموتور الكهربائي فان الحرارة المولدة من الموتور تكون فقط عندما يكون الموتور موجود داخل الفراغ المبرد .ويحسب الحمل الحراري للموتو بالمعادلة

$$Q = \text{Motor Capacity (KW, W or hp)} \quad (2.5)$$

#### 5.2.6.2 حمل التسريب:

هو الحمل الناتج من دخول الهواء الخارجي الى الحيز المراد تبريده نتيجة فتح

الابواب و الشبابيك او نتيجة للشقوق والفتحات الموجودة بالحائط و يمكن حساب الحرارة

المحسوسة المنتقلة الى حيز التبريد بمعرفة معدل الانسياب الحجمي للهواء الداخل للحيز<sup>(16)</sup>  
وذلك من خلال المعادلة

$$Q = V_{\dot{}} * \rho * C_p * \Delta T \quad (2.6)$$

حيث

$$V_{\dot{}} = \text{معدل الانسياب الحجمي للهواء } m^3/s$$

$$\rho = \text{كثافة الهواء } Kg/m^3$$

$$\Delta T = \text{الحرارة النوعية } kJ/Kg.K$$

$$V_{\dot{}} = \frac{N * V}{3600}$$

(2.7)

$$N = \text{عدد مرات تغيير الهواء في الساعة}$$

$$V = \text{حجم المخزن } m^3$$

**6.2.6.2 حمل التهوية:**



تتطلب التهوية عند تبريد الخضر والفاكهة وذلك لانه غالبا ما تكون هنالك روائح غير مقبولة في حيز التبريد ولتخفيف تراكيز هذه الروائح يجب دفع هواء بمعدل حجمي معلوم الى داخل الحيز المراد المبرد (11).

$$Q = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (2.8)$$

### 3.6.2 العزل الحراري:

يحتاج حيز التبريد الى العزل الجيد والذي يعتمد على النوع والسّمك ومن الانواع الشائعة الاستخدام الصوف المعدني والبلاستيك والاسفنج والفاير قلاس واختيار السّمك المثالي للعازل الحراري يتطلب المعرفة بخواص معامل انتقال الحرارة للعازل والسعة التبريدية للمنظومة و سعر التكلفة للعازل .

## الباب الثالث

## اختيار وتصميم نظام تبريد الخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم

تم تنفيذ مشروع تأهيل السوق المركزي من قبل محلية الخرطوم عام 2013م

تم التصميم بحيث يضم 340 دكان منها 134 دكان صغير لبيع التوابل بمساحة 3\*3 متر، وعدد 103 دكان للاستثمار .

وعدد 206 دكان لبيع الخضروات بمساحة 4\*5 متر يتم استغلالها من قبل

موردين الخضر والفاكهة ، مزودة بمروحة سقف وعدد 2 لمبة نايلون 40w وكاميرا مراقبة .

كما تم إنشاء مجموعة من (المساطب) عددها 120 (مسطبة) بمساحة 3\*3

متر، و تم توفير مدرجات حديدية لعرض الخضر والفاكهة عددها 450 مدرج يتم استغلالها من قبل تجار البيع بالتجزئة (قطّاعي) ،

الى جانب عدد 22 دكان للخدمات بمساحة 3\*3 متر، وعدد 2 ثلاجات مؤهلة

لتخزين الخضر والفاكهة.

هذه المباني تم تصميمها على هيئة جملونات بحيث تضم 30 دكان بمساحة

4\*5 للوحده الواحده ويضم المشروع 9 وحدات وعدد 4 وحدات تضم 14 دكان 3\*3 للوحده

الواحد لبيع التوابل وتم عمل مظلات في ما بين الوحدات .

للسوق 5 بوابات كبيرة ، بوابتين في اتجاه الشرق و بوابتين في اتجاه الغرب و

بوابة في الناحية الجنوبية ،عرضها يتراوح بين 8 الى 10 امتار.

هنالك شارعين رئيسيين داخل السوق ، احدهما مسفلت وهو في الاتجاه الجنوبي

، وشارع شمالي مرصوف باستخدام (الانترلوك) .

تم توصيل السوق بخط مياه رئيسي لتغذية المياه ، إلى جانب بعض خطوط

الاحتياط في حال وجود قطوعات او خلل في الخط الرئيسي . اما الكهرباء فقد تم استخدام عداد

منفصل بثلاث خطوط ، وتمت إنارة الجملونات والدكاكين بالاضافة للكشافات الموزعة في

ساحات السوق ، وتم توصيل شبكة صرف صحي بميل من إتجاه الشرق الى اتجاه الغرب

متجمعة عند نقطة (بركة) مارة عبر البئر الرئيسي ، توجد مباني الإدارة بالجهة الشمالية الشرقية

للسوق بالاضافة الى مسجد بالجهة الشمالية .

النشاط الاساسي بالسوق المركزي هو تجارة الجملة لكنه لا يخلو من تجار البيع

القطاعي ، عادة ما يبدأ العمل في السوق المركزي في الساعة الرابعة صباحاً حيث يقوم

الموردون (تجار الجملة) باستلام الخضر والفاكهة المحملة في سيارات (بوكس) من أصحاب

المزارع ومن ثم يتم بيعها الى تجار البيع القطاعي بالسوق المركزي نفسه والأسواق الأخرى و

أصحاب منافذ البيع المتمثلة في (الجزارات) او الأفراد عامة ليتم توزيعها للمستهلك بعد ذلك، و

يبلغ البيع ذروته في الفترة ما بين الخامسة صباحاً الى العاشرة صباحاً .

بالرغم من المجهودات المبذولة في تأهيل السوق على الوجه الأكمل ، والعمل

الدؤوب على الحد من الممارسات الخاطئة في السوق المركزي إلا انه تظهر حتى الآن العديد من

السلبيات التي يجب معالجتها للوصول الى النتائج المطلوبة .

### 1.3 المشاكل الموجودة بالسوق المركزي للخضر والفاكهة:

#### 1.1.3 فرش الخضر والفاكهة على الارض :

مشكلة الباعة الجائلين (الفريشة) الذين يعرضون الخضر والفاكهة على الارض

في جوالات من الخيش او البلاستيك وهذه المشكلة تلقي بظلالها السالبة على السوق ، لذا يجب

معالجة هذه المشكلة عن طريق منع الباعة من عرض الخضروات علي الارض وتحفيزهم على

استخدام المدرجات المخصصة لعرض الخضر والفاكهة .



شكل (1-3) يوضح مشكلة فرش الخضر على الارض

### 2.1.3 إهمال دكاكين الخضر والفاكهة:

لم تلق الدكاكين التي تم انشائها لاستخدامها كمنافذ لبيع الخضر والفاكهة اهتماماً من قبل التجار والموردين بالسوق ويعرض أصحابها جزءاً كبيراً من بضاعتهم خارج الدكاكين بحجة العرض والتسويق ، مما يؤثر في تنظيم ممرات السوق فتضيق المساحة المستخدمة لغير هذا النشاط .



شكل (2-3) يوضح مشكلة إهمال البائعين لدكاكين الخضر والفاكهة





شكل (3-3) يوضح مشكلة عرض الخضار والفاكهة خارج الدكاكين



شكل (4-3) يوضح مشكلة عرض الخضار والفاكهة خارج الدكاكين



شكل (3-5) يوضح مشكلة عرض الخضار والفاكهة خارج الدكاكين

### 3.1.3 التلوث البيئي:

التلوث البيئي العام بالسوق يؤدي لتوالد الذباب وما ينشره من أوبئة يؤدي الى مشكلة حقيقية في إصاحاح البيئة، حيث تكثر النفايات الصلبة والسائلة الناتجة عن شاغلي السوق



وزواره ومرتابه،لذلك لابد من النظافه الدوريه للسوق من اجل المحافظه علي الخضر والفاكهه  
من التلوث .



شكل (6-3) يوضح التلوث البيئي بالسوق

### 4.1.3 مشكلة الصرف الصحي:

بالرغم من عمليات الصيانة التي تمت لمعالجة مشكلة الصرف الصحي الا انها

مشكلة مستمرة يجب العمل على حلها وإستخدام نظام صرف صحي يتناسب مع بيئة السوق

وعمل مجاري للأمطار و تصريفها بحيث لاتتجمع في برك قريبة من السوق لمنع توالد الذباب

والحشرات ، حيث ان هيئة السوق الحالية تجعل الموقع خطراً على صحة البيئة والسكان.

تنتشر ظاهرة عرض المأكولات والمشروبات على الأرض داخل السوق المركزي

أو حوله، وانتشار بائعات الطعام والعرض الخارجي للمأكولات والمشروبات وما تخلفه هذه المعروضات من نفايات ومخاطر صحية أخرى .

مداخل السوق المركزي تمتلئ بالعربات والمركبات التي تعيق أعمال النظافة وتلوث الخضر والفاكهة المعروضة بانبعاثاتها، بالإضافة لانتشار الباعة الجائلين الذين يفتشون الأرض حول وداخل السوق بكثافة يصعب معها تجويد أعمال النظافة ونقل النفايات .

تم إنشاء دورة مياه داخل السوق بالقرب من مساطب البيع القطاعي مما ينافي قواعد الممارسات الدولية الموصى بها والمبادئ العامة لسلامة الأغذية ويؤدي لتلوث الخضر والفاكهة .

### 5.1.3 المياه :

يستخدم بعض البائعين المياه التي يتم نقلها في براميل حديدية عن طريق العربات التي تجرها الدواب في غسل و رش الخضر والفاكهة وذلك قد يؤدي الى الإضرار بجودة الخضر والفاكهة المعروضة وبالتالي تؤثر على صحة المستهلك . لذا يجب توفير مصادر للمياه المحلاة في للسوق (خزانات مياه) .

### 6.1.3 إهمال مدرجات بيع الخضر والفاكهة :

«مساطب البيع القطاعي» و مدرجات بيع الخضار التي تم انشائها لاستيعاب

الأفراد الذين يعرضون خضارهم على الأرض لم تلق اهتماماً باستعمالها حتى الان، وأصبحت

مهجورة تماماً، بل أصبحت تشكل مكب للنفايات والقاذورات، وبؤرة للبول والبراز، ومأوى

للمشردين .



شكل (3-7) يوضح اهمال مدرجات الخضر والفاكهة

### 2.3 اختيار افضل نظام تبريد للخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم

بعض دراسة نظم التبريد عامة كما موضح بالباب الثاني نجد ان نظام التبريد

التبخيري هو أفضل نظام يمكن أن يستخدم لحفظ الخضر والفاكهة في السوق المركزي الخرطوم ،

وذلك باستخدام وحدة تبريد مركزية كبيرة وتوزيع الهواء بواسطة مسارات الي كل دكان ، حيث

ان نظام التبريد التبخيري أكثر أنظمة التبريد ملائمة مع مناخ السوق المركزي الخرطوم ذو الجو

الحار الجاف . أيضا نجد ان نظام التبريد التبخيري إقتصادي حيث أنه أقل إستهلاكاً للطاقة ويقتصر على تشغيل المراوح ومرشات المياه ويستخدم الماء كمائع تبريد ، كما أن تكلفة تركيبه و صيانتة قليلة مقارنة بالأنظمة الميكانيكية. كما أن نظام التبريد التبخيري صديق للبيئة حيث أن وسيط التبريد المستخدم هو الماء على غير الفريونات التي تستخدم في الأنظمة الميكانيكية والتي تؤثر على البيئة وتضر بطبقة الأوزون.

أيضا من الأسباب التي تجعله أفضل نظام للسوق المركزي أن السوق المركزي منطقة مفتوحة حيث يكون هنالك تجديد للهواء.

بالإضافة إلى أن العديد من الباحثين أثبتوا قدرة التبريد التبخيري على تهيئة البيئة المناسبة لحفظ الخضر والفاكهة .وخلص الباحثون الى أهمية التبريد التبخيري للمنتجات ( الخضر والفاكهة) حيث يحافظ على رطوبة نسبية عالية. كما ذكر الباحثون بأنه أمكن خفض درجة الحرارة داخل النظام بقدر 10-12 درجة م وزيادة الرطوبة النسبية من 23% الى 91% خلال الصيف.

التبريد التبخيري من أقدم أنظمة التبريد التي إستعملها الإنسان للحصول على تغيير حراري مقبول في الأجواء الحارة عن طريق تطوير و تصنيع معدات و أجهزة تستفيد من التبخير المباشر وغير المباشر للماء في مجرى الهواء إلا أنه يُعاب عليه ارتباطه الوثيق بالأحوال الجوية والارتفاع في درجات الحرارة والرطوبة وبالتالي يكون مدى الإستفادة من التبريد التبخيري محدود .

### 3.3 اختيار أفضل طرق عرض الخضر والفاكهة بالسوق المركزي

#### الخطوط :

تعتبر دكاكين السوق المركزي منافذ للبيع المباشر كما يمكن اعتبارها أيضا وحدات حفظ مؤقتة للخضر والفاكهة لذا يجب مراعاة كل من إستخدام أفضل طرق العرض من أجل ضمان التسويق الجيد للمنتجات ، إلى جانب إستخدام أفضل الطرق لترتيب و (رص) المنتجات المحفوظة و اتباع القواعد السليمة لحفظ الخضر والفاكهة بغرض الحفاظ على جودتها وزيادة العمر التخزيني لها .

### 4.3 ترتيب صناديق الخضر والفاكهة :

يمكن إستخدام إحدى الطريقتين التاليتين لترتيب عبوات الخضر والفاكهة بالدكاكين:

#### 1.4.3 طريقة الترتيب المكتمل :

و فيها توضع صناديق الفاكهة ملاحقة لبعضها البعض قدر الإمكان و بقدر ما

يسمح شكلها ، ويراعى في طريقة الرص المكتمل ان ترص بعض الصفوف بحيث تسمح بمرور

تيار هواء بسيط بينهما وهذا يعتمد على ثلاث عوامل :

(أ) درجة حرارة الفاكهة عند حفظها .

