الجمهورية الجزائرية الديمقراطيّة الشعبيّة

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية المحروقات و الطاقات المتجددة و علوم الأرض و الكون

مذكرة الماستر الأكاديمي

المجـــال : علوم وتكنولوجيـا .

التخصص : الطاقات المتجددة في الميكانيك.

مقدمـــة من طرف :

صالـح مـــوسـى صحراوي محمد العيـد

المذكـرة بـإسم

مساهمة و محاكاة تبريد المسكن عن طريق إستغلال موارد الطاقة الحرارية الأرضية الموجودة في منطقة قاحلة :دراسة حالة لمنطقة زلفانـا .

مدعوم بشكل عـام في :05-06- 2023

أمام هيئة المحلفين :

درنوني محمـد	المشرف	دكتور في جامعة ورقلة
بوشكيمة بشير	الرئيس	دكتور في جامعة ورقلة
معمور حسين	الممتحن	دكتور في جامعة ورقلة

العـام الأكـاديمي : 2022-2023

شكر و تقديــر

الحمد لله الذي هدانــا لي هدا وما كنا لنتهدي إلا بفضلك و بفضل كل من أعطانا فرصة القيام بالعمل هذا.

أنا ممتن كثيراً للسيد و الدكتور الشريف محمد درنوني . هذا السيد الجبار في عمله و الجاد في محاضراته في جامعة ورقلة لدعمها الفعال و إطاره النفيد لدراستي البحثية .

أود أن أشكر السيد جمال بلطرش بحرارة المساعد وتعبه في القيام بهدا .

أود أن أشكر جميع من ساهم بشكل مباشر و غير مباشر في هدا الإنجاز ، وعلى وجه الخصوص :

محمد رواق

معمور

بوشكيمة

برباح

حجاج عبد السميع

دادان

بلوفي

جمال بلطرش

بن منين جمال

كما أشكر جميع عائلتنا التي ساعدتنا أو دعمتنا أثناء دلك .

إهـــــــــداء

الحمد هلل الذي بنعمته تتم الصالحات وبتوفيقه تتحقق المقاصد والغايات والذي قال في كتابه الكريم :" يَرْفَــعْ اللّهُ الذينَ أمنواْ منكُم وَ الذينَ أوتـواْ العلمَ دَرجَات " (سورة المجادلة).

وأصلي وأسلم على معلم البشرية جمعاء محمد صلى هللا عليه وسلم والذي حبب إلينا العلم والعلماء حيث قال :" إن العلماء هم ورثة الأنبياء ، إن الأنبياء لم يورثوا دينارا إنما ورثوا العلم فمن أخذه أخذ بحظ وافر " (صحيح إبن ماجه) . أما بعد :

أهدي هذا العمل المتواضع :

- ❖ لأمي وأبي الغاليين الذين تعبا في تربيتنا وتوجيهنا، فاللهم ارحمها كما ربياني صغيرا .
- ❖ لإخوتي و أخواتي رعاهم الله و حفظهم من كل سوء .
- ❖ لكل من أصدقائي و أحبابي الأوفياء.
- ❖ لكل من علمني حرفًا و الأساتدة المشرفين لي .
- ❖ لكل من دعت لي و نصحني ووقفى بجانبي .

كما أعتذر عن كل تقصير أو خطأ في هذه المذكرة. حيث أن كل كاتب يعتذر في مقدمة كتابه عن الخطأ والنسيان إلا كتاب الله فإنه يبدأ بقوله تعالى : "

ألمَ ذَلكَ الْكتابُ لاَ رَيبَ فيه هُدَى للمُتقينَ " . (سورة البقرة) .

صـــالح موسى

إهـــــــــــداء

أهدي هدا العمل المتواضع :

إلى أمي و أبي الدين ربياني جيدا، ساعدوني وشجعوني طوال الوقت في هده السنوات من الدراسة .

إلى إخوتي الأعزاء على مساعدتهم الثمينة و على مساعدتهم على النصائح القيمة .

لجميع أفراد الأسرة صحراوي كل واحد بإسم .

لأصدقــائي خلال سنوات دراستي الدين ساعدوني كثيراً .

الى جميع أساتدتي الدين عرفتهم أثناء دراستي .

لكل من أحبهم و أتمنى لهم التوفيق مدى الحياة .

صحراوي محمد العيد

الفهـــــــرس

المقدمــة العــامة ---------- 08

الفصل الأول : الطاقة الحرارية الأرضية ---------- 10

نظام التبريد السلبي ---------- 11

التصنيف الحـــــراري ---------- 12

مزايا و العيـــــــــوب ---------- 16

عمليات الحرارية الجوفية ---------- 17

الفصل الثاني : العوازل الحرارية للمبـانيء ---------- 18

تعريفه و مبادئـــــــــه ---------- 19

الخصائص العوازل حرارية ---------- 22

المزايـــا و أنـــواعه ---------- 24

أين تكون العـــوازل ---------- 27

أنواع المواد العازلة في المبانئ ---------- 25

طرق تثبيت و حماية العوازل ---------- 31

إقتاصديات العزل الحراري ---------- 33

الفصـــل الثالث : مناخ منطقة زلفانة وضواحيها ---------- 34

المناخ الحار و البـــــارد ---------- 35

الرطـــــــوبة ---------- 36

الفصل الرابع : دراسة المكيف الأرضي عن طريق أنابيب---------- 37

منهجية النظام الميكانيكي ---------- 38

النصائح و الإرشادات ---------- 39
مبدأ التدفئة و التبريد ---------- 40
دراسة درجة الحرارة الخارجية لولاية غرداية ---------- 41
دراسة طول الأنبوب ---------- 44
نتيجة و التفسير ---------- 47
الحلـــول ---------- 47
بالنسبة لولاية ورقلة ---------- 48
دراسة درجة الحرارة الخارجية ---------- 48
دراسة طول الأنبوب ---------- 50
الخلاصة ---------- 54
بالنسبة لولاية عين صالح ---------- 54
دراسة درجة الحرارة الخارجية ---------- 54
دراسة طول الأنبوب ---------- 56
النتيجة و الخلاصة و الحلول ---------- 60
مقارنة النتائج بين الولايات الثلاثة ---------- 61
الخاتمــة العامة ---------- 63
مراجـــــــع ---------- 64
ملخص + كلمات مفتاحية ---------- 65

المقدمة العامة

* الـــمقـدمة الـعامـة

* يصنف جنوب الجزائر على أنه منطقة شديدة الجفاف وصحراوية تتميز بفترة طويلة من التقلب الحراري من الليل إلى النهار . للتغلب على هذا التقلب و الإنزعاج الحراري أثناء موسم الصيفي و الشتوي ، نستخدم أنظمة التهوية وتكييف الهواء على نطاق واسع ، والتي ينتج عنه استهلاك للطاقة الكهربائية بنسبة 40٪ في قطاع البناء [1]. تلك النسبة المئوية آخذة في الازدياد أيضا بسبب التحضر والنمو السكاني .

* تساهم استخدام الطاقة بهذه الطريقة في زيادة انبعاثات غازات الدفيئة الدفيئة تأتي CO_2 واستهلاك الطاقة. انبعاثات احتراق الوقود الأحفوري (النفط والغاز والفحم) . أساسا من

* يبدو أن الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية والتهوية الطبيعية أمر لا غنى عنه. هناك ، حيث أن استخدام الموارد المحلية والطبيعية والطاقات المتجددة العديدة ، لديها العديد من تقنيات وأنظمة التبريد مثل المبادل الحراري للهواء الأرضي ، وهي أنابيب تحت الأرض تستدرج أسفل المباني .

* التهوية الطبيعية تقلل من استهلاك الطاقة والملوثات بيئة مرغوب فيها ويخلق راحة حرارية مقبولة . حيث أن تهوية و تدفئة بواسطة أنابيب تخت الأرض هو تصميم تقليدي تم استخدامه لعدة قرون .

* نظام المبادل الحراري من الهواء إلى الأرض ، أحد أكثر تقنيات الطاقة الحرارية الأرضية أكثر واعدة ، فهي تستخدم بشكل أساسي لتسخين الهواء النقي أو تبريده مسبقا . من المحيط الخارجي يتم إدخال الهواء إلى المباني لتقليل أحمال التدفئة و تكييف الهواء و تزويد المباني بالتهوية الطبيعية في المناخات الحارة والجافة و العكس في الشتاء

* الهدف من هذا العمل هو تقييم نظام مبادل حراري جو-أرضي . إلى جانب دراسة ، تحليل لتأثير المعلمات المختلفة على المناطق تكييف الهواء بواسطة أنابيب أرضية الصحراوية ، تم تحقيق أداء هذا النظام ، وهذا يجعل من الممكن تحديد حجم نموذج مادي خاصة بالظروف المناخية لمدينة زلفانة وضواحيها .

* تنقسم هذا المدكرة إلى أربعة فصول على النحو التالي :

1/- يقدم الفصل الأول لمحة عامة عن الطاقة الحرارية الأرضية ، والتي تشمل الطاقة الحرارية الأرضية أنواعه واستخداماته ومزاياه وعيوبه.

2/- أما في الفصل الثاني حول مختلف العوازل الحرارية المتعلقة بالمبنى وكل مايؤثر عليها درجة الحرارة والرطوبة و الإشعاعـــات الشمسية ومعرفة اليوم النمودجي من خلاله نوفر راحة وتهوئة ملائمة في فصل الصيف والشتاء ، ودلك من خلال التحكم في سمك العــوازل الحرارية (جدران المبنى).

3/- في الفصل الثالث سنتحدث عن موقع مدينة غرداية زلفانة و ضواحيها و دراسة المناخ على مدى العام الحار و البارد بالإضافة الى نسبة الرطوبة .

4/- أما في الفصل الرابع الحديث حول طرق المحاكــات العددية بواسطة برنامج ، سنجري بعض المقارانات العددية لمجموعة من الولايات المجاورة لمدينة زلفانة ، حيث أن هده المقارنة متعلقة بدرجة الحرارة و الرطوبة و بطول الأنابيب المارة عبر الأرض ومحاولة الوصــول طول المثالي لأنبوب الذي من خلاله نــوفر راحة ملائمة للمبنى خلال فصل الصيف والشتاء .

تختتم هذه المخطوطة بخاتمة عامة .

.

.

الفصل الأول:

الطـاقة الحرارية الأرضية

مقدمـــــة :

المباني في المناطق القاحلة وشبه القاحلة آخذة في الازدياد زيادة هائلة في استهلاك الطاقة ، خاصة خلال فترة الصيف وبالتالي ، أصبح استخدام الطاقات المتجددة في غاية الأهمية ، فهذه هي صديقة للبيئة ولا تنضب. يتناول هذا الفصل معلومات عامة حول التبريد السلبي ، ناقشنا نظام برج الرياح الذي يساعد في الحفاظ على التبريد الطبيعي والتهوية في المباني بفضل تدفق الهواء الذي يحركه فرق الرياح ودرجة الحرارة. تذكرنا بعض المفاهيم حول الطاقة الحرارية الأرضية ومجالات استخدامها. من بين الأنظمة التي تستخدم الطاقة الطاقة الحرارية .الأرضية ، قمنا بتعريف ووصف نظام مبادل حراري جو-أرضي .

أ/- نظـــــــام التبريد السلبي

يمكن اعتبار التبريد السلبي إستراتيجية مناسبة وقابلة للتطبيق لمفهوم البناء المستدام. يساعد على تقليل استهلاك الطاقة غازات الدفيئة

أظهرت التجارب السابقة (البيوت التقليدية) أن يوفر التبريد السلبي راحة حرارية ممتازة وجودة هواء ممتازة داخليًا ، بالإضافة إلى استهلاك منخفض الأول . تقنيات التبريد السلبي المختلفة في جدًا للطاقة. يوضح الشكل المباني. هذا التصنيف تحدد من خلال ما يلي [1].

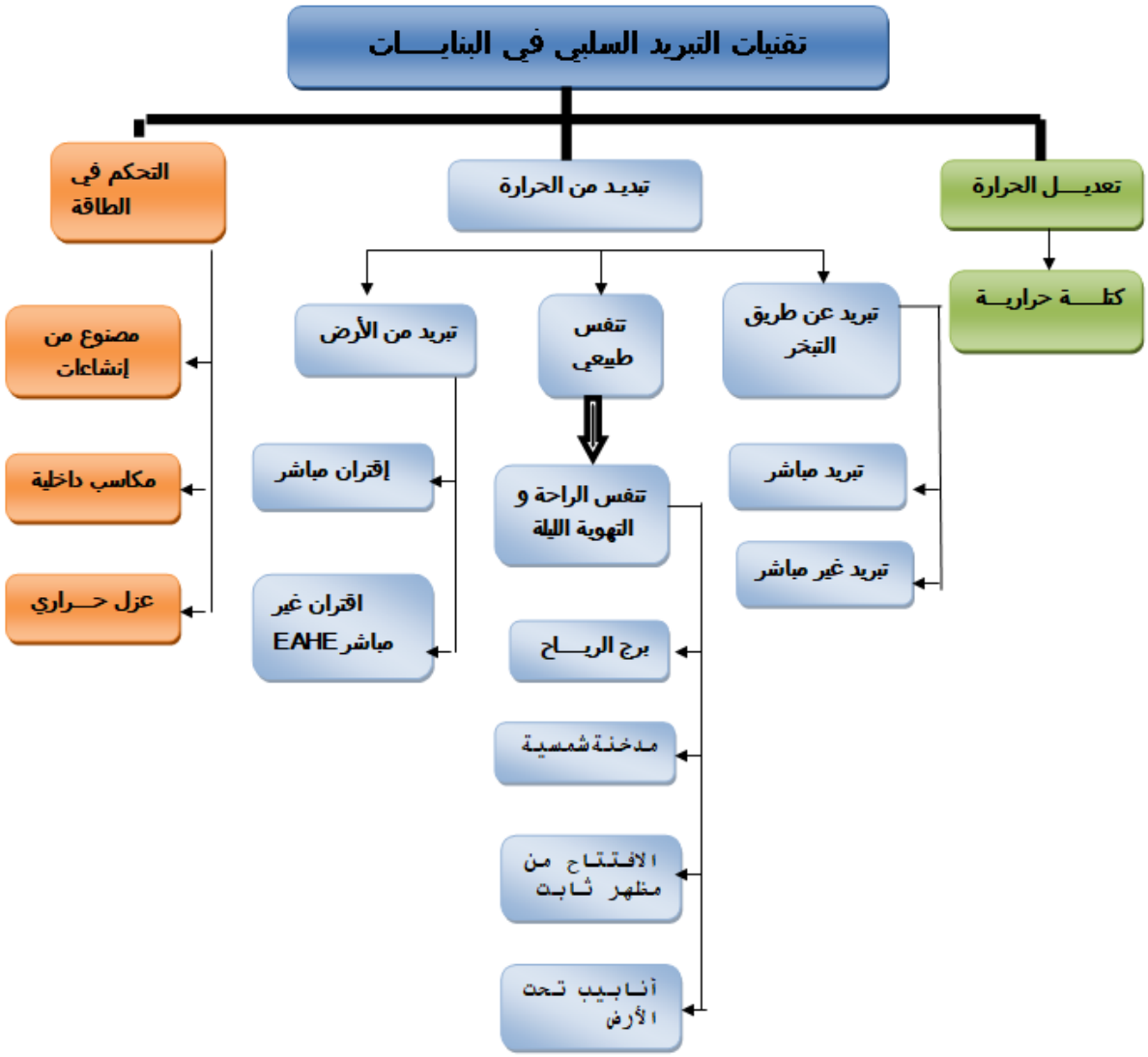
* ترتبط تقنيات التعديل الحراري بقدرة التخزين الحرارية من هيكل المبنى

* تتعامل تقنيات التحكم في الطاقة الشمسية والحرارية مع الحد من ٠ مكاسب الحرارة .

* بناء الحرارة بعدة طرق مثل الغطاء النباتي والعزل .

* إستخدام أحواض درجة حرارة منخفضة مثل التربة والهواء المحيط والماء

في تقنيات تبديد الحرارة لإزالة الحرارة الزائدة من البنايات .



الشكل الأول – تقنية التبريد السلبي المختلفة في المباني

-لتكوين نظام التبريد الهجين للمبنى ، نستخدم الطاقة الحرارية الجوفية طاقة حرارية جوفية منخفضة للغاية ، نظام مبادل حرارية جو-أرضي .

ب/- الطـاقة الحرارة الأرضـــية

الطاقة الحرارية الأرضية ، من الجغرافيا اليونانية (الأرض) والطاقة الحرارية (الحرارة) هي العلم الذي يدرس الظواهر الحرارية الداخلية للأرض ، والتكنولوجيا التي تهدف إلى استغلالها. بواسطة التمديد ، تشير الطاقة

الحرارية الأرضية أيضًا إلى الطاقة الحرارية الأرضية الناتجة عن طاقة الأرض التي تتحول إلى حرارة. لالتقاط الطاقة الحرارية الأرضية ، يدور السائل في أعماق الأرض. يمكن أن يكون هذا السائل من المياه الجوفية الطبيعية الأسيرة ، أو يتم حقن الماء تحت ضغط لكسر صخرة غير منفذة. في كلتا الحالتين يسخن السائل ويرتفع ليأخذ السعرات الحرارية (الطاقة الحرارية). هذه السعرات الحرارية تستخدم بشكل مباشر أو جزئي وتحويلها إلى كهرباء.