(ب) الحرارة المتولدة من تنفس الفاكهة .

(ج) حجم فتحات التهوية الموجودة في العبوة والتي تسمح بمرور الهواء بداخلها .

### 2.4.3 طريقة الشرائح الخشبية :

فيها توضع شرائح خشبية بين العبوات لكي تسمح بمرور الهواء بصفة منتظمة

بين الصفوف المرصوفة ،حيث تُعبئ صناديق الخضر وتُملأ ثم يوضع الغطاء و يربط

بماسمير في الصندوق ، والسبب في ذلك هو حماية المنتج داخل الصناديق من الكدمات التي قد تحدث نتيجة لتداول هذه الصناديق بعد ذلك ، و توفر هذه الطريقة الشكل المناسب والملائم لحفظ

صناديق الخضر والفاكهة في غرف التبريد .

لقد دلت الميزة العلمية بالنسبة للعنب الذي يتم تبريده قبل الحفظ أو التخزين إلى

درجة حرارة التخزين فإن طريقة الرص المكتمل تناسبه حيث ان العنب لا يوجد كمية من الحرارة

أثناء التنفس و بينما نجد انه بالنسبة للبرتقال إن طريقة الرص بالشرائح الخشبية تعتبر ضرورية

في حفظه نظراً لأنه يولد كمية كبيرة من الحرارة أثناء التنفس وإذا خُزن بطريقة الرص المكتمل

فإنه سيولد حبيبات حرارية داخل العبوات تؤدي إلى إفسادها .

أما بالنسبة للخضرو للفاكهة الأخرى التي تولد كمية من الحرارة وسط بين العنب

والبرتقال فإنه يمكن إستخدام الرص بأي من الطريقتين . حيث أن لطرق الترتيب المناسبة دور

كبير في الحصول على كفاءة عالية في الحفظ والتخزين .

في كل من الطريقتين يجب أن توضع الكراتين أو الصناديق الخشبية أو الجوالات المعبأة بالمنتجات على أبعاد لا تقل عن 20 cm عن الجدران و 60 cm عن الأسقف و 10 cm عن أرضية الغرفة المبردة .

### 5.3 تصميم نظام تبريد الخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم :

بعد إختيار النظام التبخيري كأفضل نظام لتبريد الخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم ، تم تصميم النظام بحيث أنه يتكون من ثمانية وحدات مركزية موزعة بصورة محددة لتغذي كل الدكاكين كما هو موضح بالشكل (12) ، تختلف أبعاد الوحدات بناءً على معدلات إنسياب الهواء وعدد الدكاكين التي تغذيها كل وحدة ، ومن ثم يتم نقل الهواء المُعالج إلى الدكاكين عبر مسارات (مجاري هواء) .

#### 1.5.3 وحدة تبريد الهواء (Air Cooling Unit) :

عبارة عن وحدة تعمل بنظام التبريد التبخيري المركزي متمثلة في غرفة ذات جدران مكونة من طبقتين من الطوب الحراري، بينهما مادة عازلة Polyurethane بكثافة 30 كجم للمتر المكعب و بسمك 100 mm، إلى جانب بياض (أسمنت) للسطح الداخلي و الخارجي للجدار بسمك 100 mm ، والسقف خرسانة ، أما الارضية فهي مكونة من عدة طبقات ، أولى الطبقات طبقة خرسانية بسمك 250mm ، ثم من ( Polythene ) لمنع تسرب الرطوبة ، تليها طبقة من العزل الحراري وأخيراً طبقة خرسانية بسمك 100mm.

فى إحدى الجدران العرضية للغرفة تُثبت مروحة السحب وهي عبارة عن مروحة

كبيرة (Blower) تقوم بسحب الهواء من المحيط الخارجي إلى داخل غرفة التبريد، و تُدار المروحة بواسطة موتور (Motor) مثبت على قاعدة خرسانية لنقادي الاهتزازات ، كما تم تصميم حوض بأبعاد معينة يحوي الكمية المطلوبة من الماء .

ويحتوي النظام على مضخة (Pump) تقوم بدفع المياه إلى مجموعة من الأنابيب الرأسية (Pipes) والتي تحتوي بدورها على عدد من المنافث (Nozzles) التي تقوم بتذرية الماء في الهواء مما يؤدي إلى التلامس المباشر بين الماء والهواء والذي يعمل على إنتقال الحرارة من الهواء الساخن إلى الماء و بالتالي تبخيره ، و ينتج عن ذلك إنخفاض درجة حرارة الهواء و زيادة رطوبته النسبية . وبعد تبريد الهواء يتم تمريره من خلال (Eliminators) وهي عبارة عن شرائح تقوم بفصل ذرات الماء العالقة في الهواء المعالج .

كما يحتوي النظام على مصفاة لتنقية الهواء و مخدمات للتحكم في كمية الهواء الداخل لكل دكان ، وتتم معالجة المياه المستخدمة عن طريق إضافة الغار (القطران) لمنع الصدأ والأملاح .

### 2.5.3 مجاري الهواء (Air Duct) :

هي عبارة عن مسارات من الصاج المجلفن بسمك 0.8mm يمر خلالها الهواء المبرد و يتوزع على الدكاكين بالنسب المطلوبة ، تختلف أبعادها حسب معدل الهواء المُناسب عبرها ، هذه المسارات مغطاة بطبقة عازلة.



### 3.5.3 عزل مجاري الهواء ( Air Duct Insulation ) :

يُستخدم عازل حراري بسمك 2 بوصة وذلك لتقليل الفقد في الحرارة كما يمكن تزويد مجاري الهواء ببطانة من الداخل لإمتصاص الصوت ، وفي هذه الحالة فإن البطانة أيضا تعتبر عازل حراري<sup>(23)</sup> .

### 4.5.3 جودة الهواء الداخلي (Air Quality) :

جودة الهواء من العناصر المهمة التي يجب مراعاتها عند تصميم نظم التبريد و يتم ذلك عن طريق التخلص من الملوثات الضارة (الغبار والأتربة العالقة بالهواء) والتي تؤثر سلباً على كل من الأفراد والخضر والفاكهة المحفوظة ، كما يجب أيضا التخلص من الروائح والتي تزيد بزيادة الرطوبة النسبية للحيز المُبرّد ، إلى جانب الملوثات الداخلية المتمثلة في دخان السجائر ، المبيدات الحشرية ، معطرات الجو والمنظفات الكيميائية . كل هذه الملوثات يمكن أن تؤثر على جودة الخضر والفاكهة . ويتم التحكم في جودة الهواء بمراعاة الاتي :

(أ) تقليل مصادر التلوث الداخلي .

(ب) تعقيم الهواء المبرّد باستخدام لمبات الأشعة فوق البنفسجية والتي تنتج غاز الأوزون الذي يمكنه القضاء على البكتريا والميكروبات دون ان يؤثر على جودة الخضر والفاكهة .

(ج) استخدام مرشحات الهواء المصنوعة من السليلوز او الصوف الزجاجي<sup>(15)</sup> .

### 5.5.3 معايير الضوضاء (Noise Criteria) :

عند إختيار النظام تم مراعاة راحة الأفراد المستخدمين للسوق و محاولة تقليل التلوث الضوضائي الناتج عن الوحدات المركزية ومجاري الهواء وذلك عن طريق إختيار سرعات مناسبة للهواء المناسب عبر المجاري ، وإختيار مواقع مناسبة للوحدات المركزية ، كما يفضل تثبيت اجهزة مخفضة للصوت في مجاري الهواء - إن وجدت - <sup>(14)</sup>.

### 6.3 التكلفة التقديرية لنظام تبريد الخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم:

بعد تصميم الوحدات المركزية المكونة لنظام التبريد المُعد ، تم إجراء حساب

تقريبي للتكلفة الكلية (للأجزاء الرئيسية) للمشروع و المتمثلة في الآتي:

(أ) تكلفة مواد بناء غرف التبريد .

(ب) تكلفة شراء مكونات الوحدة المركزية (المضخة ، المروحة والموتور ، المنافث ، خلايا إزالة

الرطوبة ، مصافي التنقية ، أنابيب التوصيل) .

(ج) تكلفة مكونات مجاري الهواء (الصاج والعازل الحراري) .

(د) تكلفة الأيدي العاملة .

### 1.6.3 تكلفة بناء غرفة التبريد:

العناصر	عدد العناصر المطلوبة	الأسعار بالجنيه السوداني
الطوب الحراري	1200	2,400
رمل + خرسانة	(نصف دور لكل)	800
أسمنت	1 طن	1,600
سيخ 25 لينية + سلك رباط	25	1,560
عازل حراري	كمية تكفي لمساحة قدرها 11.625 m <sup>2</sup>	2,800
تكلفة بناء الوحدة الواحدة	1	9160
التكلفة الكلية للبناء	8	<u>73,280</u>

### 2.6.3 تكلفة شراء مكونات الوحدة المركزية:

العناصر	عدد العناصر المطلوبة	الأسعار بالجنيه السوداني
مضخة 0.5 بوصة (liens')	1	900
مروحة طرد مركزي + موتور	1	4500
خلايا إزالة الرطوبة Eliminator	4 خلايا للوحدة الواحدة	1600

US \$0.98 للمنفث الواحد	128 للوحدة الواحدة	المنافث (nozzles) 3d printer nozzle MK8 diameter 0.5mm
1,166.5 للوحدة الواحدة		
41.67 للمتر الواحد	9.88 متر للوحدة الواحدة	أنابيب توصيل
411.67 للوحدة الواحدة		
250	1	عواصة نيكل
8828.17	1	التكلفة مكونات الوحدة الواحدة
<u>70,625.36</u>	8	التكلفة الكلية للوحدات

### 3.6.3 تكلفة مجاري الهواء:

العناصر	عدد العناصر المطلوبة	الأسعار بالجنيه السوداني
ألواح صاج للمجاري سمك 0.8 mm 1 متر * 2 متر	1153 متر	135 للمتر الواحد
		155,655
عازل حراري 2 بوصة	1153 متر	530 للمتر الواحد
		611,090
ألواح صاج للأكواع سمك 0.8 mm 1 متر * 2 متر	8.65 متر	1,168

التكلفة الكلية لمجاري الهواء	8 وحدات	<u>767,913</u>
------------------------------	---------	----------------

يتم التعاقد مع إحدى الشركات الهندسية لتنفيذ المشروع ، وقمنا بإستشارة شركة Clayton

Trading and Services وقدرت تكلفة التنفيذ ب 30% من التكلفة الكلية للمشروع.

التكلفة الإنشائية الكلية	911,818.36
تكلفة الشركة المنفذة	273545.5
التكلفة الكلية للمشروع	<u>1,185,363.36</u>

### 7.3 الزيارات :

1. مصنع نسيج الحصاصيصة (مدينة الحصاصيصة ولاية الجزيرة).
2. مكتب رئاسة محلية الخرطوم (الخرطوم - شارع محمد نجيب - شمال مستشفى بن  
سينا) .
3. مكتب إدارة السوق المركزي (الخرطوم- السوق المركزي - الجهة الغربية) .
4. زيارات متعددة لموقع تنفيذ المشروع (دكاكين السوق المركزي الخرطوم).
5. شركة Clayton Trading And Services (عمارة مكابي - شارع ابوسن مع  
تقاطع الجمهورية) .
6. آي آيه إم اس لتجارة المعدات المحدودة (الخرطوم -شارع الجمهورية مع تقاطع  
عبدالمنعم محمد).

7. مجموعة شركات ابو حسنين لتجارة المعدات (الخرطوم - شارع الجمهورية جنوب البنك الاسلامي السوداني).

8. سوق السجانة (الخرطوم وسط - السجانة - دكاكين بيع مواد البناء و التسليح).

## الباب الرابع

## حساب الحمل الحراري ومجاري الهواء ومتطلبات التصميم

تعتبر حسابات الحمل الحراري أهم المتطلبات لتصميم و تنفيذ نظام التبريد

وبالتالي سنوضح في هذا الباب حسابات الحمل الحراري للوحدات المراد تبريدها ، بالإضافة إلى

حسابات مجاري الهواء وإظهار التصميم بصورة واضحة قابلة للتنفيذ .

### 1.4 حساب الأحمال الحرارية :

تم حساب الأحمال الحرارية باستخدام طريقة ( فرق درجات حرارة حمل التبريد CLTD ) .

#### 1.1.4 حمل انتقال الحرارة :

##### 1.1.1.4 الحمل الحراري للحوائط:

$$Q= U * A * CLTD \quad (4.1)$$

معامل انتقال الحراري الإجمالي للحوائط :

$$(1/U)=(1/h_o)+\sum(\Delta x/k)+(1/h_i) \quad (4.2)$$

$$(1/U)=(1/22.74)+[(0.05/0.05)+(0.05/0.0423)+(0.05/0.762)]+(1/10.1)$$

$$(1/U)=2.36$$



$$U=0.4237 \text{ W/m}^2 \text{ c}^\circ$$

$$CLTD = CLTD_{TABLE} + (25-T_{in}) + (T_{OUT} - 29) \quad (4.3)$$

بالأخذ في الاعتبار أن وضع السوق يأخذ الاتجاه شمال / شرق و بالرجوع  
للجداول لضمان الحسابات الدقيقة للحمل الحراري تم حساب كل حائط للدكان على حدة حسب  
الاتجاه الجغرافي للحائط .

$$CLTD_{NE}=11+(25-23)+(47-29) =31$$

$$Q_{NE}=0.4237 * (4*3)* 31= 157.64W$$

$$Q_{NW}=0.4237*(5*3)*24 = 152.53W$$

$$Q_{SE}=0.4237*(5*3)*32 = 203.38W$$

$$Q_{SW}=0.4237*(4*3)*25 = 127.11W$$

$$Q =157.64+152.53+203.38+127.11= 640.66W$$

#### 2.1.1.4 حمل السقف :

$$Q_{ROOF} = A * U * CLTD$$

$$A = 5*4 = 20m^2$$

$$Q = 2.48* 20 *33 = 1643.79W$$

#### 3.1.1.4 حمل الأرضية:

الأرضية من الخرسانة الخفيفة بكثافة 2000 كيلوجرام لكل متر مكعب ومعامل التوصيل الحراري الإجمالي لها  $0.43 \text{ w/m } ^\circ\text{C}$  .

الحرارة المنتقلة من الأرضية بإفتراض أن درجة حرارة باطن الأرض 40 درجة مئوية .

$$Q = A * U * (T_o - T_i) \quad (4.4)$$

$$A = 5 * 4 = 20$$

$$Q = 20 * 0.43 * (40 - 23) = 146.2 \text{ W}$$

#### 4.1.1.4 حمل الأبواب:

$$Q = AU(T_o - T_i)$$

$$A = 2 * 2.5 = 5 \text{ m}^2$$

$$Q = 5 * 0.80 * (47 - 23)$$

$$Q = 96 \text{ W}$$

$$Q_{\text{Door}} + Q_{\text{WALL}} + Q_{\text{FLOOR}} + Q_{\text{ROOF}} = \text{حمل انتقال الحرارة}$$

$$Q_{\text{total}} = 146.2 + 1643.799 + 640.66 + 96 = 2526.66 \text{ W} .$$

#### 2.1.4 حمل الأفراد:

افترض تواجد 7 أفراد بالوحدة - 2 بائعين و 5 مشترين وبإختلاف النشاط

المبذول من كل ممن العاملين والمشتريين استناداً على جداول (الأشري) تمت الحسابات التالية للحرارة الكامنة والمحسوسة :

$$Q_{\text{SELLER}} = 165 * 2 = 330 \text{ W}$$

$$Q_{\text{BUYER}} = 90 * 5 = 450 \text{ W}$$

$$Q = (330 + 450) * 0.88 = 686.4 \text{ W}$$

#### 3.1.4 حمل الأجهزة الكهربائية:

هنالك مروحة تجديد هواء واحده وعدد 2 لمبة و كاميرا مراقبة 100 وات

$$Q_{\text{LAMP}} = (2 * 100) * 0.79 = 158 \text{ W}$$

$$Q_{\text{FAN}} = 300 \text{ W}$$

$$Q_{\text{Camera}} = 375 \text{ W}$$

$$Q = 158 + 300 + 375 = 833 \text{ W}$$

#### 4.1.4 حمل المنتج :

$$Q_{\text{Product}} = \frac{1000 * m * cp * \Delta T}{3600 * 24} \quad (4.5)$$

$$Q_{\text{CARROT}} = (1000 * 1000 * 1.84 * (35-23)) / (3600 * 24) = 255.56 \text{ W}$$

$$Q_{\text{POTATOS}} = (1000 * 1000 * 1.79 * (37-23)) / (3600 * 24) = 290.05 \text{ W}$$

$$Q_{\text{TOMATOS}} = (1000 * 1000 * 1.88 * (35-23)) / (3600 * 24) = 261.12 \text{ W}$$

$$Q_{\text{CUCUMBER}} = (1000 * 1000 * 1.88 * (35-23)) / (3600 * 24) = 261.12 \text{ W}$$

$$Q_{\text{LEMONS}} = (1000 * 1000 * 1.84 * (35-23)) / (3600 * 24) = 255.56 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ONIONS}} = (1000 * 1000 * 1.8 * (33-23)) / (3600 * 24) = 208.33 \text{ W}$$

$$Q_{\text{EGGPLANT}} = (1000 * 1000 * 1.88 * (40-23)) / (3600 * 24) = 369.91 \text{ W}$$

$$Q_{\text{PEPPER}} = (1000 * 1000 * 1.84 * (35-23)) / (3600 * 24) = 255.56 \text{ W}$$

$$Q_{\text{WATERCRESS}} = (1000 * 1000 * 1.88 * (35-23)) / (3600 * 24) = 261.12 \text{ W}$$

$$Q_{\text{RADISHES}} = (1000 * 1000 * 1.88 * (35-23)) / (3600 * 24) = 261.12 \text{ W}$$

$$Q_{\text{APPLE}} = (1000 * 1000 * 1.76 * (35-23)) / (3600 * 24) = 244.45 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ORANGE}} = (1000 * 1000 * 1.8 * (35 - 23)) / (3600 * 24) = 250.02 \text{ W}$$

$$Q_{\text{BANANA}} = (1000 * 1000 * 1.67 * (32 - 23)) / (3600 * 24) = 173.96 \text{ W}$$

بأخذ القيمة 369.91 W كمتوسط لأقصى حمل يمكن الحصول عليه من المنتجات المتوفرة بالسوق .

### الحمل الكلي للدكان الواحد:

$$Q_{\text{TOTAL}} = 2526.66 + 686.4 + 833 + 369.91 = 4415.97 \text{ W} = 4.41597 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 1.256 \text{ TOR}$$

بحساب معامل الأمان و السلامة

$$1.256 + (1.256 * 0.1) = 1.38 \text{ TOR} = 4.8575 \text{ kW}$$

## 2.4 حسابات مجاري الهواء:

تم إجراء الحسابات المطلوبة على الوحدات وقد تم الحساب بإستخدام طريقة

السرعات الثابتة. وتم إستخدام السرعة في المجرى الرئيسي 8 m/s وفي المجرى الفرعي 3 m/s.

<sup>(17)</sup> ومن حسابات الحمل الحراري وجد أن معدل انتقال الحرارة للدكان الواحد يساوي

$$4.8575 \text{ kW}$$

المجرى الذي ينقل الهواء إلى الدكان الواحد (ثابت لكل الدكاكين الموجودة

بالسوق)

$$Q=4.8575 \cdot n$$

$$=4.8575 \cdot 1 = 4.8575 \text{ kW}$$

$$V= 3 \text{ m/s}$$

$$Q=m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (4.6)$$

$$m=4.8575/(1.0216 \cdot (47-23)) = 0.198 \text{ kg/s}$$

$$V=v \cdot m \quad (4.7)$$

$$V=0.198 \cdot .9375 = 0.186 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A \cdot V \quad (4.8)$$

$$A=0.186 / 3 = 0.062 \text{ m}^2$$

$$A=\pi \cdot D^2/4 \quad (4.9)$$

$$D=0.28 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302 \cdot [(a \cdot b)^5/(a+b)^2]^{1/8} \quad (4.10)$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.23 \text{ m}$$

$$b=0.287 \text{ m}$$

#### 1.2.4 الوحدة رقم (1):

تُغذي (24 دكان) موزعين على (2 بلوك Block) أحدهما (14 دكان) والآخر

(10 دكان).

#### 1.1.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (24 دكان):

$$Q = 4.8575 * 24 = 116.582 \text{ KW}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$Q = m * c_p * \Delta T$$

$$m = 116.582 / (1.0216 * (47 - 23)) = 4.758 \text{ kg/s}$$

$$V = v * m = 4.758 * 0.9375 = 4.4604 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = A * V$$

$$A = 4.4604 / 8 = 0.5575 \text{ m}^2$$

$$A = \pi * D^2 / 4 \gg D = 0.843 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}} = 1.302 * [(a * b)^5 / (a + b)^2]^{1/8}$$

$$\text{Assume } \frac{a}{b} = 1.25$$

$$a = 0.862 \text{ m}$$

$$b=0.689 \text{ m}$$

#### 2.1.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (14 دكان):

$$Q = 4.8757 * 14 = 68.005 \text{ KW}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$Q = m * c_p * \Delta T$$

$$m = 68.005 / (1.0216 * (47 - 23)) = 2.77 \text{ kg/s}$$

$$V = m * v$$

$$= 2.77 * 0.9375 = 2.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = A * V$$

$$A = 2.6 / 8 = 0.325 \text{ m}^2$$

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$D = 0.643 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}} = 1.302 * [(a * b)^5 / (a + b)^2]^{1/8}$$

$$a / b = 1.25$$

$$a = 0.709 \text{ m}$$

$$b = 0.567 \text{ m}$$



#### 3.1.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (10 دكان):

$$Q = 4.8575 \times 10 = 48.575 \text{ KW}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$m = 48.575 / (1.0216 \cdot (47 - 23)) = 1098 \text{ kg/s}$$

$$V = m \cdot v$$

$$= 1.98 \cdot 0.9375 = 1.856 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$A = 1.856 / 8 = 0.232 \text{ m}^2$$

$$A = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$D = 0.544 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}} = 1.302 \cdot [(a \cdot b)^5 / (a + b)^2]^{1/8}$$

$$a/b = 1.25$$

$$a = 0.556 \text{ m}$$

$$b = 0.445 \text{ m}$$

#### 2.2.4 الوحدة رقم (2):

تُغذي 21 دكان موزعين على (2 بلوك Block ) أحدهما به (10دكان) والآخر

(11 دكان).

#### 1.2.2.4 أبعاد المجرى الذي ينقل الهواء إلى (21 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*21 =102.007 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=102.007/(1.0216*24) =4.16 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=4.16*0.9375=3.9\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=3.9/8= 0.4875 \text{ m}^2$$

$$A=\pi *D^2/4$$

$$D=0.788 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}} = 1.302 * [(a * b)^5 / (a + b)^2]^{1/8}$$

$$a/b = 1.25$$

$$a = 0.8 \text{ m}$$

$$b = 0.65 \text{ m}$$

#### 2.2.2.4 أبعاد المجرى الذي ينقل الهواء إلى (10 دكاكين):

$$Q = 4.8575 * n$$

$$= 4.8575 * 10 = 48.575 \text{ KW}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$Q = m * c_p * \Delta T$$

$$m = 48.575 / (1.0216 * 24) = 1.973 \text{ kg/s}$$

$$V = v * m$$

$$V = 1.973 * 0.9375 = 1.849 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = A * V$$

$$A = 1.849 / 8 = 0.23 \text{ m}^2$$

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$D = 0.543 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}} = 1.302 * [(a * b)^5 / (a + b)^2]^{1/8}$$

$$a/b = 1.25$$

$$a = 0.555 \text{ m}$$

$$b = 0.445 \text{ m}$$

#### 3.2.2.4 أبعاد المجرى الذي ينقل الهواء إلى (11 دكان):

$$Q = 4.8575 * n$$

$$= 4.8575 * 11 = 53.43 \text{ KW}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$Q = m * c_p * \Delta T$$

$$m = 53.43 / (1.0216 * (47 - 23)) = 2.179 \text{ kg/s}$$

$$V = v * m$$

$$V = 2.179 * .9375 = 2.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = A * V$$

$$A = 2.04 / 8 = 0.25 \text{ m}^2$$

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$D = 0.57 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}} = 1.302 * [(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b = 1.25$$

$$a = 0.583 \text{ m}$$

$$b = 0.467 \text{ m}$$

### 3.2.4 الوحدة رقم (3):

تُغذي 26 دكان موزعين على (2 بلك Block ) أحدهما به (13 دكان) والآخر (

13 دكان).

### 1.3.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (23 دكان):

$$Q = 4.8575 * n$$

$$= 4.8575 * 23 = 111.72 \text{ KW}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$Q = m * c_p * \Delta T$$

$$m = 111.72 / (1.0216 * (47 - 23)) = 4.556 \text{ kg/s}$$

$$V = v * m$$

$$V = 4.556 * 0.9375 = 4.27 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=4.27/8= 0.534 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.825 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5/(a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.85 \text{ m}$$

$$b=0.675 \text{ m}$$

#### 2.3.2.4 أبعاد المجرى الذي ينقل الهواء إلى (11 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*11 =53.43 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=53.43/(1.0216*(47-23)) =2.179 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.179*.9375 = 2.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.04/8= 0.25 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.57 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5/(a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.583 \text{ m}$$

$$b=0.467 \text{ m}$$

#### 3.3.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (12 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*12 =58.29 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=58.29/(1.0216*(47-23)) =2.3779 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.3779*.9375 = 2.229\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.229 / 8= 0.278 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.596 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5/(a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.6094 \text{ m}$$

$$b=0.4875 \text{ m}$$

#### 4.2.4 الوحدة رقم (4):

تُغذي 27 دكان موزعين على (2 بلك Block ) أحدهما بها (15 دكان) والآخر

(12 دكان).

#### 1.4.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (27 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*27 =131.15 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=131.15/(1.0216*(47-23)) =5.349 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=5.349*0.9375 = 5.015\text{m}^3/\text{s}$$



$$Q=A*V$$

$$A=5.015 / 8= 0.627 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.894 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5/(a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.9 \text{ m}$$

$$b=0.73 \text{ m}$$

#### 2.4.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (15 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*15 = 72.86 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=72.86/(1.0216*(47-23)) =2.972 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.972*.9375 = 2.786 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.786 / 8= 0.348 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.66 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5/(a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.681 \text{ m}$$

$$b=0.545 \text{ m}$$

#### 3.4.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (12 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*12 =58.29 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=58.29/(1.0216*(47-23)) =2.3779 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.3779*.9375 = 2.229\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.229 / 8= 0.278 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.596 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5/(a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.6094 \text{ m}$$

$$b=0.4875 \text{ m}$$

#### 5.2.4 الوحدة رقم (5):

تُغذي 28 دكان موزعين على (2 بلوك Block ) أحدهما به (15 دكان) والآخر

(13 دكان).

#### 1.5.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (28 دكان ):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*28 = 136.01 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=136.01/(1.0216*(47-23)) =5.547 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=5.547*.9375 = 5.2005\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=5.2005 / 8= 0.65 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.91 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5/(a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.93 \text{ m}$$

$$b=0.745 \text{ m}$$

#### 2.5.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (15 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*15 = 72.86 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=72.86/(1.0216*(47-23)) = 2.972 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.972*.9375 = 2.786 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.786 / 8= 0.348 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.66 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.681 \text{ m}$$

$$b=0.545 \text{ m}$$

#### 3.5.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (13 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*13 =63.15 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=63.15/(1.0216*(47-23)) =2.576 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.576*.9375 = 2.415 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.415 / 8= 0.302 \text{ m}^2$$

$$A=\pi *D^2/4$$

$$D=0.62 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/ b=1.25$$

$$a=0.634 \text{ m}$$

$$b=0.507 \text{ m}$$

#### 6.2.4 الوحدة رقم(6):

تُغذي 26 دكان موزعين على ( 2 بلك Block ) أحدهما به (13دكان) والآخر (

13 دكان).