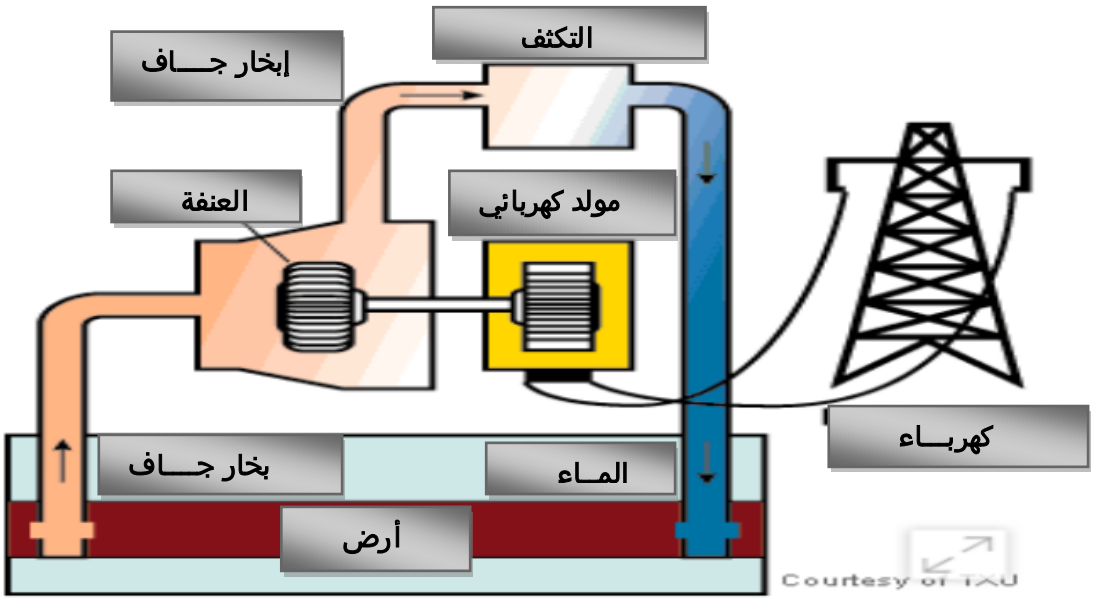
ب – أ /- التصنيف الحراري

يعتمد استغلال الطاقة الحرارية الجوفية على نوع الرواسب والسائل الحراري الأرضي وبالتالي ، هناك أربعة تصنيفات للطاقة الحرارية الأرضية[2] [1].

طاقة حرارية جوفية عالية الطاقة درجة الحرارة 150 درجة الحرارة 1

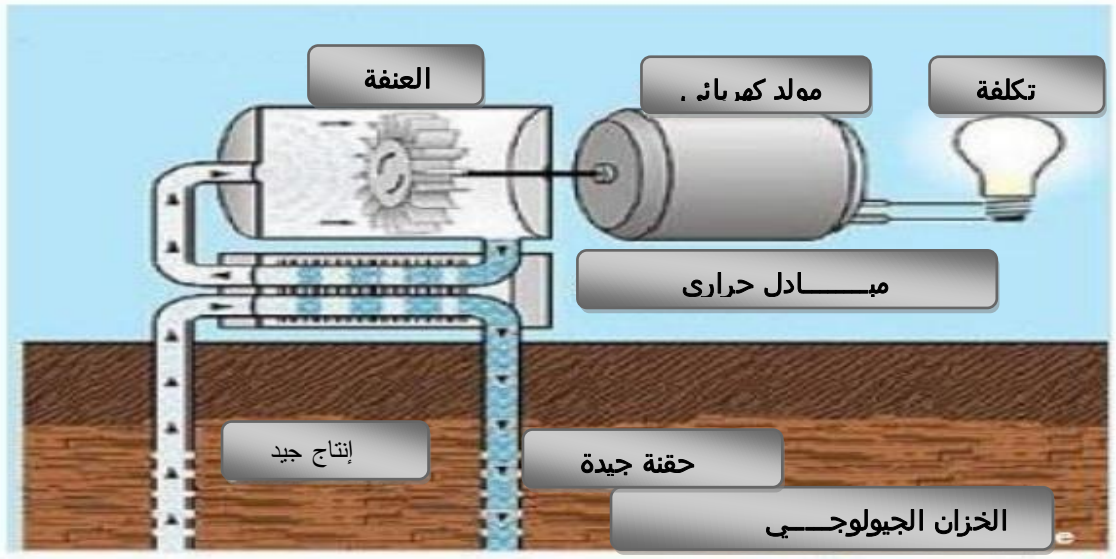
الطاقة الحرارية الجوفية عالية الطاقة ، تستغل رواسب البخار الجافة أو الرطبة

150(خليط من الماء والبخار). تتميز هذه الرواسب بدرجات حرارة أعلى درجة مئوية. تقع الخزانات عمومًا على عمق 1500 متر ، تواجه هذه الطاقة الحرارية الأرضية عالية الطاقة في البراكين (البراكين) والمناطق الزلزالية حيث يكون التدرج الحراري الأرضي مرتفعًا بشكل خاص. الطاقة الحرارية الأرضية . حيث أن الطاقة العالية مخصصة في المقام الأول لإنتاج الكهرباء. البخار ، وهو يتم سحبها من الخزان الحراري الأرضي ، ويتم تصريفها في توربين متصل بمولد تيار متردد لإنتاج الكهرباء. يستخدم البخار الجاف مباشرة أثناء البخار الرطب وهو أكثر شيوعًا يتطلب استخدام فاصل.



الطاقة الحرارية الجوفية ذات الطاقة المتوسطة :

تأتي الطاقة الحرارية الأرضية متوسطة الطاقة في شكل ماء ساخن أو بخار رطب عند درجة حرارة بين 90 و 150 درجة مئوية. توجد في المناطق يفضي إلى طاقة حرارية أرضية عالية الطاقة ، ولكن على عمق أقل من 1000 متر. هي كما يحدث في الأحواض الرسوبية على أعماق تتراوح من 2000 إلى 4000 أمتار يتطلب توليد الكهرباء تقنية تتطلب استخدام وسائل وسيطة .



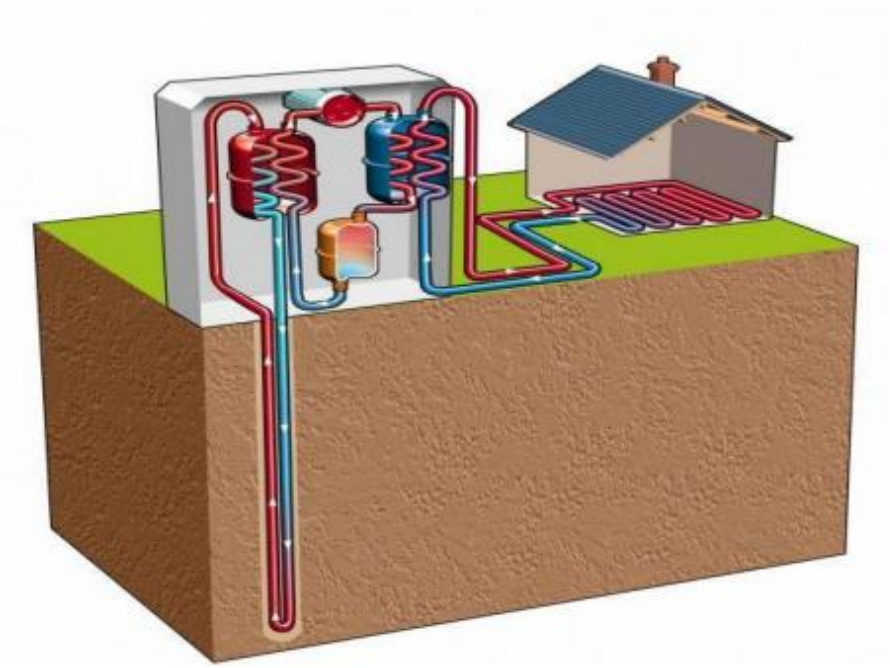
الشكل :الطاقة الحرارية الأرضية المتوسطة الطاقة

الطاقة الحرارية الأرضية المنخفضة (T ℃ <90 ℃>) :

يتم إستخدام الحرارة ، عن طريق استخراج الماء الساخن الموجود في الأحواض الجوفية العميقة (1500-2000 م) حوض ماسي ولاستخدام هذه المياه مباشرة (عن طريق مبادل حراري) للتدفئة .

طاقة حرارية جوفية منخفضة الطاقة للغاية :

الطاقة الحرارية الأرضية منخفضة الطاقة هي طاقة حرارية سطحية درجة حرارتها بين 10 و 30 درجة مئوية. في هذه الحالة ، لا تأتي الحرارة من أعماق قشرة الأرض ، ولكن من الشمس وجريان مياه الأمطار ، تنضم أرض الأرض إلى دور القصور الذاتي الحراري. يتم تطبيق هذه التقنية على تكييف الهواء .



الشكل : الطاقة الحرارية الأرضية منخفضة للغـــاية

توزيع درجة الحرارة في المنطقة الحرارية الأرضية المنخفضة للغاية :

يمكن أن تختلف درجة حرارة الهواء الخارجي في معظم الدول الأوروبية من 20 درجة مئوية إلى +40 درجة مئوية على مدار العام ، بينما ترتفع درجة

حرارة الأرض بضعة أمتار يظل العمق أكثر استقراراً ، في المتوسط بين 5 و 15 درجة مئوية .

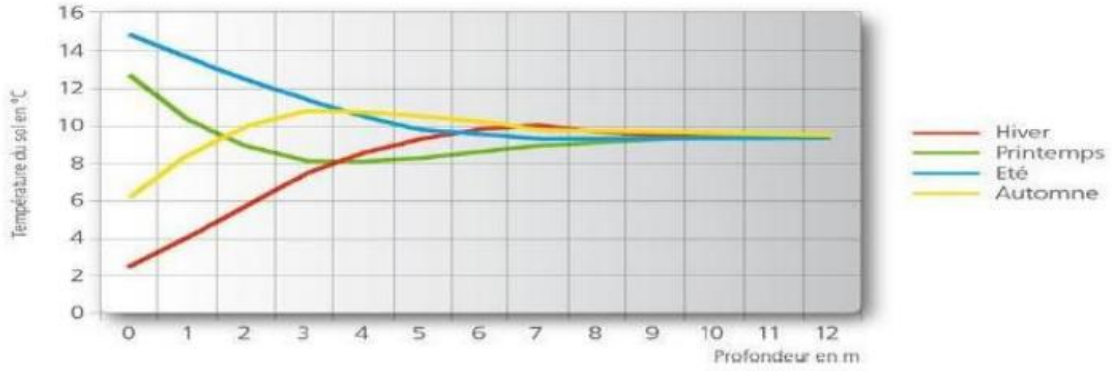


Figure. I.6 : Variation de la température en fonction de profondeur et les saisons. [14]

ج /- مزايا وعيوب الطاقة الحرارية الأرضية :

أولا : المـــزايـــــــا :

- لا تعتمد الطاقة الحرارية الأرضية العميقة على الظروف الجوية (الشمس والمطر ، رياح).

- إنه مصدر شبه مستمر للطاقة .

– يمتد عمر الرواسب الحرارية الجوفية لعدة عقود (30 إلى 80 سنوات) ·

في المتوسط ومتوفرة في جميع أقبية الكوكب.

- الطاقة الحرارية الأرضية هي طاقة متجددة ونظيفة (لا توجد نفايات للتخزين ، القليل جداً

CO_2 إنبعاثات) .

- مصدر طاقة محلي لا يحتاج إلى نقل و أيضًا مصدر طاقة متجدد يحافظ على البيئة .

- طاقات إنتاجية كبيرة مقارنة بالطاقات المتجددة الأخرى .

- الطاقة الأساسية بشكل عام مستقلة عن الظروف المناخية .

ثانياً : العيـــــــوب :

- تكاليف إستثمار وصيانة عالية جداً .

- يظل استخدام الطاقة الحرارية الأرضية محدداً ، ولا سيما بالقرب من المناطق البركانية

- خطر الإنهيار الأرضي .

- خطر إطلاق غازات ضارة أو سامة .

د /- العمليات الحرارية الجوفية :

المضخة الحرارية الجوفية :

المضخة الحرارية (تسمى أحيانًا المضخة الحرارية) هي جهاز يستخدم جهازًا الدينماكية الحرارية ، التي تسمح بنقل الحرارة من بيئة باردة إلى أمكان للتدفئة. بمعنى آخر ، إنه عكس الثلاجة. إنه نظام تدفئة بيئية تسمح بتدفئة الموطن وفي حالات معينة من تسخين المياه الصحية أو حمام السباحة. مبدأ المضخة الحرارية هو الاستخراج من الطاقة خارج المسكن لتوجيهه إلى الداخل باستخدام المبرد أو جميع أجهزة التدفئة الأخرى [2] [1].

الفصل الثاني :

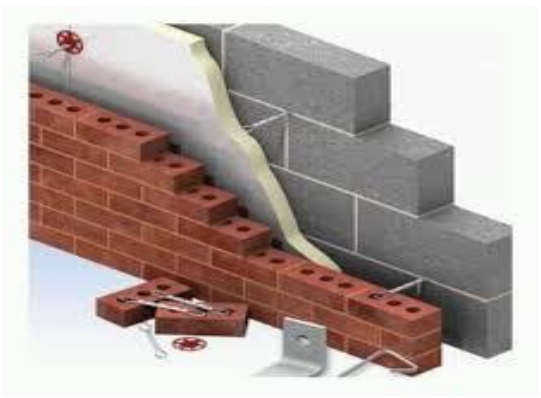
العزل الحراري للمبانئ

1- المقدمة :

إن من المتطلبات اليومية التي يحتاج إليها الإنسان من أجل توفير راحة و جو ملائم هي خاصية العزل الحراري و التي أصبحت شرط من شروط الأساسية نظراً إلى صعوبة الضروف المناخية في الجنوب بتحديد منطقة زلفانة . حيث سنتطرق في هدا الفصل حول مفهومه مع خصائصه ومبادئه و أنواعه بالإضافة الى مزاياه و أهميته .

2-تعريف العزل الحراري :

العزل الحراري هو الوسيلة التي يتم بواسطتها حفظ الطاقة وتوفيرها من خلال تخفيض قيمة الكسب الحراري ، أو الضياع الحراري من الأبنية والتجهيزات والأنابيب الناقلة للموائع الساخنة أو الباردة، وذلك باستخدام المواد العازلة التي توضع بين الوسط الساخن والوسط البارد، وتتمتع هذه المواد بناقلية حرارية صغيرة جداً، فهي رديئة التوصيل الحراري، ويعود ذلك لاحتوائها على كمية كبيرة من الهواء والغازات في تركيبها قد تصل نسبتها إلى أكثر من 95% من حجمها [3].

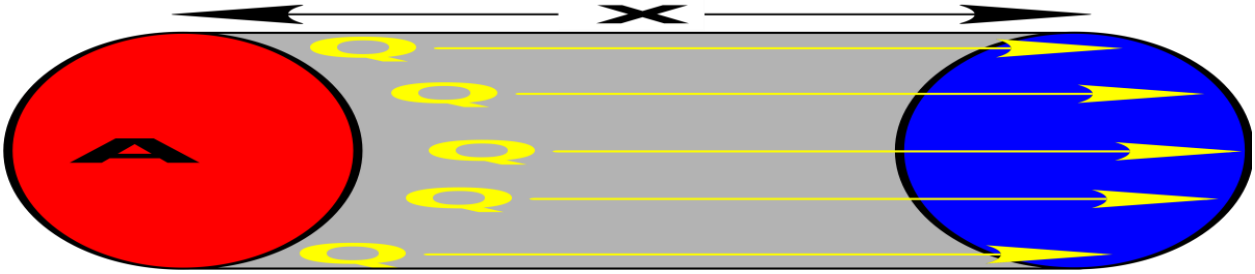


3-مبادئ العزل الحراري :

تعرّف الحرارة بأنها الطاقة المنتقلة من وسط لآخر نتيجة فرق في درجتي حرارة هذين الوسطين، وتنتقل الحرارة عادة من الوسط الساخن إلى البارد بثلاث طرائق مختلفة، وهي: التوصيل الحراري، والحمل الحراري ، والإشعاع الحراري ، ويقلل العزل الحراري إسهام هذه الطرائق مجتمعة أو كل طريقةٍ منها على حدة في عملية انتقال الحرارة من الوسط الساخن إلى الوسط البارد على النحو الآتي :

التوصيل الحراري :

يعد التوصيل الحراري الطريقة الرئيسة في انتقال الحرارة عبر جدار صلب مستوٍ سطحاه عمودي على الجدار [3].