#### 1.6.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (26 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*24 =126.295 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=126.295/(1.0216*(47-23)) =5.15\text{kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=5.15 \cdot .9375 = 4.829 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A \cdot V$$

$$A=4.829 / 8 = 0.603 \text{ m}^2$$

$$A=\pi \cdot D^2/4$$

$$D=0.876 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302 \cdot [(a \cdot b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a / b = 1.25$$

$$a=0.896 \text{ m}$$

$$b=0.717 \text{ m}$$

#### 2.6.2.4 المجريين الذين ينقلا الهواء إلى (13 دكان):

$$Q=4.8575 \cdot n$$

$$=4.8575 \cdot 13 = 63.15 \text{ KW}$$

$$V=8 \text{ m/s}$$

$$Q=m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$m=63.15 / (1.0216 \cdot (47-23)) = 2.576 \text{ kg/s}$$

$$V=v \cdot m$$

$$V=2.576 \cdot .9375 = 2.415 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.415 / 8= 0.302 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.62 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.634 \text{ m}$$

$$b=0.507 \text{ m}$$

#### 7.2.4 الوحدة رقم (7):

تُغذي 28 دكان موزعين على (2 بلك Block ) أحدهما به (15 دكان) والآخر

(13 دكان).

#### 1.7.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (28 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*28 = 136.01 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$



$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=136.01/(1.0216*(47-23)) =5.547 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=5.547*.9375 = 5.2005\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=5.2005 / 8= 0.65 \text{ m}^2$$

$$A=\pi *D^2/4$$

$$D=0.91 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.93 \text{ m}$$

$$b=0.745 \text{ m}$$

#### 2.7.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (15 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$Q =4.8575*15 = 72.86 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m * c_p * \Delta T$$

$$m=72.86/(1.0216*(47-23)) =2.972 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.972*.9375 = 2.786 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.786 / 8= 0.348 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.66 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.681 \text{ m}$$

$$b=0.545 \text{ m}$$

#### 3.7.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (13 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$Q=4.8575*13 =63.15 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m * c_p * \Delta T$$

$$m=63.15/(1.0216*(47-23)) =2.576 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.576*.9375 = 2.415 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.415 / 8= 0.302 \text{ m}^2$$

$$A=\pi * D^2/4$$

$$D=0.62 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.634 \text{ m}$$

$$b=0.507 \text{ m}$$

#### 8.2.4 الوحدة رقم(8):

تُغذي 29 دكان موزعين على (2 بلك Block ) أحدهما به (15دكان) والآخر

(14 دكان).

#### 1.8.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (29 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$Q =4.8575*29 = 140.87 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=140.87/ (1.0216*( 47-23)) =5.745 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=5.745*.9375 = 5.386 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=5.386 / 8= 0.673 \text{ m}^2$$

$$A=\pi *D^2/4$$

$$D=0.93 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.95 \text{ m}$$

$$b=0.758 \text{ m}$$

#### 2.8.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (15 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$=4.8575*15 = 72.86 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=72.86/ (1.0216*( 47-23)) =2.972 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.972*.9375 = 2.786 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.786 / 8= 0.348 \text{ m}^2$$

$$A=\pi *D^2/4$$

$$D=0.66 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.681 \text{ m}$$

$$b=0.545 \text{ m}$$

#### 3.8.2.4 المجرى الذي ينقل الهواء إلى (14 دكان):

$$Q=4.8575*n$$

$$Q=4.8575*14 =68.005 \text{ KW}$$

$$V=8\text{m/s}$$

$$Q=m*cp*\Delta T$$

$$m=68.005/(1.0216*(47-23)) =2.773 \text{ kg/s}$$

$$V=v*m$$

$$V=2.773*.9375 = 2.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=2.6/ 8= 0.325 \text{ m}^2$$

$$A=\pi *D^2/4$$

$$D=0.643 \text{ m}$$

$$D_{\text{equ}}=1.302*[(a*b)^5 / (a+b)^2]^{1/8}$$

$$a/b=1.25$$

$$a=0.658 \text{ m}$$

$$b=0.526 \text{ m}$$

#### 9.2.4 الفقد في مجاري الهواء:

هنالك فقودات تحدث في مجاري الهواء وتنقسم إلى قسمين :

(أ) فقد الاحتكاك ( $\Delta P_f$ ) : يحدث نتيجة إنسياب الهواء عبر مجاري نقل الهواء.

(ب) الفقد الديناميكي ( $\Delta P_d$ ) : يحدث نتيجة الأكواع واختلاف المساحات وفقودات في المخرج.

- بحساب الفقودات لمجاري الهواء للوحدة المركزية الأولى كمثال لبقية الوحدات المركزية المصممة ، وفيها نقوم بحساب الفقودات الكلية لكل مخرج (دكان) ونأخذ أكبر فقد

للمسار الأعلى:

$$\Delta P = \sum \Delta P_f + \sum \Delta P_d \quad (4.11)$$

$$\Delta P_f = \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \quad (4.12)$$

حيث:

$Q \equiv$  معدل سريان الهواء ( $m^3/s$ )

$L \equiv$  طول المجرى (m)

$Deq \equiv$  القطر المكافئ (m)

$$\Delta P_d = \frac{C * \rho * V^2}{2} \quad (4.13)$$

حيث:

$V \equiv$  سرعة الهواء في المجرى

$\rho \equiv$  كثافة الهواء

$C \equiv$  معامل توجد قيمته من الجداول.

#### 1.9.2.4 حساب الفقد للدكان في الفرع الأول :

أ- الفقد الاحتكاكي:

$$\begin{aligned} \Delta P_f = & \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_a + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_b + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_c + \\ & \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_1 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_2 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_3 + \\ & \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_4 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_5 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_6 + \\ & \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_7 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_8 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_9 + \\ & \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_{10} + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_{11} + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_{12} + \\ & \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_{13} \end{aligned} \quad (4.14)$$

$$= \left( \frac{0.022243 * 4.485^{1.852} * 3}{0.8424^{4.973}} \right) + \left( \frac{0.022243 * 2.616^{1.852} * 5}{0.693^{4.973}} \right) +$$

$$\left( \frac{0.022243 * 0.198^{1.852} * 0.35}{0.2809^{4.973}} \right) + \left( \frac{0.022243}{0.693^{4.973}} \right) (2.616^{1.852} * 3 + 2.43^{1.852} * 8.5 +$$



$$2.244^{1.852} * 13.5 + 2.058^{1.852} * 18.5 + 1.872^{1.852} * 23.5 + 1.686^{1.852} *$$

$$28.5 +$$

$$1.5^{1.852} * 33.5 + 1.314^{1.852} * 38.5 + 1.128^{1.852} * 43.5 + 0.942^{1.852} *$$

$$48.5 +$$

$$0.756^{1.852} * 53.5 + 0.57^{1.852} * 58.5 + 0.384^{1.852} * 63.5 + 0.198^{1.852} *$$

$$68.5) = 95.688 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_f = 95.588 \text{ Pa}$$

ب- الفقد الديناميكي :

$$\Delta P_d = \left( \frac{C * \rho * V^2}{2} \right)_{\text{fit}} + \left( \frac{C * \rho * V^2}{2} \right)_{\text{up to down}} + \left( \frac{C * \rho * V^2}{2} \right)_{\text{fit}} + \left( \frac{C * \rho * V^2}{2} \right)_{\text{fit}} +$$

$$\left( \frac{C * \rho * V^2}{2} \right)_{\text{up to down}} + \left( \frac{C * \rho * V^2}{2} \right)_{\text{exit}} \quad (4.15)$$

$$= \frac{0.8 * 1.2 * 8^2}{2} + \frac{0.3 * 1.2 * 8^2}{2} + \frac{0.8 * 1.2 * 8^2}{2} + \frac{0.8 * 1.2 * 3^2}{2} + \frac{0.3 * 1.2 * 3^2}{2} + \frac{1 * 1.2 * 3^2}{2}$$

$$= 84.31 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = 95.688 + 84.31 = 179.998 \text{ Pa}$$

## 2.9.2.4 حساب الفقد للدكان في الفرع الثاني:

$$\Delta P_f = \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_a + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_b + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_c +$$

$$\left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_1 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_2 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_3 +$$

$$\left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_4 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_5 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_6 +$$

$$\left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_7 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_8 + \left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_9 +$$

$$\left( \frac{0.022243 * Q^{1.852} * L}{Deq} \right)_{10}$$

$$\Delta P_f = \left( \frac{0.022243 * 4.485^{1.852} * 3}{0.8424^{4.973}} \right) + \left( \frac{0.022243 * 1.87^{1.852} * 5}{0.5438^{4.973}} \right) +$$

$$\left( \frac{0.022243 * 0.198^{1.852} * 0.35}{0.2809^{4.973}} \right) +$$

$$\left( \frac{0.022243}{0.5438^{4.973}} \right) (1.87^{1.852} * 4.5 + 1.684^{1.852} * 9.5 + 1.498^{1.852} * 14.5 +$$

$$1.312^{1.852} * 19.5 + 1.126^{1.852} * 24.5 + 0.94^{1.852} * 29.5 +$$

$$0.724^{1.852} * 34.5 + 0.568^{1.852} * 39.5 + 0.382^{1.852} * 44.5 +$$

$$0.196^{1.852} * 49.5)$$

$$= 103.572 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_d = \left( \frac{C \cdot \rho \cdot V^2}{2} \right)_{\text{fit}} + \left( \frac{C \cdot \rho \cdot V^2}{2} \right)_{\text{up to down}} + \left( \frac{C \cdot \rho \cdot V^2}{2} \right)_{\text{fit}} + \left( \frac{C \cdot \rho \cdot V^2}{2} \right)_{\text{fit}} + \left( \frac{C \cdot \rho \cdot V^2}{2} \right)_{\text{up to down}} + \left( \frac{C \cdot \rho \cdot V^2}{2} \right)_{\text{exit}}$$

$$= \frac{0.8 \cdot 1.2 \cdot 8^2}{2} + \frac{0.3 \cdot 1.2 \cdot 8^2}{2} + \frac{0.8 \cdot 1.2 \cdot 8^2}{2} + \frac{0.8 \cdot 1.2 \cdot 3^2}{2} + \frac{0.3 \cdot 1.2 \cdot 3^2}{2} + \frac{1 \cdot 1.2 \cdot 3^2}{2}$$

$$= 84.31 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = 103.572 + 84.31 = 187.872 \text{ Pa}$$

\* بهذا نأخذ الفقد الأكبر الذي يعتمد عليه تصميم المروحة

### 3.4 حسابات الوحدة المركزية:

أبعاد الوحدة (160, 213.36, 155) cm

تتكون الوحدة المركزية من الآتي:

#### 1.3.4 حوض الماء (Water Tank):

عبارة عن حوض توضع فيه الماء المستخدمة في التبريد، أبعاده (59، 155، 160) cm

#### 2.3.4 المضخة (Pump):

تُستخدم في ضخ الماء الى المنافث بسعة 11000 CFM، مع تدفق  $0.000531 \text{ m}^3/\text{s}$

#### 3.3.4 المروحة (Fan):

تُستخدم الوحدة مروحة محورية بقطر 0.56 m.

#### 4.3.4 الموتور (Fan Motor):

يُستخدم الموتور لتزويد المروحة بالقدرة المطلوبة بسعة 5.5 K.W

#### 5.3.4 المنافث (Nozzles):

تُستخدم لتذرية الماء في الهواء.

بفرض أن قطر المنفت = 0.5mm

Spray angle =  $45^\circ$

$$Q = 28.9 * D^2 * \sqrt{P} \quad (4.16)$$

حيث:

$Q \equiv$  معدل تدفق الماء في المنفت ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$D \equiv$  قطر المنفت (m)

$P \equiv$  الضغط عند موضع المنفت (Kpa)

$$Q = 28.9 * (0.0005)^2 * \sqrt{(101325 - (1000 * 9.81 * 0.86)) * 10^3 - 3}$$

$$Q=0.0000696 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 6.3.4 أنابيب التوصيل :

تستخدم الوحدة 8 أنابيب توصيل و يوجد 16 منفث في كل أنبوب ، البعد بين كل منفث والآخر 5cm .

$$V=\sqrt{2 * g * h} \quad (4.17)$$

حيث:

$$V \equiv \text{سرعة الماء داخل الأنبوب (m)}$$

$$g \equiv \text{عجلة الجاذبية الأرضية (m/s}^2\text{)}$$

$$h \equiv \text{السمت (m)}$$

$$V=\sqrt{2 * 9.81 * 1.4}$$

$$V=5.241 \text{ m/s}$$

$$Q=A*V$$

$$A=Q/V$$

$$=(0.000531)/(5.515)$$

$$= 1.013*10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.013 \cdot 10^{-4}}{\pi}}$$

$$= 11.36 \text{ mm}$$

#### 1.6.3.4 الفقد في الأنابيب :

$$F = \frac{4.52 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \quad (4.18)$$

$$F = \frac{4.52 \cdot (0.000531)^{1.85}}{(120)^{1.85} \cdot (11.36 \cdot 10^{-3})^{4.87}}$$

$$F = 1.66$$

حيث:

$F \equiv$  الفقد في الأنبوب

$C \equiv$  ثابت يعطى من الجدول .

## الباب الخامس

## الخلاصة والتوصيات

### 1.5 الخلاصة ( Conclusion ) :

تم التوصل إلى أن نظام التبريد التبخيري هو أفضل نظام تبريد يمكن أن يستخدم لتبريد الخضر والفاكهة بالسوق المركزي الخرطوم .

النظام المستخدم عبارة عن وحدات مركزية مبنية من الطوب الحراري بسعات مختلفة بناءً على عدد الدكاكين التي تُغذيها كل وحدة حيث يتم توزيع الهواء المعالج على الدكاكين عن طريق مجاري الهواء (Air Duct System).

### 2.5 التوصيات ( Recommendations ) :

1. توفير نظام صرف صحي للحفاظ على بيئة السوق المركزي الخرطوم .
2. إقامة مصدر للمياه لتوفير الكمية المطلوبة لنظام التبريد .
3. رصف ممرات المشاة بالسوق المركزي الخرطوم والإهتمام بالنظافة الدورية.
4. توفير نظام تبريد لدكاكين التوابل الموجودة بالسوق المركزي لتهيئة وتطوير السوق -والتي لم تكن ضمن موضوع الدراسة- وذلك بغرض تكملة مشروع تهيئة السوق المركزي الخرطوم.
5. نقل الخضر والفاكهة من موقع الإنتاج بإستخدام عربات مبردة وذلك للحفاظ على نوعيتها .
6. نطمح الى تنفيذ التبريد بالمشروع تحت الدراسة.
7. إضافة نظام يدعم إمكانية التحكم في درجة حرارة كل حدة باستخدام جهاز

تحكم (Remote).



المراجع

1. هندسة التبريد التجاري و الصناعي. م.محمود ربيع الملط ، دار الكتب العلمية القاهرة 2004
2. دوائر التبريد . أ.د/ موسى محمد محمد موسى ، جامعة المنوفية . كلية الهندسة بشبين الكوم 1997م .
3. تكنولوجيا التبريد و التكييف .أ.د/ موسى محمد محمد موسى ، جامعة المنوفية . كلية الهندسة بشبين الكوم 1995 م .
4. دراسة بعنوان تأثير المستخلصات النباتية و طرق الخزن في الصفات التخزينية و التسويقية للثمار . أ/ غالب ناصر الشمري- قسم البستنة وهندسة الحدائق – جامعة بطران ، تاريخ البحث 10/9/2013 ، تاريخ النشر 13/11/2013.
5. Evaporative cooler/Evaporative cooler"Waterlinecooling.com.Retrired – 22/11/2013.
6. دراسة بعنوان: مقارنة تشغيل وأداء نظم وظروف تخزين مختلفة للثمار. جامعة الملك سعود، مركز بحوث كلية علوم الأغذية و الزراعة ، إعداد: إبراهيم بن محمد الهلال و عبدالله بن محمد الحمدان. (1429هـ – 2008م) ، بحث رقم (166) .ادارة النشر العلمي والمطابع 1249هـ.
7. 40 Lessons on Refrigeration and Air Conditioning ، EE IIT, Kharagpur, India 2008.
8. نظم و معدات التبريد- المملكة العربية السعودية – المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني – الادارة العامة لتصميم و تطوير المناهج ، 3/7/1434 هـ .
9. أنظمة التحكم في التبريد والتكييف- المملكة العربية السعودية – المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني – الادارة العامة لتصميم و تطوير المناهج ، 15/11/1435 هـ .

10. التكييف المركزي - المملكة العربية السعودية - المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني - الادارة العامة لتصميم و تطوير المناهج ، 17/3/1432 هـ .
11. ورشة التبريد الصناعي والزراعي - المملكة العربية السعودية - المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني - الادارة العامة لتصميم و تطوير المناهج ، 21/3/1433 هـ .
12. التكييف المركزي (عملي) - المملكة العربية السعودية - المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني - الادارة العامة لتصميم و تطوير المناهج ، 17/3/1432 هـ .
13. ASHRE Handbook 2008 – HVAC Systems and Equipment SI.
14. ASHRE Fundamental 1997.
15. التبريد (مبادئ وتطبيقات) - د.رمضان احمد محمود - منشأة المعارف بالاسكندرية 1983.
16. أنظمة التبريد - د.رمضان أحمد محمود - منشأة المعارف بالإسكندرية 1989 .
17. هندسة تبريد وتكييف الهواء - د.مصطفى محمد السيد ، د.محمد علي درويش ، د. قدري أحمد فتحي - مركز النشر العلمي - جامعة الملك عبدالعزيز ، الطبعة الأولى 1994 .
18. ASHRE – A Practical Guide to noise and vibration control in HVAC . 1991.
19. SMACHNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National). 1995

# الملحقات

Solar Time, h	Orientation							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7	3	4	5	5	4	6	7	6
8	3	4	5	5	4	5	6	5
9	3	6	7	5	3	5	5	4
10	3	8	10	7	3	4	5	4
11	4	10	13	10	4	4	5	4
12	4	11	15	12	5	5	5	4
13	5	12	17	14	7	6	6	5
14	6	13	18	16	9	7	6	6
15	6	13	18	17	11	9	8	7
16	7	13	18	18	13	12	10	8
17	8	14	18	18	15	15	13	10
18	9	14	18	18	16	18	17	12
19	10	14	17	17	16	20	20	15
20	11	13	17	17	16	21	22	17
CLTD <sub>max</sub>	11	14	18	18	16	21	23	18

ملحق (1): جدول يوضح قيم CLTD للحوائط

Roof type	Mass per unit area, kg/m <sup>2</sup>	Heat capacity, kJ/m <sup>2</sup> .K	Solar Time, h													
			07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	90	90	-2	1	5	11	18	25	31	36	39	40	40	37	32	25
4	150	120	1	0	2	4	8	13	18	24	29	33	35	36	35	32
5	250	230	4	4	6	8	11	15	18	22	25	28	29	30	29	27
6	365	330	9	8	7	8	8	10	12	15	18	20	22	24	25	26

**Description of Roof types:**

**Type 3:** 100 mm thick, lightweight concrete

**Type 4:** 150 mm thick, lightweight concrete

**Type 5:** 100 mm thick, heavyweight concrete

**Type 6:** Roof terrace systems

ملحق (2): جدول يوضح قيم CLTD للأسقف

**Table 16 The *b* Classification Values Calculated  
for Different Envelope Constructions  
and Room Air Circulation Rates**

Room Envelope Construction* [mass of floor area, (kg/m <sup>2</sup> , lb/ft <sup>2</sup> )]	Room Air Circulation and Type of Supply and Return**			
	Low	Medium	High	Very High
50.8-mm (2-in.) Wood Floor (48.8, 10)	B	A	A	A
76.2-mm (3-in.) Concrete Floor (195.3, 40)	B	B	B	A
152.4-mm (6-in.) Concrete Floor (366.2, 75)	C	C	C	B
203.2-mm (8-in.) Concrete Floor (585.8, 120)	D	D	C	C
304.8-mm (12-in.) Concrete Floor (781.1, 160)	D	D	D	D

ملحق (3): جدول يوضح تصنيف المواد المصنعة للأرضية

المادة	معامل انتقال الحرارة بالتوصيل K ( w / m °C )	المادة	معامل انتقال الحرارة بالتوصيل K ( w / m °C )
البامبوت	2300	الطوب	0.72
الفضة	429	الماء	0.613
النحاس	401	الألمونيا	0.54
الذهب	317	خشب	0.17
الالومنيوم	237	هليوم	0.153
الحديد	80	مطاط ناعم	0.13
الزئبق	8.9	فريون 12	0.072
الزجاج	0.78	هواء	0.026

ملحق (4): جدول يوضح معامل انتقال الحرارة بالتوصيل

Table 17D Cooling Load Factors When Lights Are on for 14 Hours																									
"a" Coef- ficients	"b" Class- ification	Number of hours after lights are turned on																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.45	A	0.07	0.51	0.61	0.68	0.74	0.79	0.83	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.53	0.42	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09
	B	0.18	0.61	0.65	0.68	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.46	0.41	0.37	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20
	C	0.24	0.67	0.69	0.71	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.41	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25
	D	0.26	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.78	0.79	0.80	0.80	0.80	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28
0.55	A	0.06	0.69	0.68	0.74	0.79	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.43	0.35	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.09	0.08
	B	0.15	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.38	0.34	0.31	0.27	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16
	C	0.19	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21
	D	0.22	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23
0.65	A	0.05	0.69	0.75	0.80	0.84	0.87	0.89	0.92	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.34	0.27	0.22	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06
	B	0.11	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.29	0.26	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	C	0.15	0.79	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.91	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
	D	0.17	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18
0.75	A	0.03	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.24	0.19	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04
	B	0.08	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	C	0.11	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	D	0.12	0.87	0.87	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13

ملحق (5): جدول يوضح معامل حمل التبريد الخاص بالإضاءة

**Table 19 Sensible Heat Cooling Load Factors for People**

Total Hours in Space	Hours after Each Entry Into Space																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

ملحق (6): جدول يوضح معامل حمل التبريد الخاص بالأشخاص



**Table 15 Design Values of *a* Coefficient  
Features of Room Furnishings, Light Fixtures,  
and Ventilation Arrangements**

<i>a</i>	Furnishings	Air Supply and Return	Type of Light Fixture
0.45	Heavyweight, simple furnishings, no carpet	Low rate; supply and return below ceiling [ $V \leq 2.5 (0.5)$ ]*	Recessed, not vented
0.55	Ordinary furniture, no carpet	Medium to high ventilation rate; supply and return below ceiling or through ceiling grill and space [ $V \geq 2.5 (0.5)$ ]*	Recessed, not vented
0.65	Ordinary furniture, with or without carpet	Medium to high ventilation rate or fan coil or induction type air-conditioning terminal unit; supply through ceiling or wall diffuser; return around light fixtures and through ceiling space. [ $V \geq 2.5 (0.5)$ ]*	Vented
0.75 or greater	Any type of furniture	Ducted returns through light fixtures	Vented or free-hanging in air stream with ducted returns

\*  $V$  is room air supply rate in  $L/s \cdot m^2$  (cfm/ft<sup>2</sup>) of floor area.

ملحق (7): جدول يوضح قيم المعامل  $a$

Chocolate (aprox.)		1.6				
Clams, meat only	0.84	3.52	0.84	0.36	1.51	0.36
Coconut, meat and milk	0.68	2.85	0.68	0.45	1.88	0.45
Coconut, milk only	0.95	3.98	0.95	0.42	1.76	0.42
Codfish	0.86	3.6	0.86	0.39	1.63	0.39
Cod Roe	0.76	3.18	0.76	0.39	1.63	0.39
Cowpeas, fresh	0.73	3.06	0.73	0.22	0.92	0.22
Cowpeas, dry	0.28	1.17	0.28	0.41	1.72	0.41
Crabs	0.84	3.52	0.84	0.41	1.72	0.41
Crab apples	0.85	3.56	0.85	0.43	1.8	0.43
Cranberries	0.9	3.77	0.9	0.38	1.59	0.38
Cream	0.9	3.77	0.9	0.45	1.88	0.45
Cucumber	0.98	4.1	0.98	0.45	1.88	0.45
Currants	0.97	4.06	0.97	0.45	1.88	0.45
Dandelion greens	0.88	3.68	0.88	0.43	1.8	0.43
Dates	0.2	0.84	0.2	0.01	0.03	0.01
Eels	0.77	3.22	0.77	0.39	1.63	0.39
Eggs	0.76	3.18	0.76	0.4	1.67	0.4
Eggplant	0.94	3.94	0.94	0.45	1.88	0.45
Endive	0.95	3.98	0.95	0.45	1.88	0.45
Figs, fresh	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Figs, dried	0.39	1.63	0.39	0.26	1.09	0.26
Figs, candied	0.37	1.55	0.37	0.26	1.09	0.26
Fish, canned		3.35				
Fish, fresh		3.6				
Flounders	0.86	3.6	0.86	0.42	1.76	0.42
Flour	0.38	1.59	0.38	0.28	1.17	0.28
Frogs, legs	0.88	3.68	0.88	0.44	1.84	0.44
Garlic	0.79	3.31	0.79	0.4	1.67	0.4
Gizzards	0.78	3.27	0.78	0.39	1.63	0.39
Goose	0.61	2.55	0.61	0.34	1.42	0.34
Gooseberry	0.86	3.6	0.86	0.42	1.76	0.42
Granadilla	0.84	3.52	0.84	0.41	1.72	0.41
Grapefruit	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Grapes	0.86	3.6	0.86	0.42	1.76	0.42
Grape juice	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Guavas	0.86	3.6	0.86	0.42	1.76	0.42
Guinea hen	0.75	3.14	0.75	0.38	1.59	0.38
Haddock	0.85	3.56	0.85	0.42	1.76	0.42
Halibut	0.8	3.35	0.8	0.4	1.67	0.4
Herring, smoked	0.71	2.97	0.71	0.37	1.55	0.37
Horseradish, fresh	0.79	3.31	0.79	0.4	1.67	0.4
Horseradish, prepared	0.88	3.68	0.88	0.43	1.8	0.43
Ice cream	0.74	3.1	0.74	0.4	1.67	0.4
Kale	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43