الحمل الحراري :

من المعلوم أن الهواء الملامس لسطحٍ بارد تنخفض درجة حرارته، وتزداد كثافته نحو الأسفل؛ ويحدث العكس عندما يلامس الهواء سطحًا ساخنًا فترتفع درجة حرارته، وتقل كثافته، فتتولد تيارات هوائية صاعدة إلى الأعلى تسمى تيارات الحمل الحراري.

سيكون انتقال الحرارة عبر الجدار ذا قيمة أكبر من تلك الحالة التي يكون فيها الهواء الملامس للجدار ساكنًا، ولذلك فإن وضع طبقة من العازل الحراري المسامي على الجدار سيؤدي إلى تخامد حركة الهواء، ومن ثمَّ ستؤدي إلى تقليل قيمة انتقال الحرارة بالحمل الحراري، كما أن كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل عبر مادة العازل ستكون منخفضة لصغر ناقليته الحرارية[3] .

الإشعاع الحراري :

تختلف طريقة انتقال الحرارة بالإشعاع عن الطريقتين السابقتين لانتقال الحرارة، إذ لاحاجة لوجود وسيط أو مادة لنقل الحرارة بالإشعاع، فالشمس ترسل إلى الأرض ما يقارب

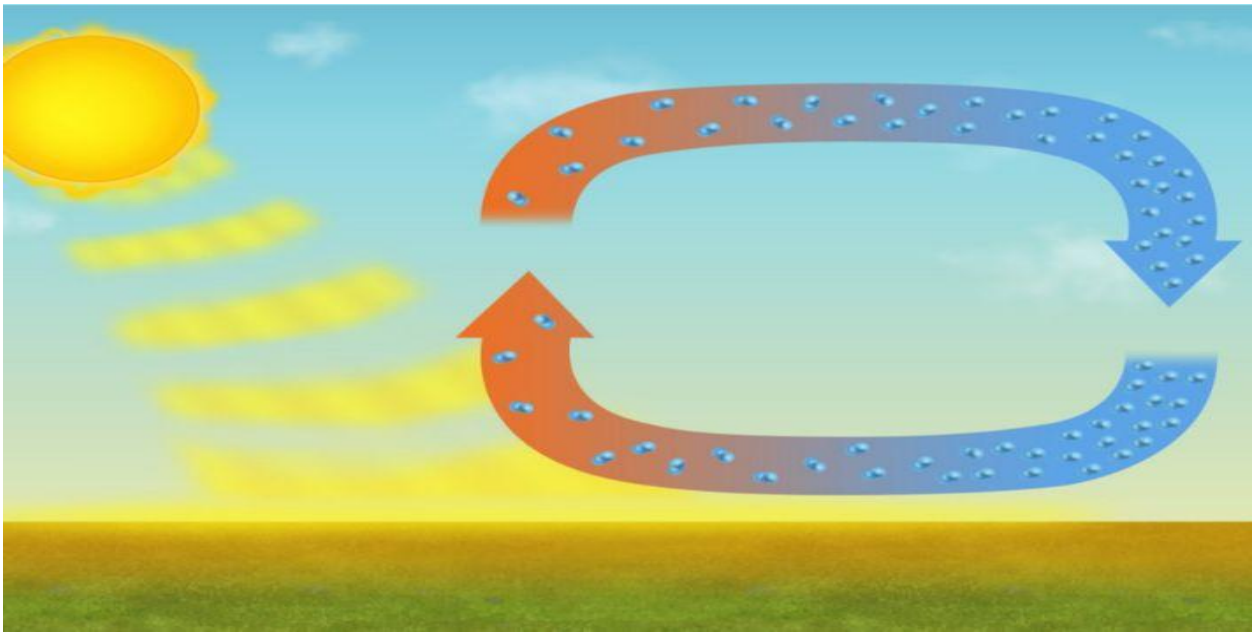
(W.m-2) k1600 ، على الرغم من وجود شبه كـــامل بينهما ، وتتعلق شدة الإشعاع

الحراري بمساحة السطح المشع S، وبدرجة حرارته المطلقة وبمعامل

emissivity (ε) ، الدي يتعلق بطبيعة السطح ولونه ، و أكبر قيمة له هي الواحد الإنبعاثية

فالسطح المعدني المصقول جيداً يبث ما k0.04 مما يثبت سطح معدني عند درجة يعادل

الحرارة نفسها ، أي إن استخدام العوازل الحرارية المصنوعة من المعادن الصقيلة في الفجوة الهوائية التي في جدران البناء سيخفض من قيمة انتقال الحرارة بالإشعاع لصغر قيمة معامل البث للسطوح المعدنية الصقيلة، إضافة إلى انخفاض قيمة انتقال الحرارة بالتوصيل نظراً لضعف التلامس بين الصفائح المعدنية المؤلفة للعازل الحراري [3].



4 /- خصائص مواد العزل الحراري :

إن اختيار مادة عازلة معنية يستلزم معرفة خصائصها الحرارية وخصائصها الأخرى كامتصاص الماء وقابليتها للاحتراق وصلابتها [6] ... الخ

4-1/- الخصائص الحرارية :

هي قدرة المادة على العزل الحراري ، ويتم قياس هذه القدرة عادة بمعامل التوصيل الحراري ، فكلما قل معامل دل ذلك على زيادة مقاومة المادة لنقل الحرارة والعكس صحيح ، ومن ذلك يتضح أن المقاومة الحرارية تتناسب عكسيًا مع معامل التوصيل الحراري . ويتم انتقال الحرارة خلال المادة العازلة عادة بواسطة جميع وسائل الانتقال المعروفة وهي (التوصيل – الحمل – الإشعاع) ويلاحظ أن المواد العاكسة تعتبر موادًا فعالة في العزل الحراري لقدرتها العالية على رد الإشعاعات والموجات الحرارية بشرط أن تقابل فراغًا هوائيًا . وتزداد قدرة هذه المواد على العزل بزيادة لمعانها وصقلها ، وغالبًا ما تكون المادة العازلة متكاملة مع الجدران والأسقف ، ولمعرفة المقاومة الكلية للانتقال الحراري لا بد من جمع المقاومات المختلفة لطبقات الحائط أو السقف بما فيها مقاومة الطبقة الهوائية الملاصقة للأسطح الداخلية أو الخارجية . وجمع هذه المقاومات يشبه تمامًا جمع المقاومات الكهربائية ، فهي إما أن تكون على التوازي أو التوالي ، ويعتمد هذا على موضع المواد في الحائط أو السقف . وإضافة لما ذكر من خواص حرارية فإن هناك خواص أخرى كالحرارة النوعية والسعة الحرارية ومعامل التمدد والانتشار والتي يلزم معرفتها لكل مادة عازلة .

4-2/- الخصائص الميكانيكية :

بعض المواد العازلة تتميز بمتانة وقدرة عالية على التحمل ، ولهذا فيمكن أحياناً استخدامها للمساهمة في دعم وتحميل المبنى ، وذلك إضافة لهدفها الأساسي وهو العزل الحراري . لذا يؤخذ في الاعتبار قوة تحمل الضغط والشد والقص .

4-3/- خصائص الامتصاص :

إن وجود الماء بصورة رطبة أو سائلة أو صلبة في المادة العازلة يقلل من قيمة العزل الحراري للمادة ، أي يقلل المقاومة الحرارية كما أنه قد يساهم في إتلاف المادة بصورة سريعة . وتأثير الرطوبة على المادة يعتمد على خواص تلك المادة من حيث قدرتها على الامتصاص والنفاذية ، كما يعتمد على الأجواء المناخية المحيطة بها كدرجة الحرارة ونسبة الرطوبة .

4-4/- الخصائص الأمنية والصحية :

يكون لبعض المواد العازلة خواص معينة منها ما قد يعرض الإنسان للخطر سواء وقت التخزين ، أو أثناء النقل أو التركيب ، أو خلال فترة الاستعمال ، فقد تتسبب في إحداث عاهات في جسم الإنسان دائمة أو مؤقتة كالجروح والبثور والتسمم والالتهابات الرئوية أو الحساسية في الجلد والعينين ، مما يستوجب أهمية معرفة التركيب الكيميائي للمادة العازلة ، كذلك صفاتها الفيزيائية الأخرى من حيث قابليتها للاحتراق والتسامي وغيرها من الصفات .

4-5 /- الخصائص الصوتيـة :

بعض المواد العازلة للحرارة قد تستخدم لتحقيق المتطلبات الصوتية مثل امتصاص الصوت أو تشتيته وامتصاص الاهتزازات . لذا فإن معرفة الخواص المرتبطة بهذا الجانب قد يحقق هدفين بوسيلة واحدة نتيجة لاستخدام تلك المواد ، وهما العزل الحراري والعزل الصوتي . إضافة إلى ما سبق من خواص فإن هناك خواص أخرى قد تكون ضرورية عند اختيار المادة العازلة المناسبة كمعرفة الكثافة والقدرة على مقاومة الانكماش وإمكانية الاستعمال لمرات عديدة ، وسهولة الاستعمال ، وانتظام الأبعاد ومقاومة التفاعلات الكيميائية والمقاسات والسماكات المتوفرة ، بالإضافة للعامل الاقتصادي الذي يلعب دوراً هاماً في استخدام أو عدم استخدام تلك المواد العازلة إذ إن سعر المادة العازلة كبير عند الاختيار .

5/- مزايا العزل الحراري :

يمتاز العزل الحراري بما يأتي :

* التوفير في استهلاك الطاقة اللازمة لأغراض التدفئة والتكييف، وذلك بتخفيض قيمة الضياع الحراري من البناء والأنابيب والمجاري والتجهيزات .

* المحافظة على درجة حرارة الجدران وأسقف البناء لتوفير راحة الإنسان طوال العام .

* تسهيل عملية التحكم بدرجة حرارة البناء والتجهيزات والعمليات الكيميائية، وتقليل التكاليف التأسيسية لتجهيزات التدفئة والتكييف .

* حماية الأبنية والإنشاءات والتجهيزات من أخطار الحريق والرطوبة والمؤثرات المناخية الخارجية .

* تقليل التكاليف اللازمة للصيانة الدورية للأبنية الناتجة من تأثيرات الحرارة الخارجية والرطوبة.

* منع تشكل البخار على السطوح ذات درجات حرارة أخفض من درجة حرارة نقطة الندى للوسط المحيط .

* تخفيض مستوى الضجة والاهتزازات .

* تقوية بنية الجدران والسقوف والأرضيات في البناء وتدعيمها، والإسهام في النواحي الجمالية المعمارية للبناء .

6/- أنواع المواد العازلة :

تقسم المواد العازلة إلى قسمين رئيسين هما :

6-1/- مواد عازلــة عضويــة :

تتمتع هذه المواد بكفاءتها العالية في العزل الحراري، إلاّ أنها تحترق بسهولة؛ ومنها: البوليستيرين بنوعيه الممدد ، والمشكل بالبثق والبولي يوريثان والسللوز الخلوي، والألياف التركيبية، والفلّين وصوف الحيوانات وشعرها، والقطن، والخشب .

6-2/- مواد عازلة لاعضوية (معدنية) :

تمتاز بأنها لا تحترق، ولكنها أقل كفاءة من المواد العضوية على العزل الحراري؛ ومنها الصوف الصخري ، والصوف الزجاجي والزجاج الليفي ، والڤيرميكيولايت والپرلايت .

المادة العازلة	الكثافة كجم/م3	الاستخدام	معامل التوصيل الحراري عند 24 مئوية واط/م.كلفن	النسبة المئوية لامتصاص الماء % من حجم المادة (ASTM C272)	نفاذية بخار الماء $ng/Pa.s.m^2$ بيرم/بوصة (ASTM E96)	قوة تحمل الضغط كجم/م2	مقاومة الحريق	تغير الصفات الحرارية مع الزمن
قوالب أو الواح البوليستيرين الحبيبي الممدد Expanded or Molded Polystyrene	20 – 13	الجدران	0.0374	2.5	5 – 0.6	528 – 80	يحترق ويخرج دخاناً	لا يتأثر
	35 – 32	الأسطح	0.0331					
ألواح البوليستيرين المبثوق Extruded Polystyrene	28 – 26	الجدران	0.0288	0.3	1.4 – 0.4	2000 – 240	يحترق ويخرج دخاناً	يتأثر كثيراً لاستخدام غاز الفريون في إنتاجه
	35 – 32	الأسطح	0.0288					
البولييوريثين Polyliurethene	28 – 26	الجدران	0.026	5 – 2	4 – 2	960 – 320	يحترق ويخرج دخاناً	يتأثر كثيراً لاستخدام غاز الفريون في إنتاجه
	48 – 35	الأسطح	0.023					
الخرسانة الخفيفة Light Weight Concrete	240 – 1040	للجدران والأسقف	0.43 – 0.065	49.33 – 12.52 امتصاص عالي يمكن معالجته	—	–	يقاوم الحرارة وينصهر عند 1100 س	لا يتأثر
الزجاج الرغوي	140	للجدران والأسقف	0.55	صفر	—	–	يقاوم الحرارة وينصهر عند 430 س	لا يتأثر
الألياف الزجاجية Fiber Glass	120 – 17	الأسقف المعدنية والجدران	0.051	مرتفعة جداً	مرتفعة جداً	ضعيفة	الألياف مقاومة للحريق والمواد الرابطة تحترق	لا يتأثر
الصوف الصخري Rock wool	120 – 29	الأسقف المعدنية والجدران	0.051	مرتفعة جداً	مرتفعة جداً	ضعيفة	الألياف مقاومة للحريق والمواد الرابطة تحترق	لا يتأثر
البرلايت Perlite	240 – 80	الجدران	0.39 – 0.16	مرتفعة جداً	مرتفعة جداً	يعتمد على قوة تحمل الخلطة الإسمنتية	يقاوم الحرارة وينصهر عند 1300 س	لا يتأثر

إضافة إلى تصنيع مواد عازلة مركبة تجمع في خواصها الميزات الجيدة لكلٍّ من النوعين السابقين .

7/- أين تكـــــون العوازل :

7-1/- في الملابــس :

تم اختيار الملابس للحفاظ على درجة حرارة جسم الإنسان. لتعويض الحرارة العالية المحيطة، يجب تمكين الملابس من السماح للعرق من الخروج (التبريد عن طريق التبخر). عندما يتوقع ارتفاع درجات الحرارة أو عند ممارسة التمارين الجسدية، يتصاعد من خلال النسيج يخلق حركة التيارات الهوائية وبذلك تتم عملية التبريد. هناك طبقة من النسيج يعزل قليلا ويبقي درجات حرارة الجلد أكثر برودة من ذلك. لمكافحة البرد والرطوبة ابقاء الجلد رطبا بينما لا يزال من الضروري وضع عدة طبقات من مواد ذات خواص مختلفة ضرورية لتحقيق هذا الهدف في وقت واحد بحيث تكون مطابقة لإنتاج المرء الحرارة الداخلية ولكمية الحرارة المفقودة التي تحدث. والمفتاح هو طبقات

لأغراض مختلفة، مثل فقدان حراري يحدث نتيجة للإشعاع، وطاقة الرياح والحرارة في الفضاء وموصل ضعيف. وهذا الأخير هو الأكثر وضوحا في مجال الأحذية حيث عزل ضد فقدان الحرارة .

7-2 /- في المبـــــــــاني :

تستخدم العوازل الحرارية للتحكم في التدفق الحراري في مجال درجات الحرارة القريبة من الصفر المطلق حتى أكثر من 1650 ْم؛ ففي مجال درجات الحرارة العادية، حالة العزل الحراري للأبنية، يمكن الحصول على نتائج جيدة عند استخدام المواد العازلة المسامية، وقد استعمل الفلّين في هذا المجال كثيراً؛ ولكن مع مرور الوقت استُبدل به مواد بلاستيكية كالبوليستيرين الممدد الذي يحتوي على 97% من حجمه غازاً ساكناً، إضافة إلى الصوف الزجاجي الذي يستخدم اليوم على نطاق واسع، وهناك أسلوب آخر ذو فعالية كبيرة في العزل الحراري يعتمد على استخدام جدار مضاعف للبناء يحجز كمية من الهواء على شكل طبقة رقيقة بينهما، وهذا يسمح بتقليل الضياع الحراري لدرجة كبيرة، ويمكن استخدام الأسلوب نفسه لعزل النوافذ وذلك باستخدام الزجاج المضاعف .

أما في حالة درجات الحرارة الأكثر ارتفاعاً التي قد تصل إلى حدود مئات عدة من درجات الحرارة المئوية؛ فإنه يمكن استخدام الصوف الزجاجي، مع بقاء إمكانية استخدام أسلوب الجدار المضاعف فعّالاً، ويمكن تحسين فعالية هذا الأسلوب بجعل سطوح الجدار المضاعف ذات انعكاسية كبيرة، لأن ذلك يقلّل الضياع بالإشعاع الحراري، وفي مجال درجات الحرارة المرتفعة جداً؛ فإنه يمكن استخدام أنواع عديدة من العوازل الحرارية، من أهمها الآجر المسامي والخلائط المعدنية التي تكون على شكل بودرة الذي يتألف من خليط من كربونات MgO ، وأكسيد المغنسيوم Al2O3 كأكسيد الألمنيوم المغنسيوم وألياف الأسبستوس.