Kidneys	0.81	3.39	0.81	0.4	1.67	0.4
Kidney beans, dried	0.28	1.17	0.28	0.23	0.96	0.23
Kohlrabi	0.92	3.85	0.92	0.44	1.84	0.44
Kumquats	0.85	3.56	0.85	0.41	1.72	0.41
Lamb, carcass	0.73	3.06	0.73	0.38	1.59	0.38
Lamb, leg	0.71	2.97	0.71	0.37	1.55	0.37
Lamb, rib cut	0.61	2.55	0.61	0.34	1.42	0.34
Lamb, shoulder	0.67	2.81	0.67	0.35	1.47	0.35
Lard	0.54	2.26	0.54	0.31	1.3	0.31
Leeks	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Lemons	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Lemon juice	0.92	3.85	0.92	0.44	1.84	0.44
Lettuce	0.96	4.02	0.96	0.45	1.88	0.45
Lima beans	0.73	3.06	0.73	0.38	1.59	0.38
Limes	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43
Lime juice	0.93	3.89	0.93	0.44	1.84	0.44
Litchi fruits, dried	0.39	1.63	0.39	0.26	1.09	0.26
Liver, raw beef		3.5				
Lobsters	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Loganberries	0.86	3.6	0.86	0.42	1.76	0.42
Loganberry juice	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Milk, cow - whole pasteurized	0.9	3.77	0.9	0.47	1.97	0.47
Milk, dry no fat		1.52				
Mushrooms, fresh	0.93	3.89	0.93	0.44	1.84	0.44
Mushrooms, dried	0.3	1.26	0.3	0.23	0.96	0.23
Muskmelons	0.94	3.94	0.94	0.45	1.88	0.45
Nectarines	0.86	3.6	0.86	0.42	1.76	0.42
Nuts	0.28	1.17	0.28	0.24	1	0.24
Olives, green	0.8	3.35	0.8	0.4	1.67	0.4
Onions	0.9	3.77	0.9	0.43	1.8	0.43
Onion, Welsh	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Oranges, fresh	0.9	3.77	0.9	0.43	1.8	0.43
Orange juice	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43
Oysters	0.84	3.52	0.84	0.41	1.72	0.41
Peaches, Georgina	0.87	3.64	0.87	0.42	1.76	0.42
Peaches, North Carolina	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43
Peaches, Maryland	0.9	3.77	0.9	0.43	1.8	0.43
Peaches, New Jersey	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Peach juice fresh	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43

Pears, Bartlet	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43
Pears, Beurre Bosc	0.85	3.56	0.85	0.41	1.72	0.41
Pears, dried	0.39	1.63	0.39	0.26	1.09	0.26
Peas, young	0.85	3.56	0.85	0.41	1.72	0.41
Peas, medium	0.81	3.39	0.81	0.4	1.67	0.4
Peas, old	0.88	3.68	0.88	0.43	1.8	0.43
Peas, split	0.28	1.17	0.28	0.23	0.96	0.23
Peppers, ripe	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Perch	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Persimmons	0.72	3.01	0.72	0.37	1.55	0.37
Pheasant	0.75	3.14	0.75	0.36	1.51	0.36
Pickarel	0.84	3.52	0.84	0.41	1.72	0.41
Pickles, sweet	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Pickles, sour and dill	0.96	4.02	0.96	0.45	1.88	0.45
Pickles, sweet mixed	0.78	3.27	0.78	0.29	1.21	0.29
Pickles, sour mixed	0.95	3.98	0.95	0.45	1.88	0.45
Pig's feet, pickled	0.5	2.09	0.5	0.31	1.3	0.31
Pike	0.84	3.52	0.84	0.41	1.72	0.41
Pineapple, fresh	0.88	3.68	0.88	0.43	1.8	0.43
Pineapple, sliced or crushed	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Pineapple, juice	0.9	3.77	0.9	0.43	1.8	0.43
Plums	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43
Pomegranate	0.85	3.56	0.85	0.41	1.72	0.41
Pompano	0.77	3.22	0.77	0.39	1.63	0.39
Porgy	0.81	3.39	0.81	0.4	1.67	0.4
Pork, bacon	0.36	1.51	0.36	0.25	1.05	0.25
Pork, ham	0.62	2.6	0.62	0.34	1.42	0.34
Pork, loin	0.66	2.76	0.66	0.35	1.47	0.35
Pork, shoulder	0.59	2.47	0.59	0.33	1.38	0.33
Pork, spareribs	0.62	2.6	0.62	0.34	1.42	0.34
Pork, smoked ham	0.65	2.72	0.65	0.35	1.47	0.35
Pork, salted	0.31	1.3	0.31	0.24	1	0.24
Potatoes	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Prickly pears	0.91	3.81	0.91	0.43	1.81	0.43
Prunes	0.81	3.39	0.81	0.4	1.67	0.4
Pumpkin	0.92	3.85	0.92	0.44	1.84	0.44
Quinces	0.88	3.68	0.88	0.43	1.8	0.43
Rabbit	0.76	3.18	0.76	0.39	1.63	0.39
Radishes	0.95	3.98	0.95	0.45	1.88	0.45
Raisins	0.39	1.63	0.39	0.26	1.09	0.26
Raspberries, black	0.85	3.56	0.85	0.41	1.72	0.41
Raspberries, red	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43

Raspberry juice, black	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Raspberry juice, red	0.93	3.89	0.93	0.44	1.84	0.44
Reindeer	0.73	3.06	0.73	0.37	1.55	0.37
Rhubarb	0.96	4.03	0.96	0.45	1.88	0.45
Rose Apple	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43
Rutabagas	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Salmon	0.71	2.97	0.71	0.37	1.55	0.37
Sand dab	0.86	3.6	0.86	0.42	1.76	0.42
Sapodilla	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Sapote	0.73	3.06	0.73	0.37	1.55	0.37
Sauerkraut	0.93	3.89	0.93	0.44	1.84	0.44
Sausage, beef and pork	0.56	2.34	0.56	0.32	1.34	0.32
Sausage, bockwurst	0.71	2.97	0.71	0.37	1.55	0.37
Sausage, bologna	0.71	2.97	0.71	0.37	1.55	0.37
Sausage, frankfurter	0.69	2.89	0.69	0.36	1.51	0.36
Sausage, salami	0.45	1.88	0.45	0.28	1.17	0.28
Sardines	0.77	3.22	0.77	0.39	1.63	0.39
Shad	0.76	3.18	0.76	0.39	1.63	0.39
Shrimp	0.83	3.48	0.83	0.41	1.72	0.41
Skim milk		4.0				
Spanish mackerel	0.73	3.06	0.73	0.39	1.63	0.39
Starch		1.75				
Strawberries	0.95	3.98	0.95	0.45	1.88	0.45
Strawberry juice	0.79	3.31	0.79	0.39	1.63	0.39
String beans	0.91	3.81	0.91	0.44	1.84	0.44
Sturgeon, raw	0.83	3.48	0.83	0.41	1.72	0.41
Sturgeon, smoked	0.71	2.97	0.71	0.37	1.55	0.37
Sugar apple, fresh	0.79	3.31	0.79	0.39	1.63	0.39
Sweet potatoes	0.75	3.14	0.75	0.38	1.59	0.38
Swordfish	0.8	3.35	0.8	0.4	1.67	0.4
Terrapin	0.8	3.35	0.8	0.4	1.67	0.4
Tomatoes, red	0.95	3.98	0.95	0.45	1.88	0.45
Tomatoes, green	0.96	4.02	0.96	0.45	1.88	0.45

Tomato, juice	0.95	3.98	0.95	0.45	1.88	0.45
Tongue, beef	0.74	3.1	0.74	0.38	1.59	0.38
Tongue, calf	0.79	3.31	0.79	0.4	1.67	0.4
Tongue, lamb	0.76	3.18	0.76	0.38	1.59	0.38
Tongue, pork	0.74	3.1	0.74	0.39	1.63	0.39
Tongue, sheep	0.69	2.89	0.69	0.36	1.51	0.36
Tomato soup, concentrate		3.67				
Tripe, beef	0.83	3.48	0.83	0.41	1.72	0.41
Tripe, pickled	0.89	3.73	0.89	0.43	1.8	0.43
Trout	0.82	3.43	0.82	0.41	1.72	0.41
Tuna	0.76	3.18	0.76	0.39	1.63	0.39
Turkey	0.67	2.81	0.67	0.35	1.47	0.35
Turnips	0.93	3.89	0.93	0.44	1.84	0.44
Turtle	0.84	3.52	0.84	0.41	1.72	0.41
Veal, carcass	0.74	3.1	0.74	0.38	1.59	0.38
Veal, flank	0.65	2.72	0.65	0.35	1.47	0.35
Veal, loin	0.75	3.14	0.75	0.38	1.59	0.38
Veal, rib	0.73	3.06	0.73	0.37	1.54	0.37
Veal, shank	0.77	3.22	0.77	0.39	1.63	0.39
Veal, quarter	0.74	3.1	0.74	0.38	1.59	0.38
Venison	0.78	3.27	0.78	0.39	1.63	0.39
Watercress	0.95	3.98	0.95	0.45	1.88	0.45
Watermelon	0.94	3.94	0.94	0.45	1.88	0.45
Whitefish	0.76	3.18	0.76	0.39	1.63	0.39
Yams	0.78	3.27	0.78	0.39	1.63	0.39

ملحق (8): جدول يوضح الحرارة النوعية للخضر والفاكهة



Since 1982

## TECHNICAL SPECIFICATIONS

### AIR WASHERS



#### COMMERCIAL / INDUSTRIAL MODELS

AIR VOLUME (CFM)	CELLULOSE PAD AREA (sq. Ft.)	MOTOR POWER (H.P.)	DIMENSIONS (Inches)		
			A (WIDTH)	B (HEIGHT)	C (DEPTH)
2000	4	0.75	33	31	60
2500	5	1	33	37	60
3000	6	1.5	39	37	63
4000	8	2	51	37	63
5000	10	3	51	43	72
6000	12	3	51	49	72
7000	14	3	51	55	78
8000	16	5	51	61	78
9000	18	5	57	61	78
⇒ 10000	20	5	63	61	84
12000	24	7.5	75	61	84
15000	30	7.5	75	73	84
18000	35	10	87	73	96
20000	40	10	99	73	96
22000	44	12.5	99	79	96
25000	50	15	111	79	96
27000	54	15	111	85	96
30000	60	20	123	85	96

ملحق (9): جدول يوضح أبعاد الوحدة المركزية



## DOUBLE SKIN EVAPORATIVE AIR WASHER

MODEL NO.	AIR QTY.		FAN		COIL FACE AREA		MOTOR	OVERALL DIMENSION		
	CFM	CMH	Dia (mm)	Nos.	Sqft.	Sqmt.	KW	H (mm)	W (mm)	L (mm)
UAW 003	3000	5100	280	1	6	0.56	2.2	1100	1000	1700
UAW 005	5000	8500	400	1	10	0.93	3.7	1400	1250	1850
UAW 006	6000	10200	450	1	12	1.11	3.7	1500	1400	1850
UAW 008	8000	13600	500	1	16	1.49	3.7	1600	1550	2000
UAW 010	10000	17000	560	1	20	1.86	5.5	1600	1750	2150
UAW 012	12000	20400	630	1	24	2.23	5.5	1900	1850	2300
UAW 014	14000	23800	710	1	28	2.60	7.5	1900	2000	2350
UAW 016	16000	27200	710	1	32	2.97	7.5	2100	2000	2450
UAW 018	18000	30600	710	1	36	3.34	11	2250	2200	2600
UAW 020	20000	34000	800	1	40	3.72	11	2250	3350	2700
UAW 022	22000	37400	800	1	44	4.09	11	2700	2450	2350
UAW 025	25000	42500	900	1	50	4.65	11	3000	2600	2350
UAW 030	30000	51000	900	1	60	5.57	15	3000	3000	2450
UAW 035	35000	59500	1000	1	70	6.50	15	3000	3100	2450
UAW 040	40000	68000	800	2	80	7.43	11 x 2	2700	4000	2450
UAW 050	50000	85000	900	2	100	9.29	11 x 2	3000	4000	2450

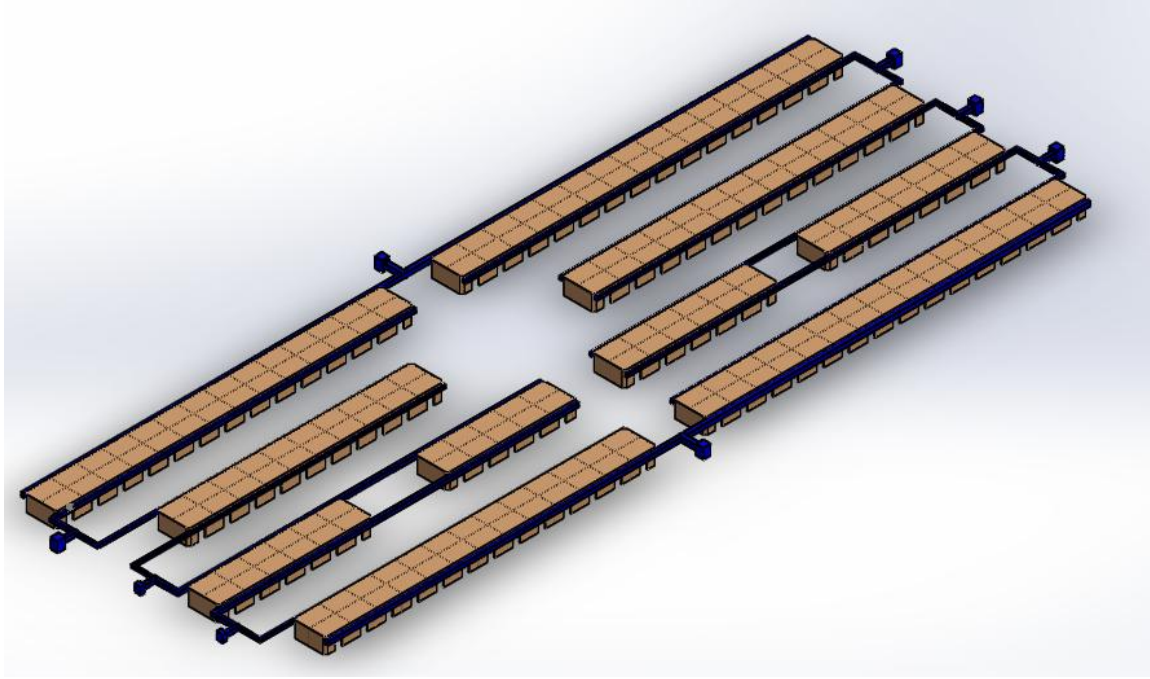
- a) Pad area indicated is based on 500 FPM (2.5 m/sec) face velocity  
b) Pad thickness considered is 8 inch (200 mm) suitable for 90% saturation efficiency  
c) Pad thickness considered is 8 inch (200 mm) suitable for 90% saturation efficiency  
d) Unit Dimensions indicated are approximate only based on "DRAW THRU" arrangement, pre-filter 200 mm thick pad and fansection with 25 mm PUF panels.  
e) Standard models include forward curved, DIDW Centrifugal Fans with single pump  
f) Motors are suitable for 3 Ph, 415 V, 50 Hz, AC  
g) Specifications are subject to change without notice.

ملحق (10): جدول يوضح قطر المروحة و قدرة الموتور

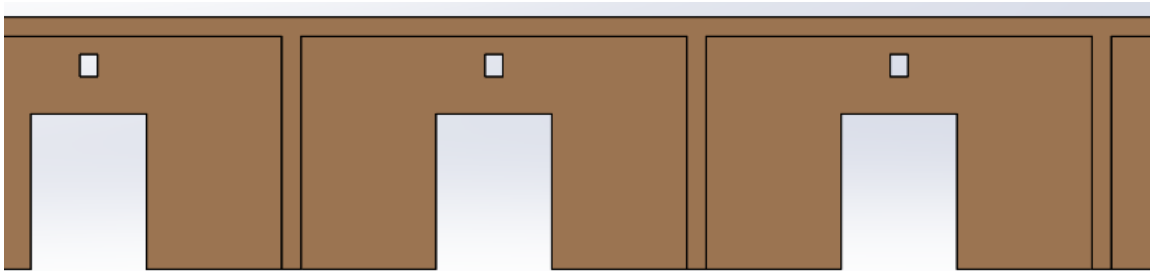


Size (IN.)	O.D. (IN.)	Wall Thickness (IN.)	I.D. (IN.)	p (psi/Lin. Ft.) Multiply Q <sup>1.85</sup> By	V (fps) Multiply Q By	P <sub>v</sub> (psi) Multiply Q <sup>2</sup> By
<b>el Pipe—1/2-6 Sch 40</b>						
<b>8-12 Sch 30 steel pipe</b>						
				<b>For C = 120</b>	<b>For C = 100</b>	
1/2	0.840	0.109	0.622	6.50 x 10 <sup>-3</sup>	9.11 x 10 <sup>-3</sup>	7.50 x 10 <sup>-3</sup>
3/4	1.050	0.113	0.824	1.65 x 10 <sup>-3</sup>	2.32 x 10 <sup>-3</sup>	2.44 x 10 <sup>-3</sup>
1	1.315	0.133	1.049	5.10 x 10 <sup>-4</sup>	7.14 x 10 <sup>-4</sup>	9.27 x 10 <sup>-4</sup>
1-1/4	1.660	0.140	1.380	1.34 x 10 <sup>-4</sup>	1.88 x 10 <sup>-4</sup>	3.10 x 10 <sup>-4</sup>
1-1/2	1.90	0.145	1.610	6.33 x 10 <sup>-5</sup>	8.87 x 10 <sup>-5</sup>	1.67 x 10 <sup>-4</sup>
2	2.375	0.154	2.067	1.87 x 10 <sup>-5</sup>	2.63 x 10 <sup>-5</sup>	6.15 x 10 <sup>-5</sup>
2-1/2	2.875	0.203	2.469	7.89 x 10 <sup>-6</sup>	1.11 x 10 <sup>-5</sup>	3.02 x 10 <sup>-5</sup>
3	3.500	0.216	3.068	2.74 x 10 <sup>-6</sup>	3.84 x 10 <sup>-6</sup>	1.27 x 10 <sup>-5</sup>
3-1/2	4.000	0.226	3.548	1.35 x 10 <sup>-6</sup>	1.89 x 10 <sup>-6</sup>	7.09 x 10 <sup>-6</sup>
4	4.500	0.237	4.026	7.29 x 10 <sup>-7</sup>	1.02 x 10 <sup>-6</sup>	4.27 x 10 <sup>-6</sup>
5	5.563	0.258	5.047	2.43 x 10 <sup>-7</sup>	3.40 x 10 <sup>-7</sup>	1.73 x 10 <sup>-6</sup>
6	6.625	0.280	6.065	9.91 x 10 <sup>-8</sup>	1.39 x 10 <sup>-7</sup>	8.30 x 10 <sup>-7</sup>
8	8.625	0.277	8.071	2.47 x 10 <sup>-8</sup>	3.45 x 10 <sup>-8</sup>	2.65 x 10 <sup>-7</sup>
10	10.75	0.307	10.136	8.13 x 10 <sup>-9</sup>	1.14 x 10 <sup>-8</sup>	1.06 x 10 <sup>-7</sup>
12	12.75	0.330	12.090	3.45 x 10 <sup>-9</sup>	4.83 x 10 <sup>-9</sup>	5.26 x 10 <sup>-8</sup>
<b>el Pipe—1-3 1/2 Sch. 10 S</b>						
<b>4-8 .188 Wt.</b>						
				<b>For C = 120</b>	<b>For C = 100</b>	
1	1.315	0.109	1.097	4.10 x 10 <sup>-4</sup>	5.75 x 10 <sup>-4</sup>	7.75 x 10 <sup>-4</sup>
1-1/4	1.660	0.109	1.442	1.08 x 10 <sup>-4</sup>	1.52 x 10 <sup>-4</sup>	2.60 x 10 <sup>-4</sup>
1-1/2	1.900	0.109	1.682	5.12 x 10 <sup>-5</sup>	7.17 x 10 <sup>-5</sup>	1.40 x 10 <sup>-4</sup>
2	2.375	0.109	2.157	1.52 x 10 <sup>-5</sup>	2.13 x 10 <sup>-5</sup>	5.19 x 10 <sup>-5</sup>
2-1/2	2.875	0.120	2.635	5.75 x 10 <sup>-6</sup>	8.05 x 10 <sup>-6</sup>	2.33 x 10 <sup>-5</sup>
3	3.500	0.120	3.260	2.04 x 10 <sup>-6</sup>	2.86 x 10 <sup>-6</sup>	9.94 x 10 <sup>-6</sup>
3-1/2	4.000	0.120	3.760	1.02 x 10 <sup>-6</sup>	1.43 x 10 <sup>-6</sup>	5.62 x 10 <sup>-6</sup>
4	4.500	0.188	4.124	6.49 x 10 <sup>-7</sup>	9.09 x 10 <sup>-7</sup>	3.88 x 10 <sup>-6</sup>
5	5.563	0.188	5.187	2.12 x 10 <sup>-7</sup>	2.98 x 10 <sup>-7</sup>	1.55 x 10 <sup>-6</sup>
6	6.625	0.188	6.249	8.57 x 10 <sup>-8</sup>	1.20 x 10 <sup>-7</sup>	7.36 x 10 <sup>-7</sup>
8	8.625	0.188	8.249	2.22 x 10 <sup>-8</sup>	3.11 x 10 <sup>-8</sup>	2.43 x 10 <sup>-7</sup>

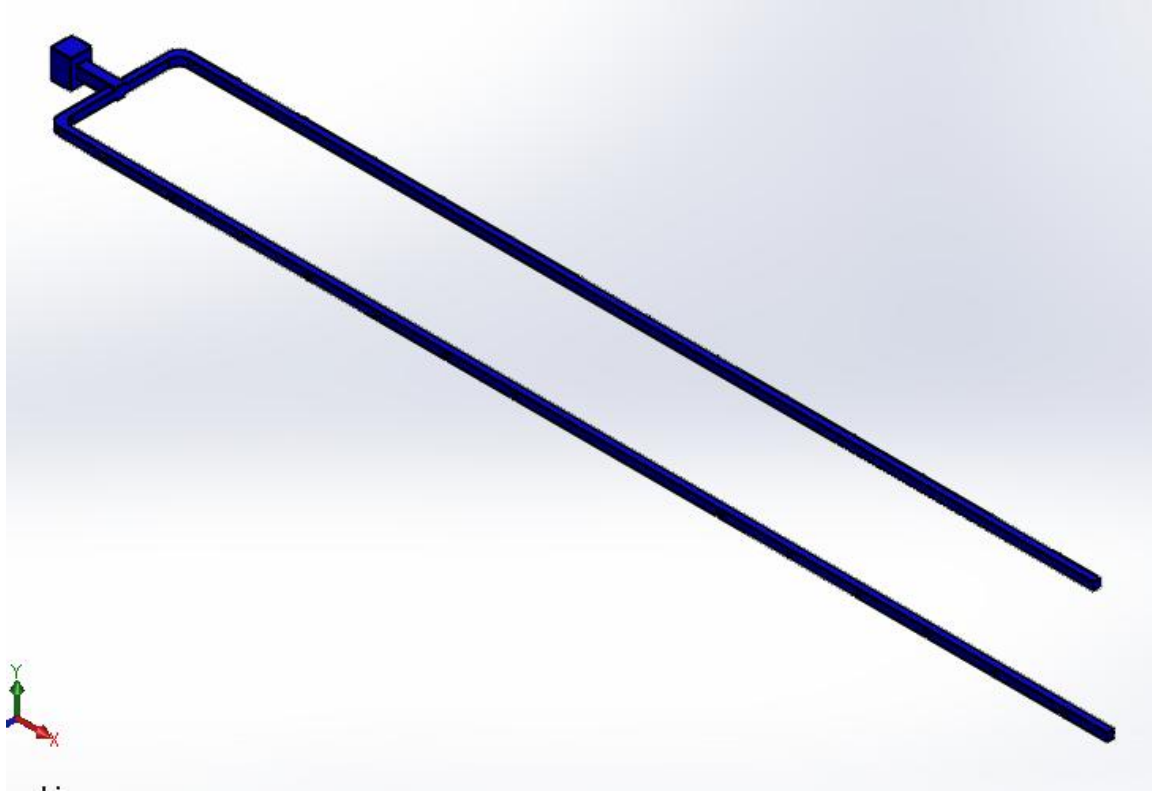
ملحق (11): جدول يوضح قيم المعامل C



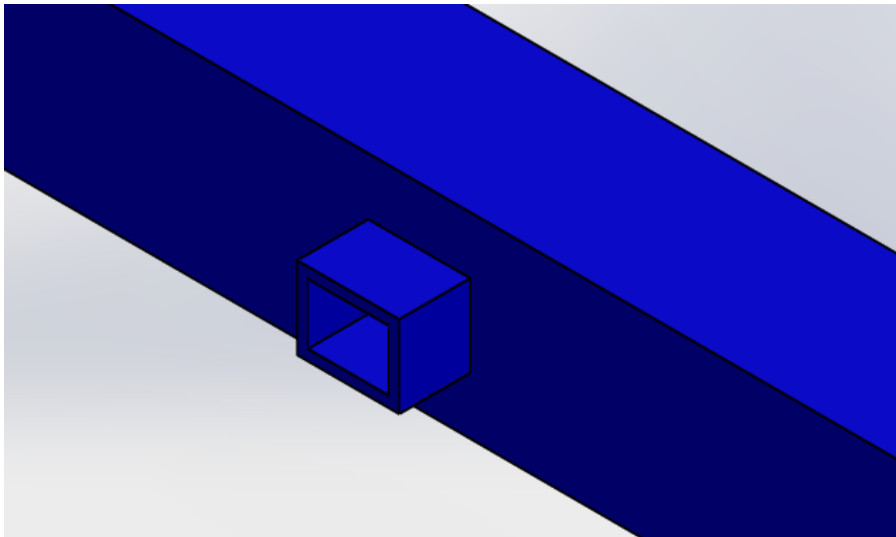
ملحق (12) : رسم يوضح خريطة توزيع مجاري الهواء



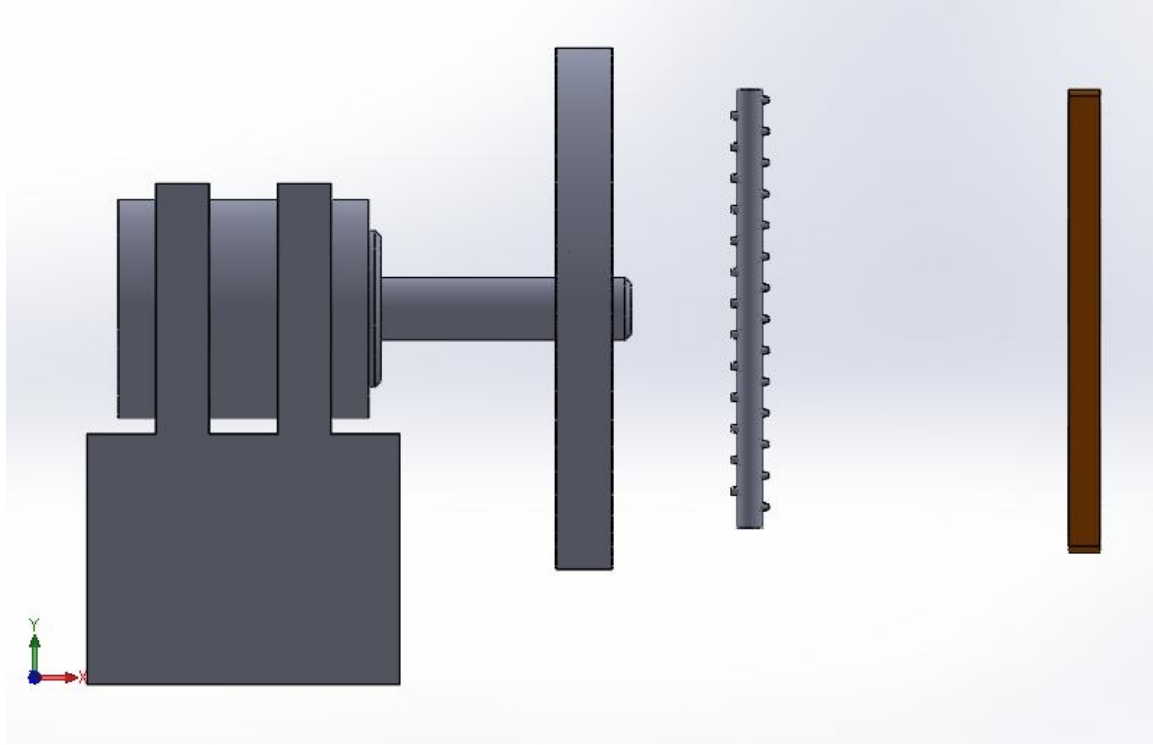
ملحق (13) : رسم يوضح مدخل المجرى الداخل للدكان