8/- أنواع المواد العازلة في المباني :

يمكن أن توجد المواد العازلة على عدة صور وهي :

8-1/- اللباد أو البطانية :

يوجد على شكل لفائف طويلة وسماكات مختلفة ، وأغلب اللباد مغلف بالورق أو برقائق معدنية مزودة بإطار من الجانبين لمسك الجوانب ، ويمكن أن تكون الرقيقة المعدنية على وجه واحد من تلك اللفائف ، كما يمكن أن يكون أحد الأوجه مغلفًا بالورق المغطى بالأسفلت أو البيتومين ليعمل كحاجز للبخار أو الرطوبة أو طبقة من الورق الرقيق المثقب على الوجه الآخر. وغالبًا ما يصنع اللباد من مواد عضوية تشتمل على ألياف زجاجية . وكذلك يمكن توفر الألياف السليولوزية على هيئة اللباد . ويوضع اللباد على الحائط الداخلي للبناء ، وغالبًا ما يستخدم في عزل الأسقف والحوائط . وتوضع في الفراغات بين الحوائط أو الأسقف أو الأسطح المراد عزلها من الحرارة في المباني علي ألا تكون هذه العناصر عرضة للهبوط الغير منتظم وعلي ذلك فيوضع اللباد أو البطانية في الأماكن بين القوائم الخشبية في الحوائط أو بين الكمرات في الأسقف كما أنها تثبت بالمسامير الخاصة .

8-2/- حبيبات الحشو الخفيف :

الحبيبات أو الألياف السائبة (الفيرميكوليت أو البيرليت): تصب الحبيبات أو الألياف داخل الفراغات بين القوائم في الحوائط الخشبية أو بين كمرات السقف كذلك يمكن ضخ هذه الحبيبات في ثنايا الأماكن الفارغة لعزلها وذلك باستعمال ماكينة خاصة تعمل بضغط الهواء متصلة بخرطوم بلاستيك طرى (الرش) ويجب الحرص والتأكد من ملء الفراغات كلها .

وتتكون هذه المادة العازلة من حبيبات صغيرة ، وعند استخدام عزل الحبيبات فإن معدات الشفط الموجودة في الناقلات الحاملة لهذه المادة العازلة تقوم بشفط الحبيبات وتوجيهها للمكان المطلوب عزله . سائل رغوي بخاخ : توجد هذه المادة على هيئة نوعين : إحداهما : ألياف غير عضوية من النوع اللاصق ، والثاني : يكون من الرشاش العضوي من ألياف الصوف المعدني . ويتم تركيبه بواسطة آلات خاصة مصممة لهذا الغرض ، أما النوع الثاني فيتكون من عبوتين مناسبتين لأغراض الرش .

8-3/- الألواح الصلبة أو الشرائح :

وهي ألواح صلبة تستعمل كحوائط غشيمة علي الواجهة الخارجية للقوائم الخشبية . كذلك يمكن وضعها علي الواجهة الخارجية للمباني. كما يمكن وضعها فوق السقف المعلق مباشرة، أو وضعها علي علفات لحوائط المباني. كما يمكن وضع هذة الألواح أيضا تحت الطبقة العازلة للرطوبة بالإضافة إلي ذلك يجب مراعاة عزل هذه الطبقة جيدا من التأثر بالرطوبة أو مياه المطر .

8-4/- البوليستيرين :

الإسم التجاري (ستيروبور) وهي مادة عضوية ذات كفاءة عالية في العزل الحراري وكثافة مرتفعة ويمتاز بمقاومته العالية لنفاذية بخار الماء ومقاومة الحريق الإشعاع ومقاومته الكيماويات . وينتج إما بشكل حبيبات خفيفة الوزن جدا ويباع بالكيلو جرام أو بشكل ألواح مشكلة بطريقة الصب .

8-5 /- الصوف الصخري :

وهو يصنع من مادة صخرية موجودة في الطبيعة حيث يتم صهرها مباشرة في أفران خاصة وتشكيل الناتج علي هيئة لفات وتمتاز بمعامل توصيل حراري منخفض .

8-6 /- الصوف الزجاجي :

ويمتاز الصوف الزجاجي بأن له معامل توصيل منخفض ويتغير معامل التوصيل حسب الكثافة فكلما كانت كثافة الصوف الزجاجي مرتفعة كلما قل معامل التوصيل، بالنسبة للعزل الحراري في المكيفات يتم استخدام الصوف الزجاجي في الدكتات الخاصة بالتكييف المركزي .

8-7/- البيرلايت السائب :

وهي صخور بركانية زجاجية لها معامل توصيل حراري منخفض ولا تحترق ومتماسكة ويستعمل البيرلايت في عزل الفجوات وفي كثير من الاستخدامات في مجال البناء .

8-8 /- الألواح الصلبة أو الشرائح :

وهي واسعة الانتشار ، وتستخدم في المباني لعزل الأسطح والخرسانات الرغوية. وهي ألواح صلبة تستعمل كحوائط غشيمة علي الواجهة الخارجية للقوائم الخشبية . كذلك يمكن وضعها علي الواجهة الخارجية للمباني. كما يمكن وضعها فوق السقف المعلق

مباشرة، أو وضعها علي علفات لحوائط المباني. كما يمكن وضع هذة الألواح أيضا تحت الطبقة العازلة للرطوبة بالإضافة إلي ذلك يجب مراعاة عزل هذه الطبقة جيدا من التأثر بالرطوبة أو مياه المطر .

8-9/- عواكس عازلة :

ويعتمد نوع هذا العاكس علي عاكسها الحراري الكبير وليس على تأثير توصيلها للحرارة المنخفضة ومع ذلك فقد يوجد أنواع منها مثبت عليها مواد عازلة مثل اللباد وقد تغلف الرقائق المعدنية هذه المادة العازلة من الوجهين .

8-10/- العوازل الخرسانية :

يوضع ألواح عازلة صلبة أو خرسانة خفافة أو مادة رغاوى البلاستيك في الحوائط والأسقف والأرضيات الخرسانية لتحسين العزل الحراري للمبني .

8-11 /- البلوكات الخرسانية العازلة :

وتوضع لعزل الحوائط أو الأسقف .

8-12 /- الحوائط المفرغة :

تحتوي الحوائط المفرغة علي هواء فراغي سواء كان لسبب إنشائي أو لغرض عزل الحرارة وعدم فقدها من الحائط فإن الحرارة تنتقل خلال هذا الفراغ الهوائي بطرق الحمل والتوصيل والإشعاع الحراري المذكورين سابقا. فالتيارات الهوائية الناتجة من الحمل الحراري تؤخذ من سطح الحرارة الساخنة وتنقلها إلى سطح الحرارة الباردة. وتأثير تيارات الحمل في تؤخذ من سطح الحرارة الباردة .وتأثير تيارات الحمل في هذه الحالة يقل عاملها بمجرد ما أن يقل حجم الفراغ الهوائي وتكون درجة الحرارة على ما يمكن فيه .

8-13 /- الفلين النباتي :

يصنع الفلين من لحاء أشجار البلوط والتي يتم تقطيعها إلى حبيبات ثم توضع في قوالب تحت ضغط هيدروليكي (مكابس) وتنقل بعدها إلى أفران للتحميص مع الضغط للحصول على ألواح من كسيرات الفلين المشبع بالقطران بتخانات مختلفة .

8-14 /- طبقة عزلها للحرارة من ورق الكرافت :

تتكون من ورق الكرافت وألواح البلاستيك الممدة ويتم بوضع ورق الكرافت الثقيل ثم طبقة من البيتومين المؤكسد ثم تلصق برص ألواح البلاستيك الممدة على السطح .

8-15 /- طبقة عزله للحرارة من الطين :

يتم عمل هذه الطبقة من مخلوط الطين والقش بسمك حوالى (15سم) ويتم تنفيذه بتقسيم السقف إلى حشوات بمقاس (2×2متر) بحواجز من الطوب ثم يصب الطين والقش ويستعمل هذا النوع أيضا في صعيد مصر .

8-16 /- طبقة عازلة من براز البقر :

ويستعمل في ريف صعيد مصر وهو نوع رخيص جدا وهو يتكون من (جزء جير بلدي +3أجزاء من براز البقر الحديث) وتفرش على السطح كمونة بسمك لا يقل عن (7سم) .

8-17 /- الطوب الحراري :

يمكن أيضا استخدام الطوب الحراري لعزل الأفران والدفايات والمواقد مع استخدام المونة الحرارية .

8-18 /- دهانات بيتومينية فضية :

يوجد دهانات بيتومينية فضية اللون عاكسة للحرارة تستخدم بصفة خاصة في السطح المائلة وفى مزارع الدواجن وأسطح المصانع المصممة بطريقة (ساو توث)

• مواد التحكم في أشعة الشمس :

الرقائق المعدنية :من هذه الرقائق الأكثر توفرا هي الرقائق الصفائحية التي تجمع بين خواص العزل الحراري والعاكس وخواص حجز الرطوبة والبخار ويمكن أن يشكل التكوين الصفائحي على طبقتين من البيتومين المقوى بألياف والمغلف بورق الكرافت ثم يغطى من إحدى واجهتيه أو كلتيهما برقائق الألومنيوم المصقول بحيث تكون السماكة حوالى 0.4مم ويجب أن تكون هذه الرقائق عند استعمالها مطابقة للمواصفة.

الستائر العازلة : كما يمكن وضع الستائر على الزجاج لعزل الحرارة وقت النهار وترفع عنة وقت الليل. **الدهانات العاكسة للشمس :** هناك عدة أنواع من الدهانات العاكسة .لأشعة الشمس بأسماء تجارية 0مختلفة

* يمكن تقسيم المواد العازلة المائلة إلى قسمين :

• الألياف السائبة المائلة (الصوف المعدني) وهي مثل: - الصوف الصخري - الصوف الخبثي الصوف الزجاجي .

• المواد السائبة المحببة المالئة: - بيرلايت - فيرموكليت - فلين محبب وهناك طرق رئيسية لاستخدام المواد السائبة المالئة هو تفريغ المادة من الأكياس المعبأة بالمادة العازلة بين الحوائط المزدوجة أو على الأسقف وفي الثقوب المعدة لذلك ، في الفجوات بين الحوائط. ويمكن استخدام المواد العازلة المالئة في عزل الحوائط والأسقف الخشبية المزدوجة وكذلك حوائط وأسقف البناء التقليدية ونحن هنا لا نهتم كثيراً بالحوائط والأسقف الخشبية لندرة إستخدامها في المباني .

تصنيف المواد العازلة للحرارة حسب طبيعة تركيب الفراغات فيها :

Dr Nihad Almughany

9 /- عزل الواجهات من الحرارة :

رغوة البورلوريثين: هذه المادة ناتجة من تفاعل مركبات تحتوى على مجموعات الهيدروكسيلية وتمتاز بخاصية الالتصاق الجيد لمعظم السطوح بشروط أن يكون خلفيات هذه السطوح نظيفة وخالية من الشحوم ويمكن رش مكونات الرغوة السابقة داخل فراغات أو تجاويف أو على المسطحات المعقدة ذات الأبعاد الثلاثة. رغوة اليوريا فورملديهيد :رغوة اليوريا فورملديهيد رخيصة الثمن،فهذه المادة أوسع انتشارا للإستعمال لملء الفراغات السابقة التشكيل ولا يمكن استعمالها بين المواد الصماء التي تسمح بنفاذ الماء الناتج عن عملية الرغوة .

10 /- طرق تثبيت وحماية المواد العازلة للحرارة :

تلعب طرق تثبيت المواد العازلة للحرارة دورا هاما في قيام العازل الحراري بوظيفته على الوجه الأكمل وتختلف طرق تثبيت المواد العازلة طبقا لنوعيتها وطبيعة ونوع السطح المارد عزلة (حائط ؛سقف، أرضيات،) وهناك طرق عديدة لتثبيت المواد العازلة يمكن

إيجازها فيما يلى: - التثبيت باستخدام المواد اللاصقة - التثبيت الميكانيكي - التثبيت بالرش . كثير من المواد العازلة للحرارة يمكن استخدامها بالطرق الموصي عليها من قبل الشركات المنتجة وذلك لأن معظم الشركات المنتجة للمواد العازلة تقوم بإصدار نشرات تتضمن كلا من الخصائص الحرارية الطبيعية والميكانيكية كما أن هذه النشرات في كثير من الأحيان تتضمن أنواع المواد اللاصقة التي يمكن استخدامها كما تحتوي هذه النشرات على الشروط التي يجب توافرها عند الاستخدام وكيفية حماية المنتج من العوامل المناخية والبيئية المحيطة طبقا لتجارب عديدة أجريت على المنتج بمعرفة الجهات المختصة والباحثين في هذا المجال .

11/- طرق عزل الحوائط بمواد عازلة :

عند وضع المواد العازلة المالئة في حوائط المباني الحديثة ، تفرغ المادة السائبة في الفتحات الموجودة في الغلاف الخارجي وبعد وضع المواد العازلة يجري التشطيب الداخلي يلاحظ أن يكون ملء الفجوات (شيشة) من أسفل إلى أعلى وعند الوصول إلى الفجوة التي يتم فيها التفريغ تغلق هذه الفجوة ، مع ملاحظة أن تكون مساحة الفتحة :صغيرة. ويجب عند وضع المادة العازلة مراعاة الآتي :

1- كثافة العازل متساوية في جميع أجزاء الحائط حتى لا يؤثر ذلك على الخصائص الحرارية للعازل ويمكن الاستفادة من النشرات المرفقة مع المادة العازلة في هذا الشأن.

2- إذا كان هناك حاجة لتركيب حواجز لبخار الماء فيجب تثبيتها في الجهة الساخنة للعازل قبل البدء في تركيب العازل الحراري.

3- إذا كان هناك حاجة لتركيب حواجز للرطوبة فتركب قبل البدء في التشغيل مع مراعاة المحافظة على المادة العازلة (أثناء التركيب) من التعرض للرطوبة والمصادر المائية التي تؤثر على سلوكها الحراري .

12/- طرق عزل الأسقف بمواد عازلة :

تفرغ المواد العازلة السائبة من أكياسها المعبئة في الفراغات بين الكمرات الموجودة في السقف ويبدأ تفريغ المادة في المكان بعد التشطيب ويجب مراعاة الآتي عند وضعها. - اختيار السمك الأمثل لهذه المادة الذي يفي بالعزل الحراري المطلوب .

* يراعى عند تشطيب السقف وضع المادة العازلة وعدم ترك هذه المادة معرضة للعوامل المناخية بوضع البلاط السنجابى الأبيض مع التدقيق على توزيع المادة العازلة بإنتظام .

13/- طرق عزل الأرضيات بمواد عازلة :

لا ينصح باستخدامها في عزل الأرضيات نظراً لتأثيرها الكبير بالأحمال الميكانيكية ويمكن استخدام بلاطات من الفيرموكليت مع الأسمنت بحيث يكون حمل الكسر لها أكبر من الأحمال المتوقعة مع مراعاة ان تكون الانتقالية الحرارية الكلية لهذه البلاطات تفي بالغرض .

14/- إقتصاديات العزل الحراري :

يبدو أهمية العزل الحراري وجدواه الاقتصادية من خلال الوفر في كمية الطاقة المفقودة، والوفر في كلفة العازل الحراري التي تزداد بازدياد سماكته؛ أي الوفر الذي يوفره العزل الحراري في كلفة الكهرباء والوقود المستخدم في عمليتي التدفئة والتكييف بالنسبة للبناء .

* بالنسبة للعزل الحراري للأنابيب، فإن الضياعات الحرارية تحدث بسبب وجود فرق في درجات الحرارة بين المائع الساخن (ماء ساخن، بخار، هواء....) ضمن الأنابيب والهواء الجوي الخارجي، وتحسب الضياعات الحرارية من الأنابيب غير المعزولة والمعزولة بعلاقات رياضية محددة أيضاً .

الفصل الثالث:

مناخ منطقة زلفانة و ضواحيها

1/- مقدمة :

تقع منطقة زلفانة الواقعة في ولاية غرداية (تغردايت) شمال الصحراء الجزائر، ومقر الولاية مدينة غرداية تبعد ب 600 كلم جنوب الجزائر العاصمة.

كون الولاية واقعة في مناطق صحراوية، فإن مناخ المنطقة صحراوي جاف، المدى الحراري واسع بين النهار والليل، وبين الشتاء والصيف، تتراوح درجة الحرارة شتاء بين 1 إلى 25 درجة، وبين 18 إلى 48 درجة صيفا. يعتدل الجو في فصلي الربيع والخريف، وتصفو السماء في غالب أيام السنة. معدل سقوط الأمطار بالولاية حوالي 60 ملم\سنويا غالبها في فصل الشتاء كما تهب على المنطقة رياح شمالية غربية باردة في الشتاء وجنوبية غربية محملة بالرمال في الربيع وفي الصيف جنوبية حارة تعرف بالسيروكو [8] .

2/- درجات الحرارة :

ينقسم المناخ الصحراوي في مدينة زلفانة إلى نوعين تِبعًا لدرجات الحرارة التي يمر بها كما يأتي :

2-1/- المنـــــــــاخ الحـــــار :

منطقة زلفانة التي تقع بين خطَي شمالي صحراء الجزائر التي تمتد من الشمال إلى الجنوب 450 كلم، ومن الشرق إلى الغرب من 200 إلى 250 كلم . حيث تمتاز بهذا النوع من المناخ، وتُسمى بالمناطق شبه الاستوائية، وتمتاز هذه المناطق بالضغط الجوي

المرتفع، كما أن مناخها حار وجاف ومُشمس طيلة العام وخاصة في الصيف ، وفي الصيف تبلغ درجات الحرارة القُصوى أكثر من 50 درجة مئوية، وفي بعض المناطق قد تصل إلى 54 درجة مئوية في المناطق الخالية ، بينما يبلغ متوسط درجات الحرارة السنوي 300 درجة مئوية، أما الليل فيمتاز بدرجات حرارة مُنخفضة، وفي الأيام الأكثر برودة في ولاية غرداية ، قد تنخفض درجات الحرارة في الليل إلى نقطة التجمد، ويعود سبب هذا المقدار من البرودة في ليالي الصحراء إلى مُعدلات الفقد المُفرطة للإشعاع تحت سماء الصحراء الصافية [8].

2-2/- المنـــــــــــــــاخ البارد :

إن مناخ منطقة زلفانة البارد وخاصة في الشتاء بشكلٍ رئيسي في المناطق المُعتدلة، أو تِلك الواقعة على الجانب الضبابي من الجبال المرتفعة؛ إذ تمنع قِمم الجبال الرياح الحاملة للرطوبة من التقدم إلى هذه المناطق، مما يحُد من هطول الأمطار، ولها صيف حار وجاف، أما الشتاء فهو بارد وجاف، كما أنه يفتقر إلى الثلج، وتُعتبر صحاري هذه المنطقة أكثر جفافًا من الصحاري الحارة[8]. .

2-3/- الــرطــوبة :

تقترب الرطوبة من الصفر أحيــانا في الفترة الصيفية خاصة في المناطق الصحراوية عامة ، أما في الفترة الشتوية أحيانا تصل حتى 45 % . فغالبًا ما تتبخر الأمطار الساقطة في الهواء قبل أن تصل إلى أرض هده المناطق (زلفانة ، ورقلة ، تقرت ، أدرار ، بشار ...الخ) في الفترة الصيفية ، وفي بعض الأحيان قد تصل بعض العواصف المطرية إلى الصحراء بمعدل هبوط 25 سم في الساعة، وقد يكون هذا هو الهطول الوحيد الذي تحصل عليه الصحراء طيلة هذه الفترة و أحيانا في العام ، لذلك تكون الرطوبة منخفضة جدًا بحيث لا يوجد بخار ماء كافٍ لتشكيل السحب، وفي معظم الأحيان تخترق أشعة الشمس الحارقة السماء والسحب إن وجدت وتعمل على تسخين الأرض، وبدورها تعمل الأرض على تسخين الهواء المُلامس لها، ليرتفع هذا الهواء في موجات يمكن رؤيتها بالعين المجردة فتتشكل ظاهرة السراب . أما في الفترة الشتوية يحدث عكس الفترة الصيفية تمامًا مع إرتفاع الرطوبة إرتفاعا واضحًا وبردًا قارصا [8]. .

الفصـل الرابع:

دراسة المكيف الأرضي عن طريق أنابيب

1/- المقدمـــــة :

تتغير درجة الحرارة الجو على مدار الليل و النهار و كدلك تتغير عبر السنة بين الصيف و الشتاء . ففي النهار تكون درجة الحرارة مرتفعة وفي الليل مقبولة نوعـاً ما في الصيف ، أما في الشتاء بارد في النهار وفي الليل أشد و أشد ، هده التقلبات في درجة الحرارة تكون في سطح الأرض و الهواء . لكن إدا نزلنا تحت الأرض فإن درجة الحرارة تبدأ بالثبات ولا تتغير .

في هدا الفصل سندرس أنظمة التدفئة و التبريد وتكييف الهواء وكيفية إستخدام الطاقة المستهلكة في المباني في ولاية غرداية مدينة زلفانة ، ومقارنتها مع بعض الولايات ورقلة و تقرت خلال عام كامل على فترتين الصيفية و الشتوية .

أولا : النظام الميكانيكي المدروس للتهوئة و التبريد و التسخين سيكون عبارة عن أنبوب أسفل المبنى أي تحت الأرض .

ثـــانيًا : بواسطة برنامج غرينيس ، نستخرج درجة الحرارة الخارجية خلال عام كامل على فترتين الصيفية و الشتوية و الغاية من دلك إيجاد الطول المثالي للأنبوب .

ثالثـاً : سوف نجري محكاة عددية ودلك بإدخال مجموعة من المتغيرات هي (درجة الحرارة الداخلية و الخارجية ، الرطوبة) لإيجاد طول الأنبوب .

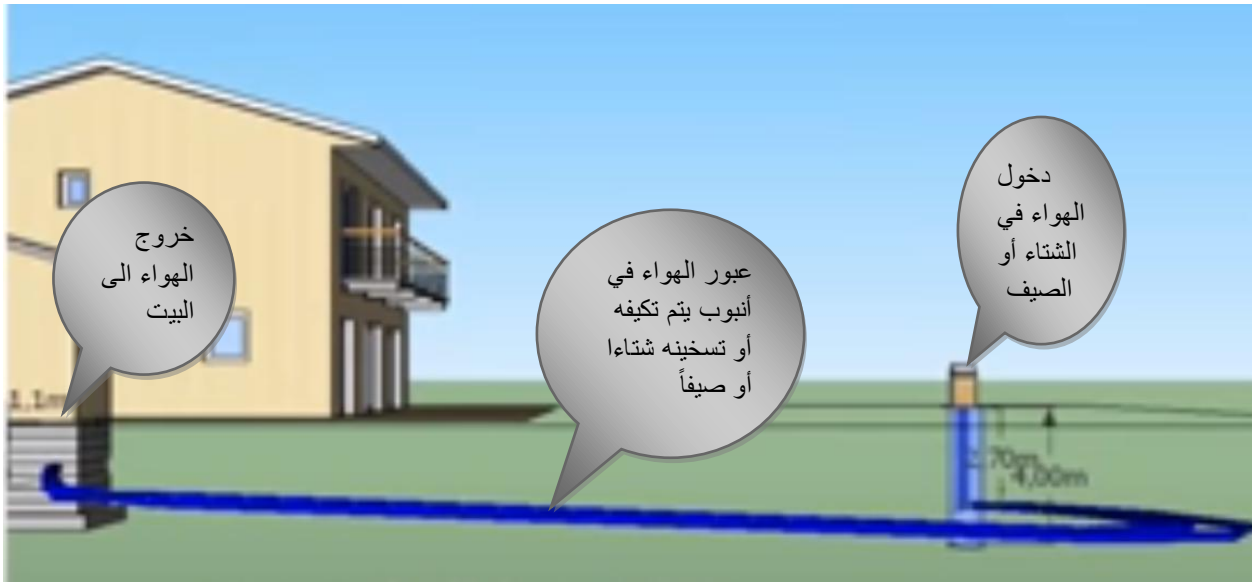
2/- المنهجية للنظام الميكانيكي :

* يتم تسخين هواء البيت شتاءاً أو نبرده صيفًا بمروره عبر أنابيب تحت الأرض على عمق معين و طول معين .

* يدخل الهواء من فتحة من مكان معين بعيداً على البيت بمسافة الى عمق الأرض عن طريق أنبوب أو أكثر على حساب المكان و المناخ ، يعطى ميلان للأنبوب محدد من فتحة دخول الهواء الى البيت .

* يدخل الهواء من نقطة المفتوحة ، يعبر الى أنبوب الى البيت . في الصيف دخول هواء ساخن يبرد في الأنبوب فيتيكف البيت ، وفي الشتاء دخـــــــول هواء بارد و بالتالي يسخن البيت .

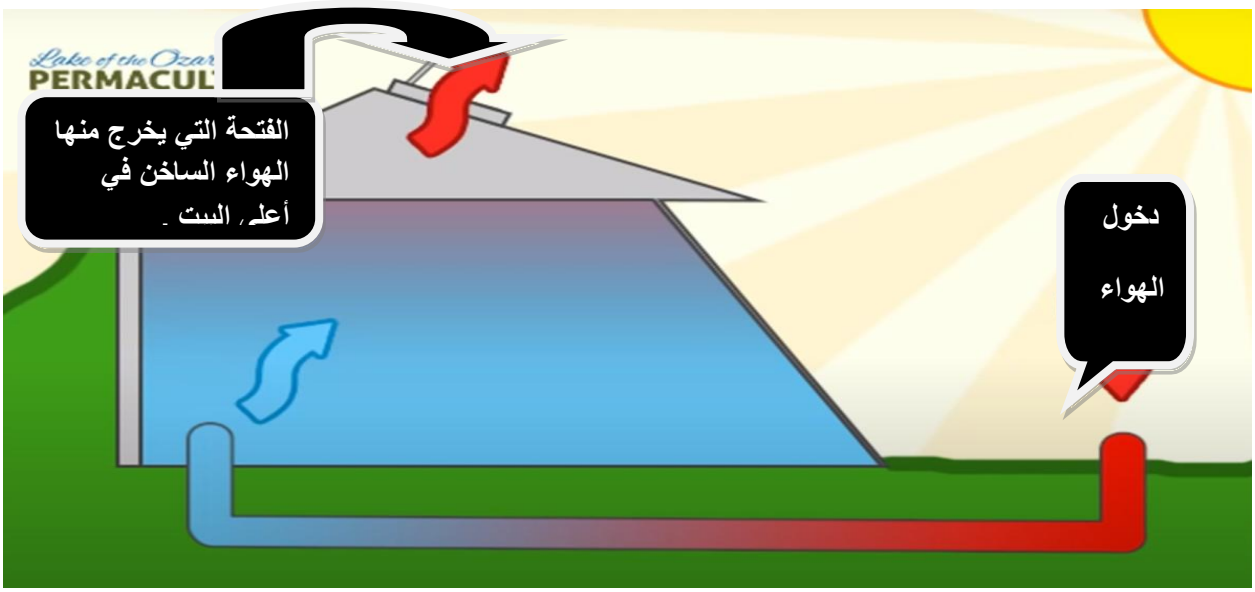
كما في الشكل الأتي :



3/- نصائح و إرشـــــــــادات :

* إعطاء ميلان للأنبوب يساعد في حركة الهواء في الأنبوب . و ايظًا بإستطاعتنا تزويد بالكهرباء بإدخال مضخة هوائية وهدا أمر ليس مهم .

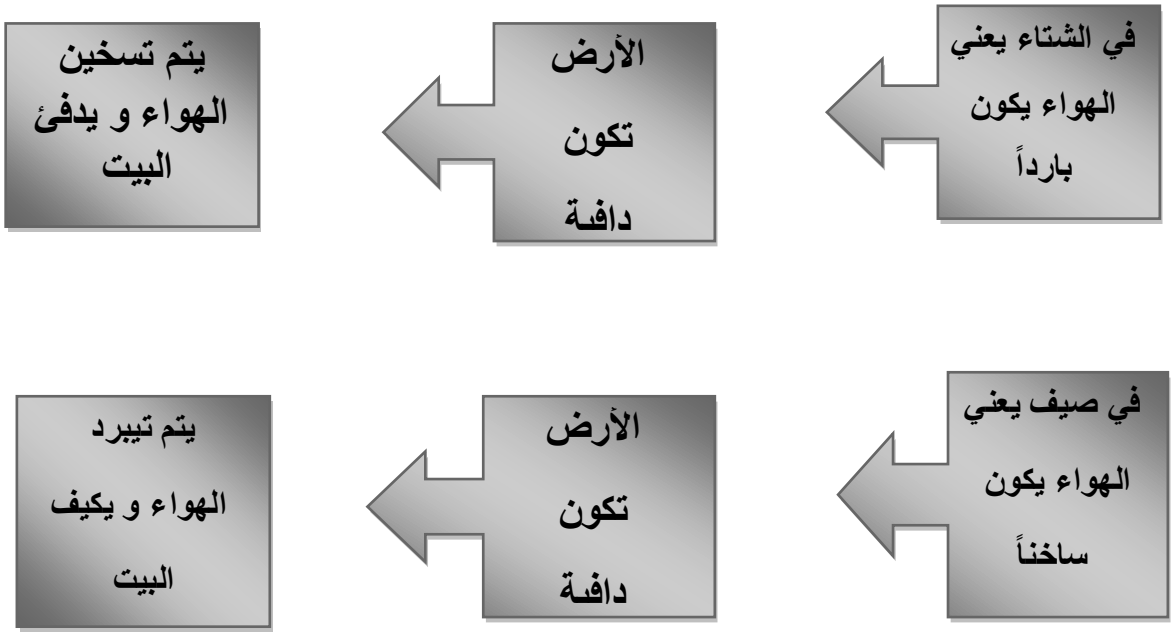
* إن إدخال الهواء الى المنزل من الأنبوب ، فـإن دلك يعني زيادة الهواء في المنزل . فـإن يجب إخراج الهواء الساخن عير فتحات أعلى المنزل (في الحمام أو غرفة ...) لأن أعلى المنزل في الصيف يكون حارًا بعض الشيء ، كما في الشكل الأتي .



* نوعية الأنبوب يجب أن يكون ملائـــم للتربة تحت الأرض و حرارتها لتجنب التأكل و الأكسدة .

* فتحة دخول الهواء يجب إغلاقها بإحكـــــــــام . لتجنب دخول حشرات و أوساخ ...الخ . بشباك أو حاجز ممرراً للهواء مثل فلاتر[9] ، كما في الشكل الأتي .

4/- مبدأ التدفئة و التبريد :



* في الصيف الهواء يكون ساخنًا أي الحرارة الخارجية تكون مرتفعة ، والحرارة الداخلية تكون موافقة حوالي 26 الى 27 درجة مئوية ، أما في الشتاء تكون الحرارة الخارجية تكون منخفضة والحرارة الداخلية في البيت تكون موافقة حوالي 19 إلى 21 درجة مئوية . وهي ملائمة لمحيط الإنسان . وهدا مايتم معالجته في هده المحاكاة .

I/- بالنسبة لولاية غرداية (زلفـــــانة):

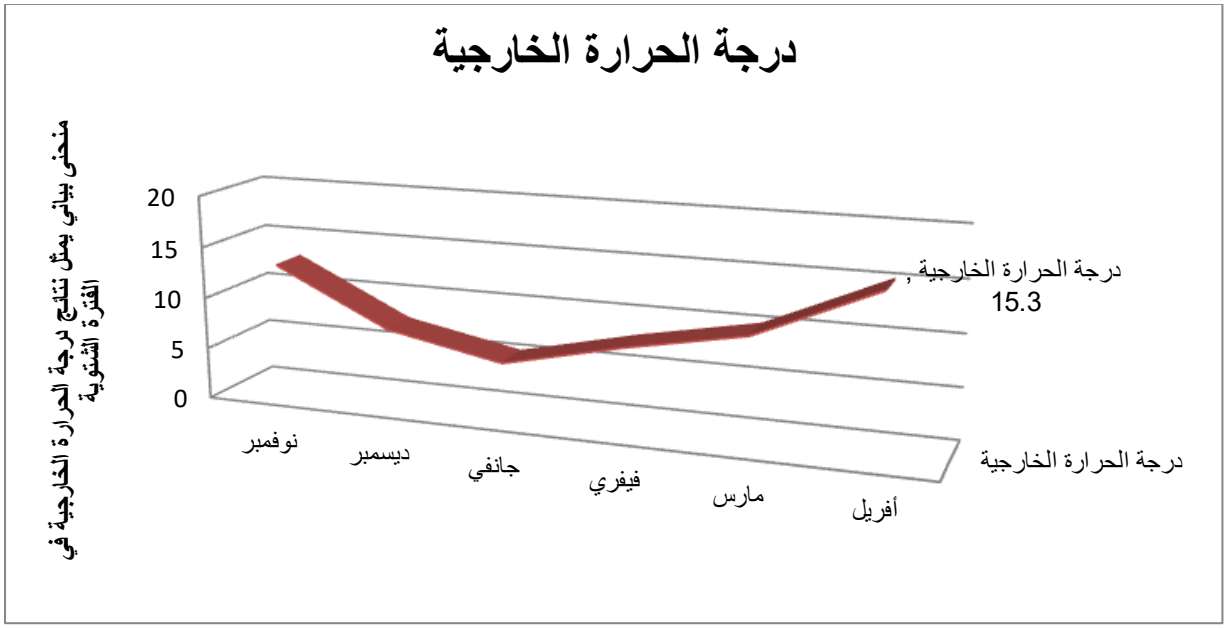
1/- العملية الحسابية :

* أولا إستخراج درجة الحرارة الخارجية لمدينة زلفانة في ولاية غرداية على فترتين الفترة الصيفية و الشتوية عن طريق برنامج غربنيوس .