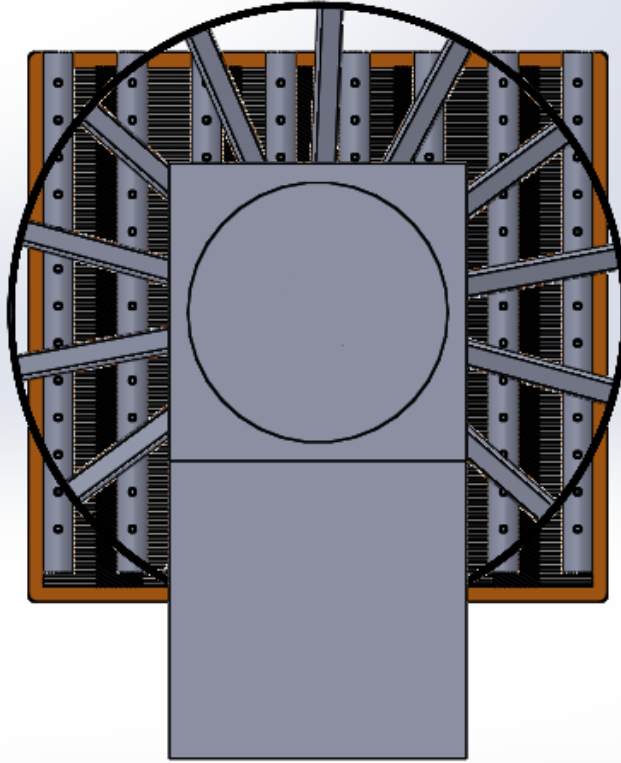
ملحق(14) : رسم يوضح الوحدة ومجاري الهواء



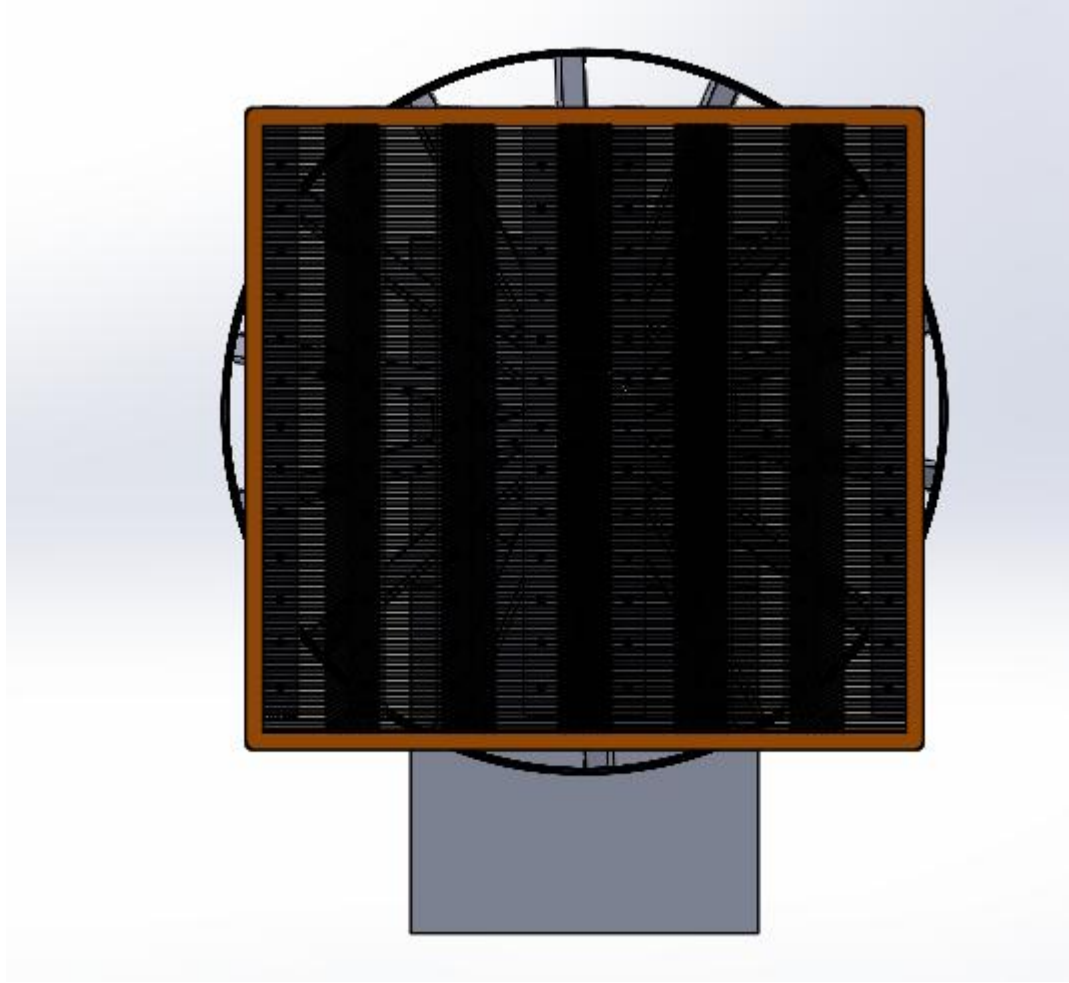
ملحق(15) : رسم يوضح مخرج مجرى الهواء



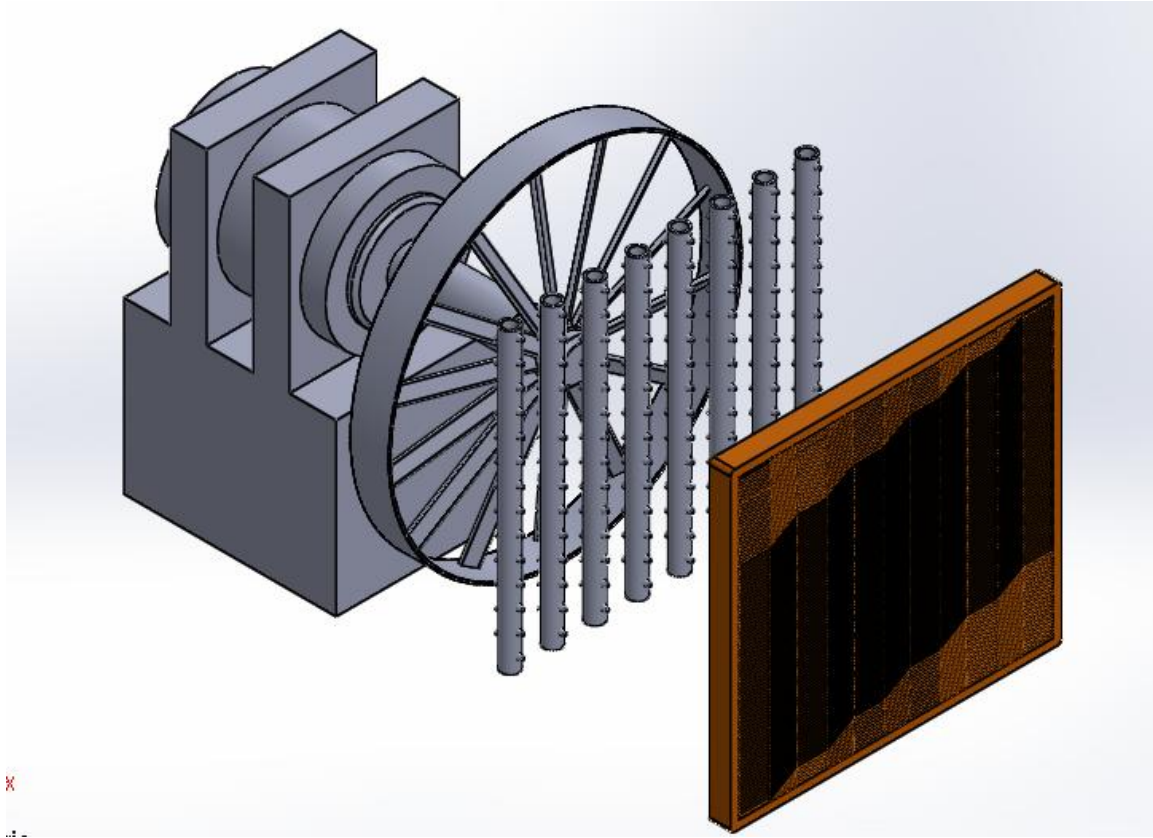
ملحق (16): رسم توضيحي للمسقط الأمامي للوحدة المركزية



ملحق (17): رسم توضيحي للمسقط الجانبي الأيسر للوحدة المركزية



ملحق (18): رسم توضيحي للمسقط الجانبي الأيمن للوحدة المركزية



ملحق (19): رسم توضيحي للوحدة المركزية



Sudan University of Science & Technology  
College of Engineering

School of:



Mechanical Engineering

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا  
كلية الهندسة  
مدرسة الهندسة الميكانيكية

التاريخ: 14/4/2015 م

السيد / ..... مدير مصنع ديسيج الجباجبها

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع : زيارة علمية لطلاب مشروع تخرج تحت عنوان

إختيار أفضل نظام تبريد للنخضر والفاكهة للسوق المركزي الخرطوم

في إطار التعاون والعلاقة المتطورة بين المؤسسات الاكاديمية والمؤسسات الصناعية ترحب  
إدارة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ( كلية التكنولوجيا - مدرسة الهندسة الميكانيكية )  
موافقتكم الكريمة بالسماح لطلاب المشروع المذكورين أدناه بزيارة مؤسساتكم الرائدة  
بغرض تجميع بعض المعلومات المتعلقة بموضوع بحث تخرجهم . والطلاب هم :

2 - ليثا عبدالله عثمان

1- ياسر صلاح أحمد عبدالسلام

3- أشهد صباح الدين بدري

14/4/2015  
مدرسة الهندسة الميكانيكية  
جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا  
شريف المشروع

،، وتقبلو فائق الشكر والتقدير والاحترام ،،

ملحق (20): يوضح خطاب زيارة علمية



## آی ایه إم اس لتجارة المعدات الزراعية

القرطوم شارع الجمهورية مع تقاطع ميد النعم محمد - تلفون ٨٣٣٥٢١٩٠ - فاكس ٨٣٣٥٢١٩١

الرقم الضريبي التعريفي: 110004699401

فاتورة

التاريخ: ١٥/٩/٩٩

№ 0000240

المطلوب من السيد / السادة ..

الكمية	البيان	سعر الوحدة جنيه	م. ق ٪١٧	جملة المبلغ
١	لحمية ايطالية ٤٠٠ جم	٥٥٠٠		٥٠٠٠
١	دجاج ١٠٠٠ جم	٤٥٠٠		٤٥٠٠
٤	خلاط ١٠٠٠ جم	٤٠٠		١٦٠٠
١	لحمية ايطالية ١٠٠ جم	٩١١		٩١١
١	الضاد (القطونة)	٩١٥		٩١٥
١	عصاة تسلي	٢٥١		٢٥١

ملحق(21): فاتورة مبدئية لأسعار مكونات الوحدة المركزية

**Mohammed Ali**  
**Alsgana**

الناطق  
محمد علي

مواد بنیاء

السجانة

## هاقورة مبدئية

Date: .....

التاريخ: ١٦.١٩.١٤٠٤ هـ

Mr. / Messrs

000428

المطلوب من السيد :....

المبلغ Amount	سعر الوحدة Unit Price	الوصف Description	العدد Qty
100,700	2120	لوز ص 2 للبركة 8 والى 2500 (م)	1104
711,90	204	عند ص 2 للبركة 8 والى 2500	1104
1171	204	الوز ص 2 للبركة 8 والى 2500	1104
<p>- 91230101 -</p> <p>10/10/10</p> <p>10/10/10</p>			
الجملة كتابة: 10/10/10			
774,912	Amount In Word		

Signature: ..... : التوقيع

Sudan - Khartoum - Sagana Karket - Tel.: 0912348270 - 018349361 - 0919244000 – +٩٦٨(٠).....+٩٦٨٤٩٣٦١...+٩٦٨٢٣٤٨٢٧...موبايل

---

ملحق (22): فاتورة مبدئية لأسعار مكونات مجاري الهواء

بسم الله الرحمن الرحيم

## عبد الرؤوف حسين بابكر

مقاول مبايني - امدرمان

التاريخ: ١٩/٩/٢٠١٩ م

مذكرة

تتلقى بناء لفة تيريد بايعاد (١٠٥٨١٠٥٨٩٠) -  
البناء بايعاد اكرام مع مجير لازل يسعد اكم  
والبيات دافل مفايح وانقف والارضيه فساته  
ملحة .

التقديرات ليعاد :-

١٤٠٠	٢٩٠٠
٨٠٠	
١٦٠٠	
١٥٦٠	
٢٨٠٠	
٩١٦٠	
٦٠٠٠	
١٥,١٦٠	

- طميه مازله  
 - ملحه وفساته  
 - طم استت  
 - سنج ٢ ينيه مسن باط  
 - لازل مازله  
 - جملة ليعاد  
 - جملة افسقيه  
 - اجملة اكسيه

(مقاول مبايني - امدرمان - ٢٠١٩ م)

عبد الرؤوف حسين بابكر  
 \* مقاول مبايني \*  
 ٠١٢٦٩٢٩٥٠٠ - ٠٩١٢٢٨٦٢٠٤

٢٥-١٥/٩/١٩

تلفونات: ٠٩١٢٢٨٦٢٠٤ - ٠١٢٦٩٢٩٥٠٠ - تلفون منزل: ٠١٥٥٢٥٢٦٨٣

ملحق (23): فاتورة لأسعار مواد بناء الوحدة المركزية