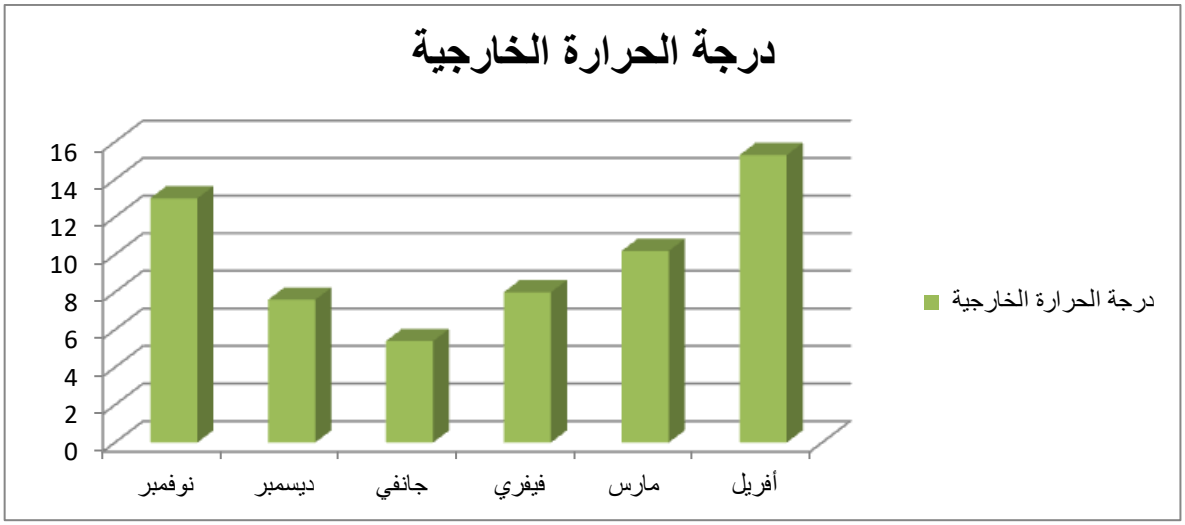
1-1 /- الفترة الشتوية :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	13	7.6	5.4	8	10.2	15.3

نترجم هده القيم على شكل منحنى بياني و أعمدة بيانية للتوضيح أكثر :



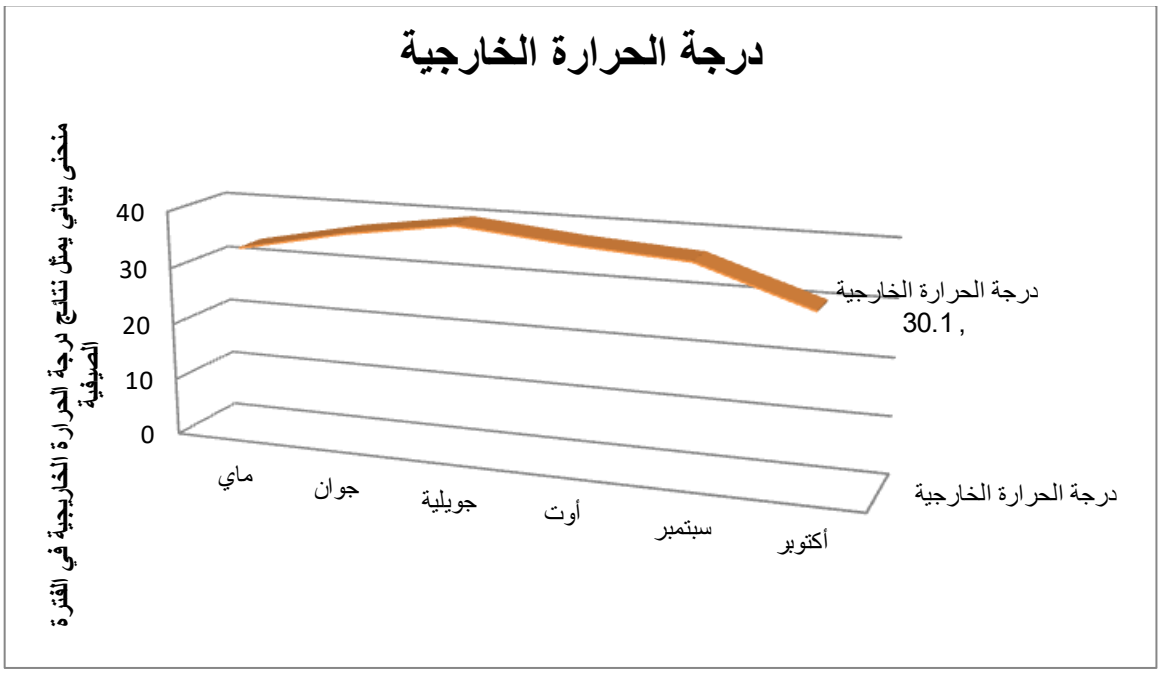
نلاحظ من خلال المنحنى البياني و القيم في الجدول أن درجة الحرارة تنخفض في شهر جانفي بقيمة 5.4 درجة مئوية وتزداد بشكل ملاحظ الا أن تصل الى شهر أفريل بقيمة حوالي 15.3 درجة مئوية .



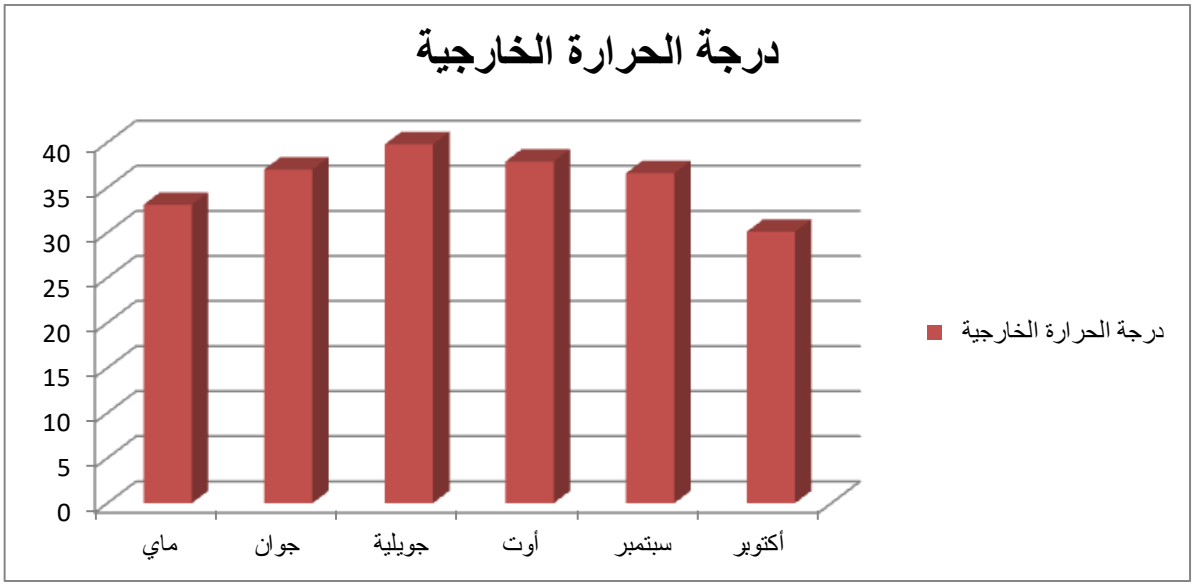
2-5 /- الفترة الصيفية :

الفترة الصيفية	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر
درجة الحرارة الخارجية	33.1	37	39.8	37.9	36.6	30.1

نترجم هده القيم الى منحنى بياني و أعمدة بيانية للتوضيح أكثر :



نلاحظ أن أقصى درجة حرارة في الفترة الصيفية في شهر جويلية حوالي 39.8 درجة مئوية و أدنى درجة حرارة في شهر أكتوبر بحوالي 30 درجة مئوية .



* ثانيا الحرارة الداخلية في المبنى تكون شتاءاً مابين 19 الى 21 درجة مئوية ، أما في الصيف تكون الحرارة الداخلية حوالي 26 الى 27 درجة مئوية .

* ثالثا الرطوبة في الصيف تكون منخفضة جداً في المناطق الصيفية قد تصل الى 5% ، أما في الشتاء تكون مرتفعة جداً بحوالي 40 الى 45 % .

* رابعاً ، حساب طول الأنبوب المناسب على مدى الفترة الشتوية و الصيفية هو الهدف في هده المحكاة . لأن هو ممرراً للهواء على طول الموسم و العام .

بواسطة برنامج إكسال و

من العلاقة الأتية نستطيع إستخراج طول الأنبوب في كل فصل و كل فترة ، بدلالة الحرارة الداخلية و الخارجية و الرطوبة [5].

$$L = \frac{Q \times Cp \times (Ts - Te)}{\pi \times \varphi \times d}$$

Cp: معامل الضغط الثابت

φ :تدفق تبادل الطاقة في الأنبوب

Ts : درجة الحرارة الخارجية

Te :درجة الحرارة الداخلية

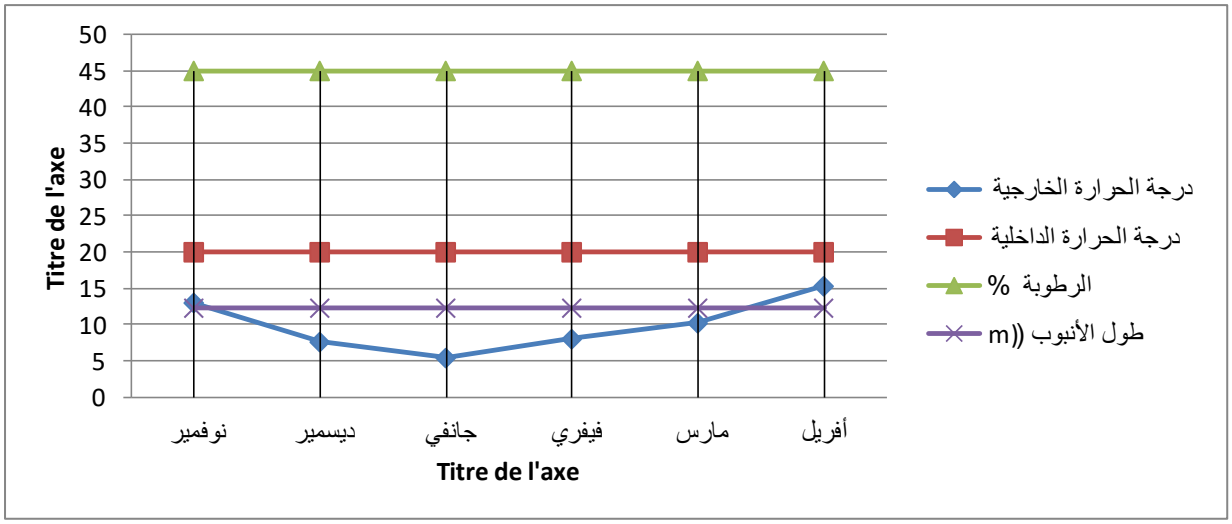
2/- دراسة طول الأنبوب :

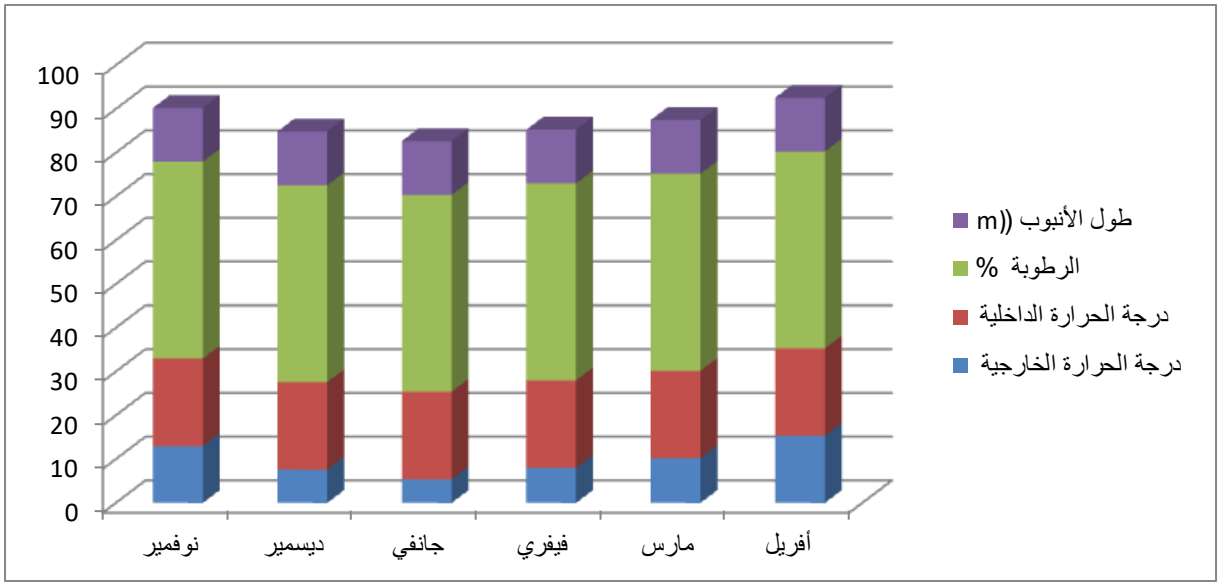
1/- الفترة الشتوية :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	13	7.6	5.4	8	10.2	15.3
درجة الحرارة الداخلية	20	20	20	20	20	20
الرطوبة %	45	45	45	45	45	45
طول الأنبوب (m)	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	9.256	9.256	9.256	9.256	9.256	9.256

نلاحظ أن قيمة طول الأنبوب ثابتة بقيمة 12.28 متر .

نترجم هده القيم على شكر منحنى بياني و أعمدة بيانية .



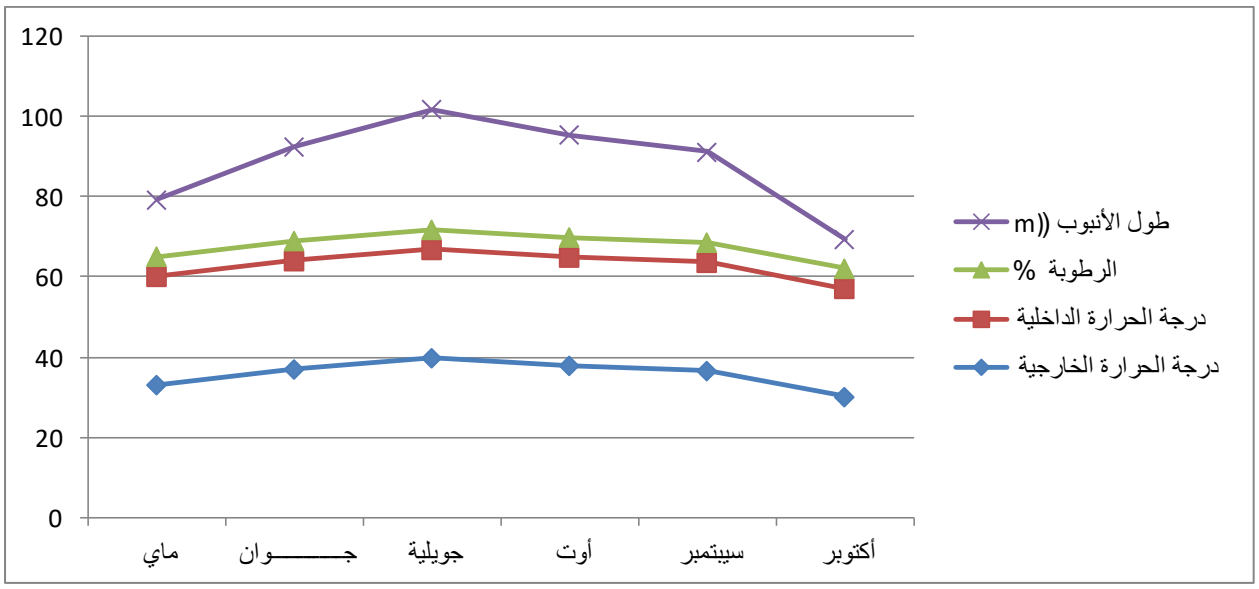


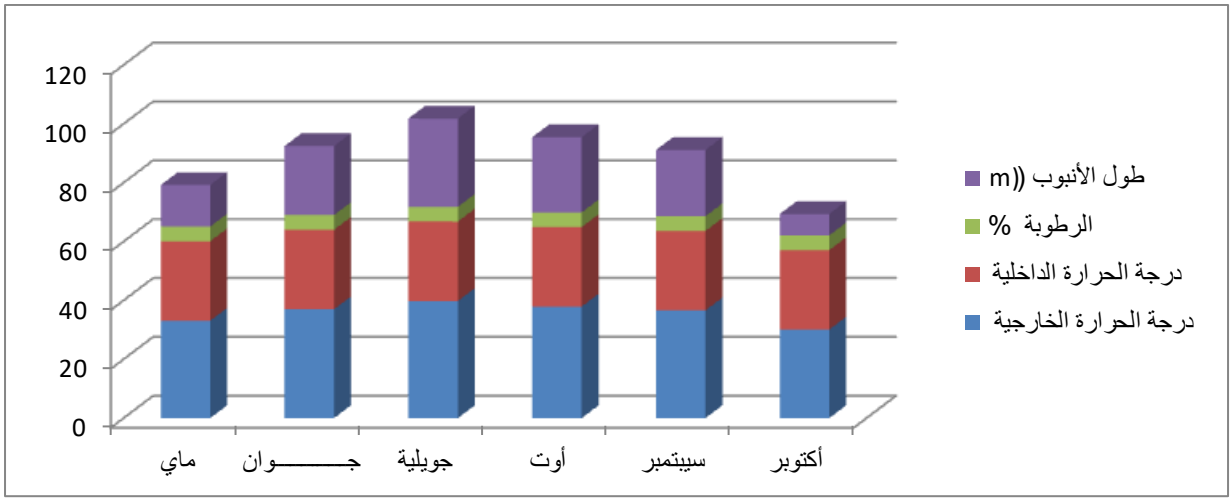
2/- الفترة الصيفية :

الفترة الصيفية	ماي	جـــوان	جويلية	أوت	سيبتمبر	أكتوبر
درجة الحرارة الخارجية	33.1	37	39.8	37.9	36.6	30.1
درجة الحرارة الداخلية	27	27	27	27	27	27
الرطوبة %	5	5	5	5	5	5
طول الأنبوب (m)	14.1	23.44	30	25.55	22.5	7.27
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	48.506	48.506	48.506	48.506	48.506	48.506

نلاحظ أن أكبر قيمة في طول الأنبوب هي في شهر جويلية بـ 30 متر

* نترجم هده القيم على شكل منحنى بياني و أعمدة بيانية للتوضيح أكثر :



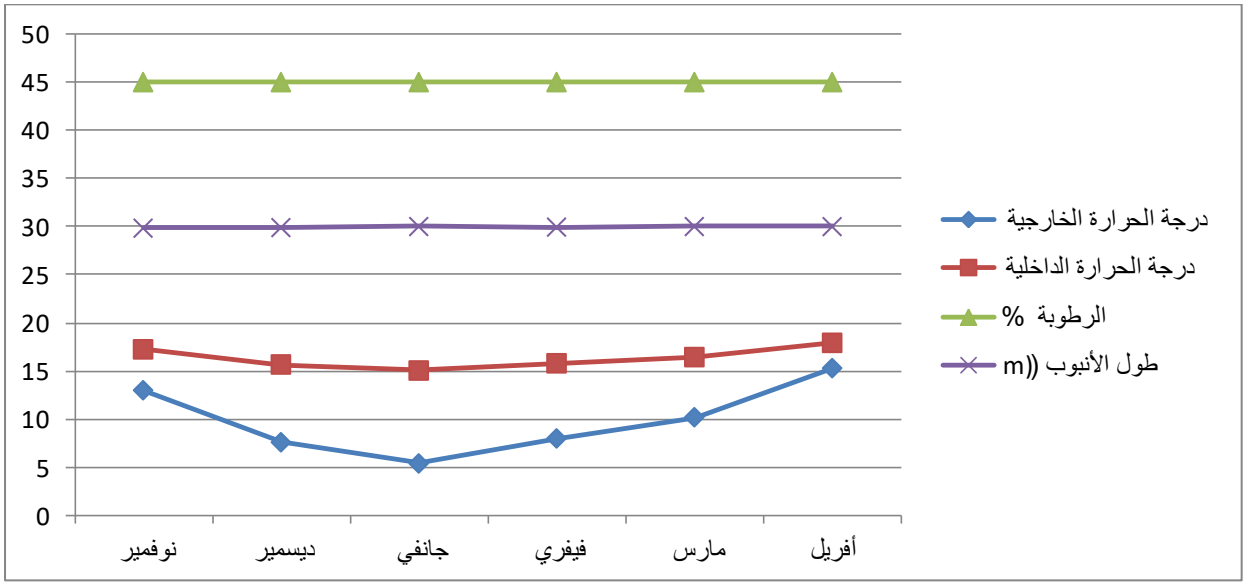


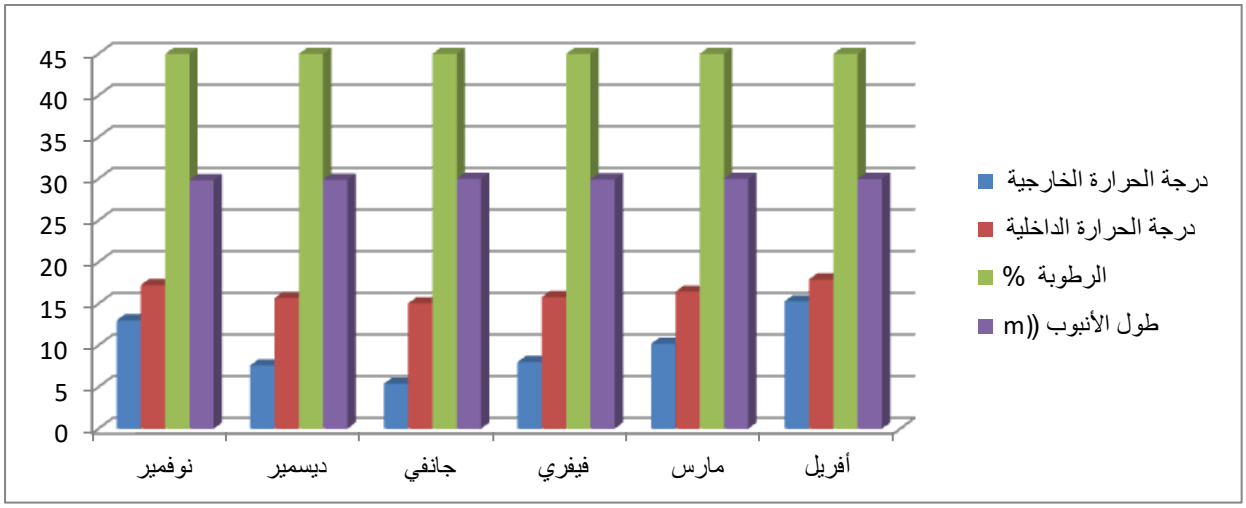
بمأن أكبر قيمة في طول الأنبوب هي في الفترة الصيفية في شهر جويلية بقيمة 30 متر . نحاول تثبيت هده القيمة في الفترة الشتوية ، ونغير في درجة الحرارة الداخلية للمبنى . حتى نصل الى طول الأنبوب أو بالتقريب 30متر .

* تحصلنا على القيم للدرجة الحرارة الداخلية المعطاة كالأتي :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	13	7.6	5.4	8	10.2	15.3
درجة الحرارة الداخلية	17.25	15.68	15.05	15.8	16.444	17.925
الرطوبة %	45	45	45	45	45	45
طول الأنبوب (m)	29.83	29.89	30	29.94	30	29.99
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	16.198	30.73	36.562	29.62	23.659	9.95

نترجم هده القيم على شكل منحنى بياني و أعمدة بيانية :





النتيجة العامة :

الان لدينا قيمة طول الأنبوب 30 متر ، على مدى العام في كلا الفترتين الشتوية و الصيفية وهدا هو الهدف المنشود اليه .

تفسيـــــــر النتيجة :

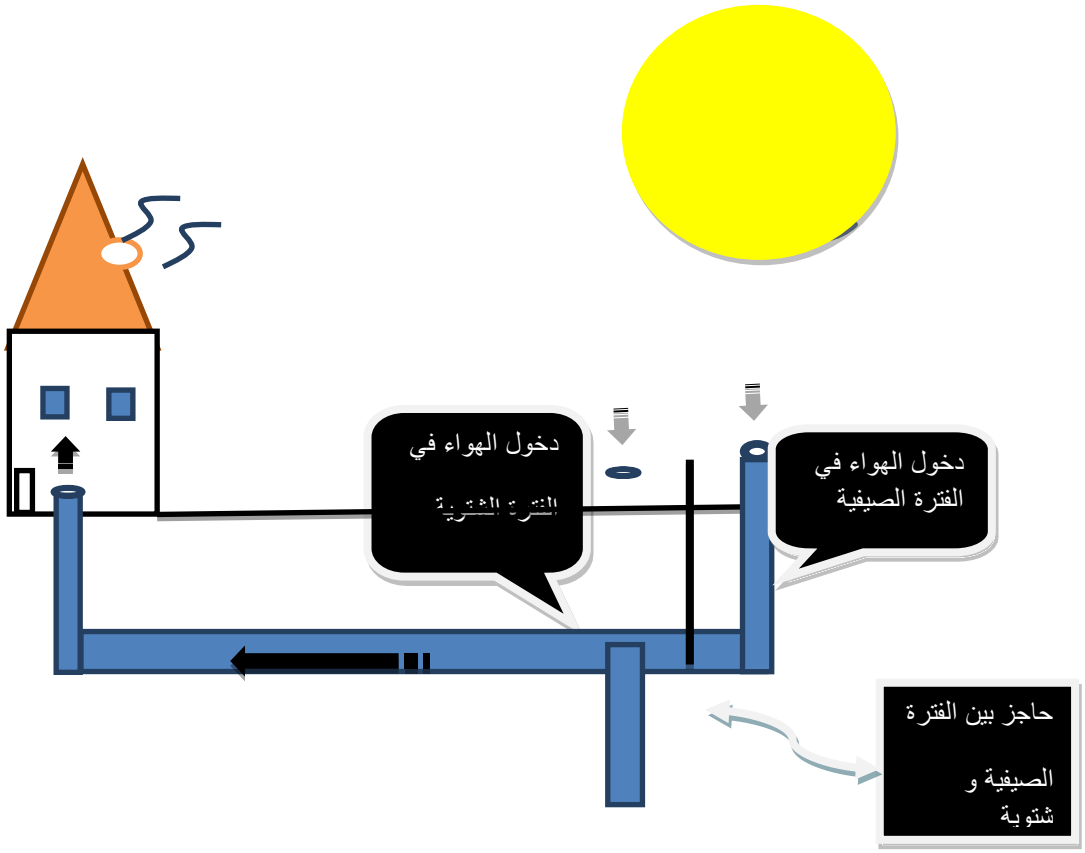
طول الأنبوب هو 30 متر . أي يعني وضع الأنبوب ولا يمكن تغيره على مدى العام في كلا الفترتين الصيفية و الشتوية مع التحكم في الحرارة الداخلية للمبنى ، وتجنب الخسارة المادية .

* تحصلنا على قيم طول الأنبوب في الفترة الشتوية 30 متر بعد دراستها مثل الفترة الصيفية * في الفترة الشتوية لحظنا نقصان في درجة الحرارة الداخلية من 20 الى حوالي 15 الى 17 بعدما كان طول الأنبوب 12.28 متر الى 30 متر ، وهدا ليس معقول في الشتاء .

*لدينا في الجدول الأول في الفترة الشتوية طول الأنبوب 12.28 متر حاولنا تكبيره الى 30 متر حتى يكون مثل الفترة الصيفية 30 متر . لتقليل ماليا وماديا و جعله أنبوب واحد على مدى العام .

* في هده الحالة هناك حلان لكن يكلف ماديا قليلاً .

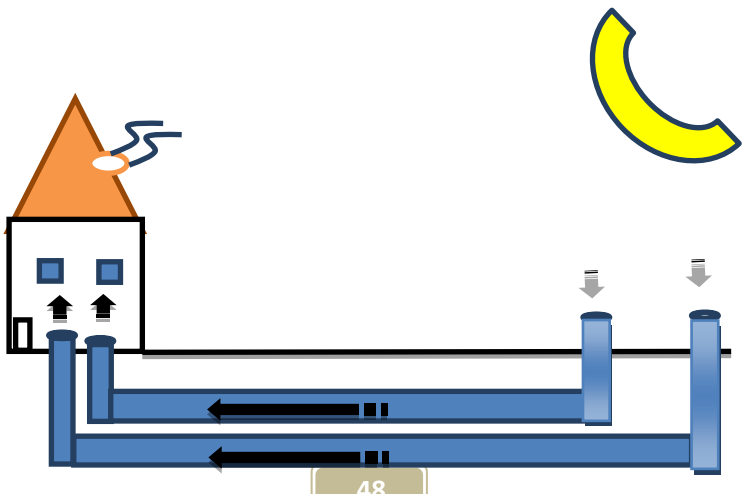
1/- الحـــل الأول : مخطط توضيحي :



في هدا الحالة ، الحل الأول أنبوب واحد على فتحتين الفتحة الأولى دخول الهواء في فترة الصيفية الهواء ساخن على بعد طول الأنبوب 30متر ، و فتحة ثانية دخول الهواء في الفترة الشتوية على طول الأنبوب بعد 12.28 متر ، مع وجود حاجز فاصل بين الفترتين .

2/- الحـــــل الثاني :

مخطط توضيحي :



في هده الحالة ، الحالي الثاني نوضع أنبوبين . الأنبوب الأول على طول 12.28 متر للفترة الشتوية ، و الأنبوب الثاني 30 متر للفترة الصيفية . لكن هدا يكلف ماديا قليلا .

II /- بالنسبة لولاية ورقلة :

نقوم بالنفسة الحالة مثل ولاية غرداية في مدينة زلفانة . بإستخراج درجة الجرارة الخارجية

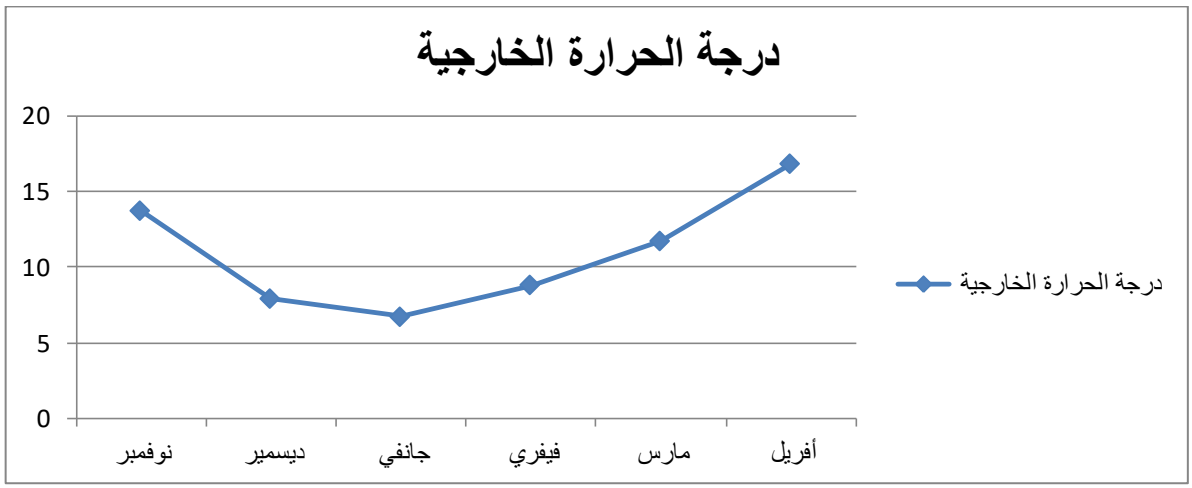
في كلا الفترتين الصيفية و الشتوية .

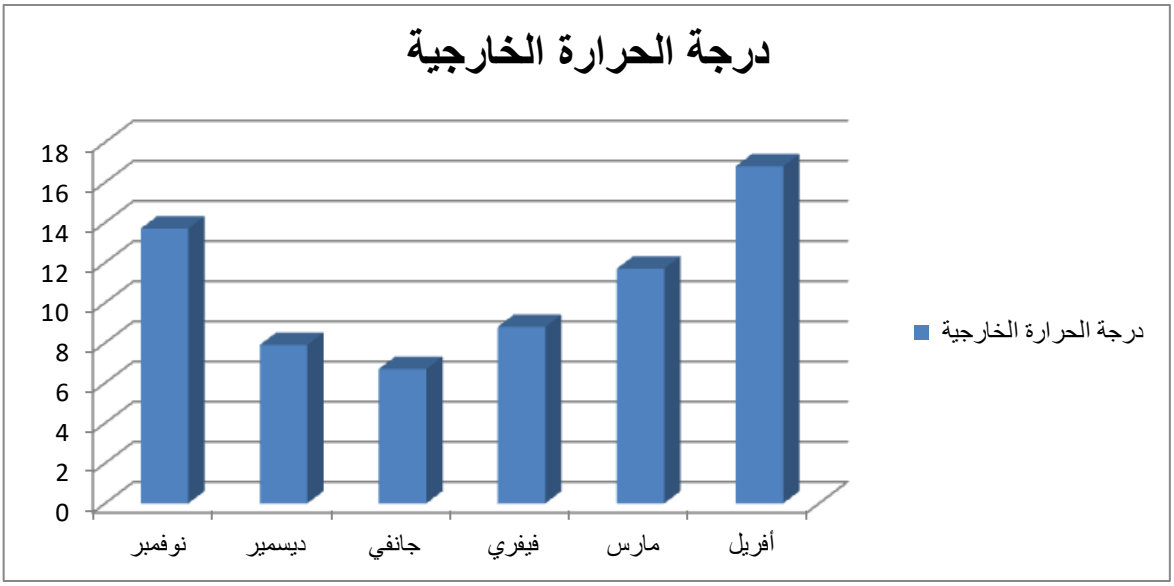
1/- درجة الحرارة الخارجية :

1-1/-الفترة الشتوية :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	13.7	7.9	6.7	8.8	11.7	16.8

نترجم هده القيم على شكل منحنى بياني و أعمدة بيانية للتوضيح أكثر :

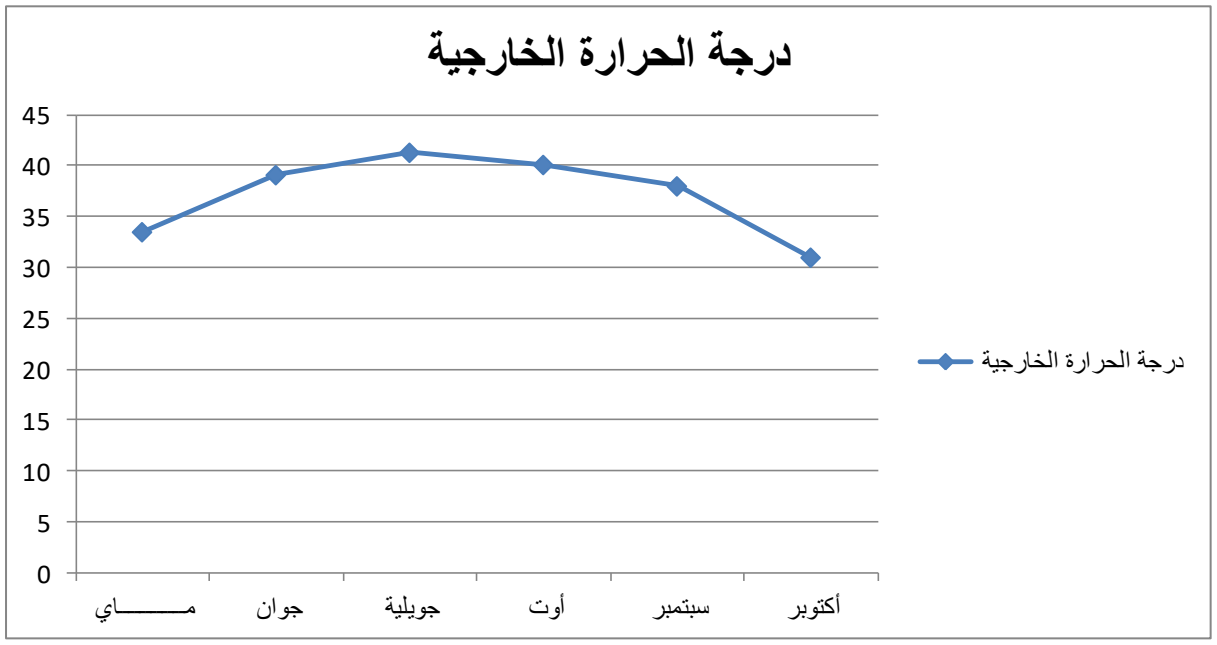


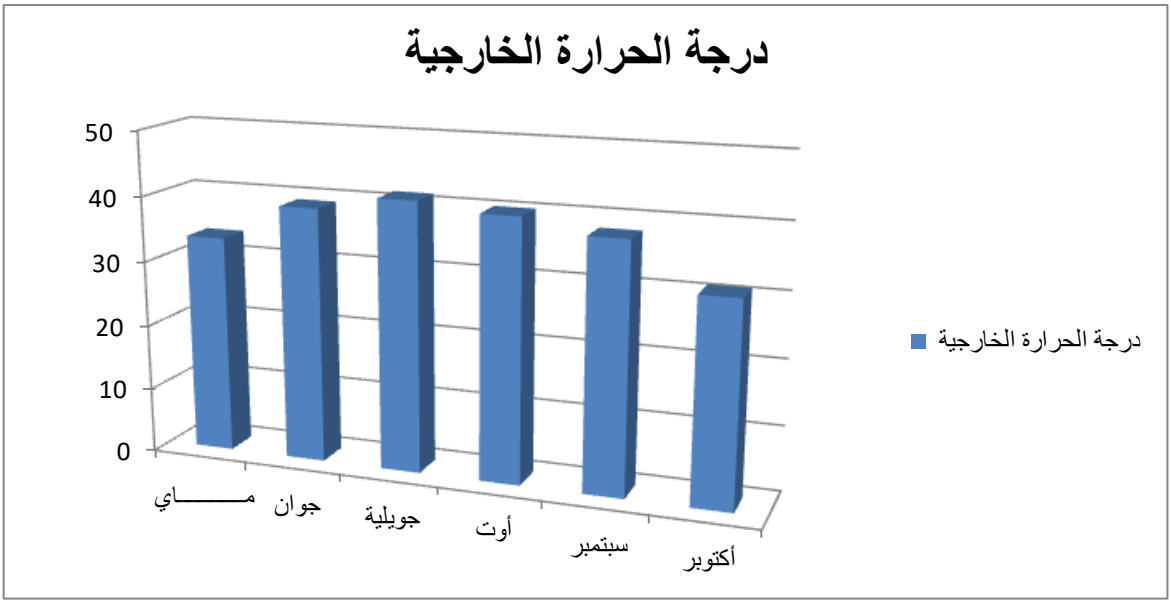


1-2 /- الفترة الصيفية :

الفترة الصيفية	مـاي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر
درجة الحرارة الخارجية	33.5	39.1	41.3	40.1	38	31

نترجم هده القيم على شكل منحنى بياني و أعمدة بيانية للتوضيح أكثر :





2/- دراسة طول الأنبوب :

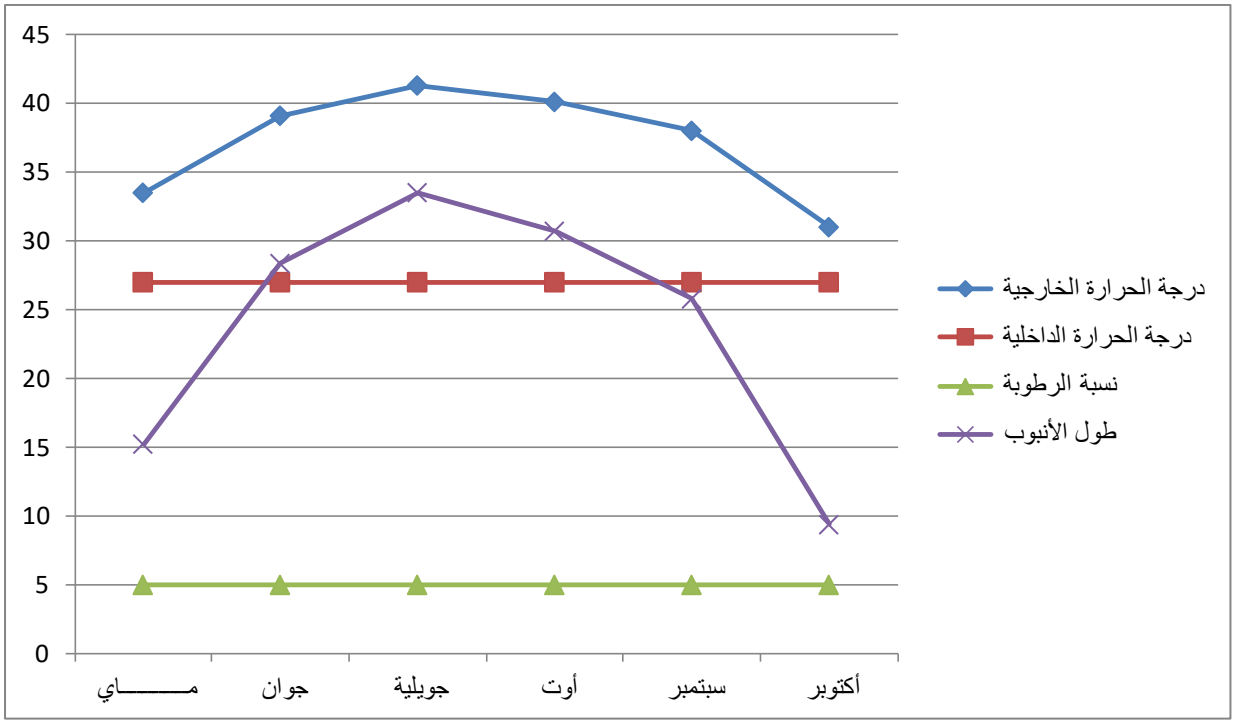
مثل ما فعنا سابقًا في ولاية غرداية مدينة زلفانة و بإستخدام العلاقة (1) نحسب طول الأنبوب خلال كل شهر .

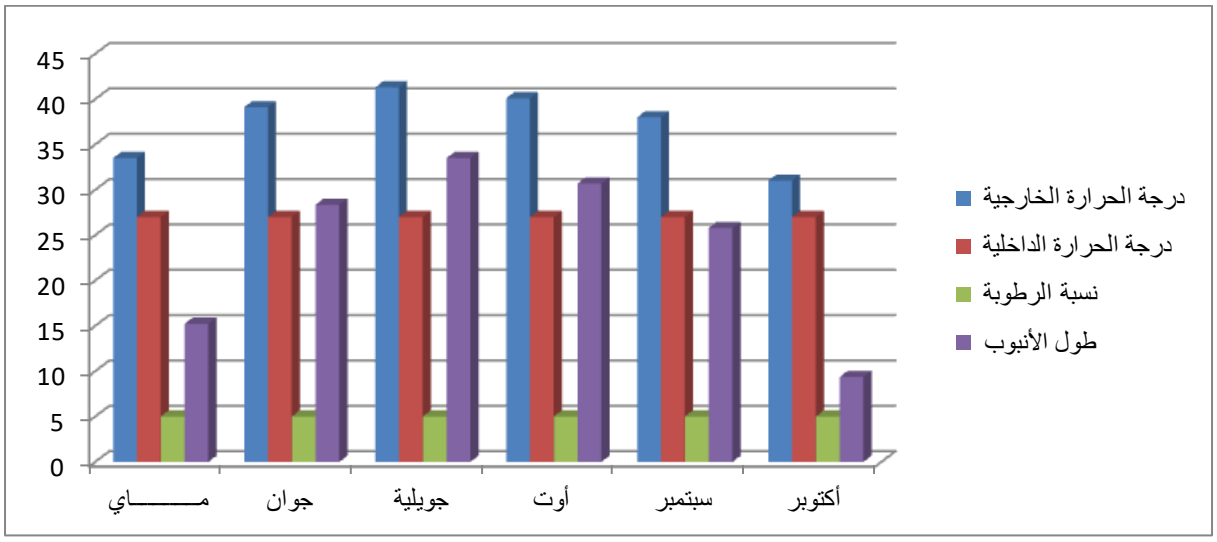
2-2/- الفترة الصيفية :

الفترة الصيفية	مـــاي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر
درجة الحرارة الخارجية	33.5	39.1	41.3	40.1	38	31
درجة الحرارة الداخلية	27	27	27	27	27	27
نسبة الرطوبة	5	5	5	5	5	5
طول الأنبوب	15.23	28.36	33.51	30.7	25.78	9.37
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	48.506	48.506	48.506	48.506	48.506	48.506

نلاحظ أن أكبر طول أنبوب في الفترة الصيفية هو 33.51 متر في شهر جويلية .

نترجم هده القيم على شكل منحنى بياني و أعمدة بيانية :



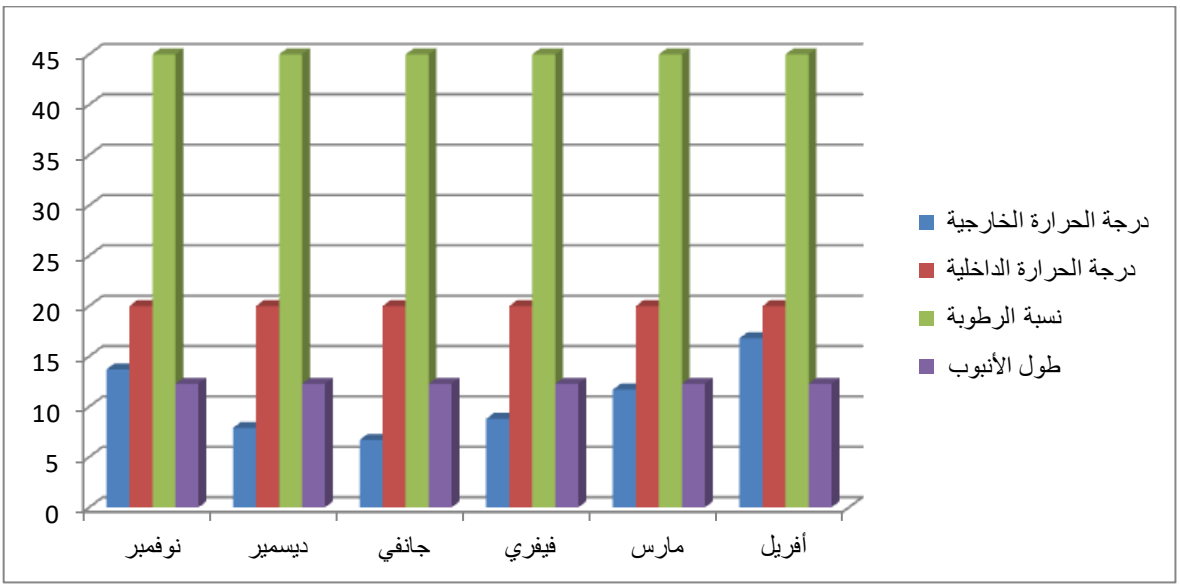


2-3/- الفترة الشتوية :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	13.7	7.9	6.7	8.8	11.7	16.8
درجة الحرارة الداخلية	20	20	20	20	20	20
نسبة الرطوبة	45	45	45	45	45	45
طول الأنبوب	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	9.256	9.256	9.256	9.256	9.256	9.256

نلاحظ أن طول الأنبوب ثابت على مدى الفترة الصيفية بطول 12.28 متر .

نترجم هده القيم على شكل منحنى بياني و أعمدة بيانية .



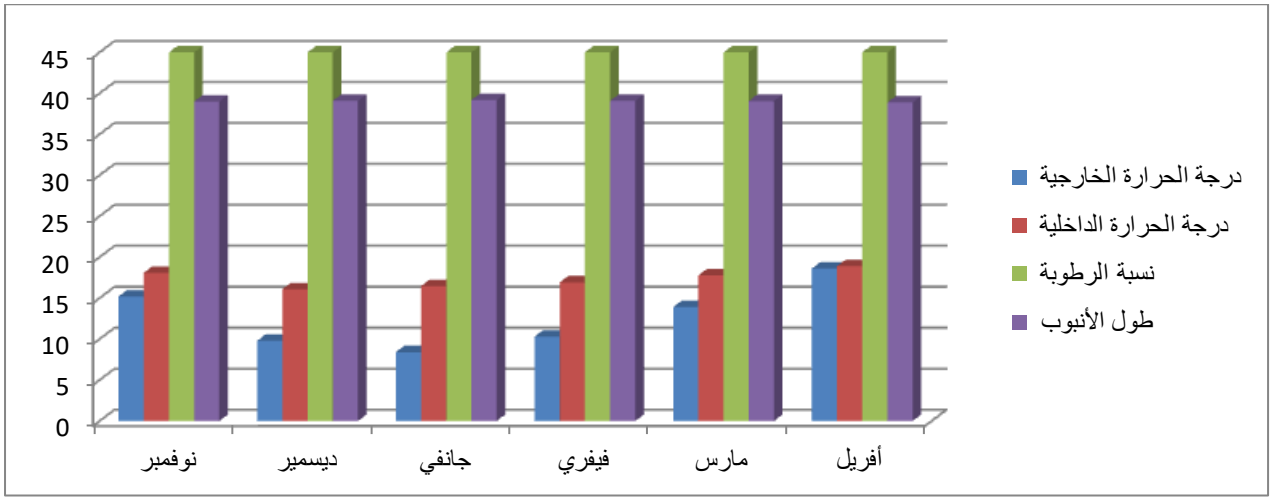
<u>الملاحظة و التفسير :</u>

بمأن أكبر قيمة في طول الأنبوب هي في الفترة الصيفية في شهر جويلية بقيمة 33.51 متر . نحاول تثبيت هده القيمة في الفترة الشتوية ، ونغير في درجة الحرارة الداخلية للمبنى . حتى نصل الى طول الأنبوب أو بالتقريب 33متر . مثل مافعنا سابقا مع ولاية غرداية .

* تحصلنا على القيم للدرجة الحرارة الداخلية المعطاة كالأتي :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	13.7	7.9	6.7	8.8	11.7	16.8
درجة الحرارة الداخلية	17.57	16	15.7	16.25	17.05	18.51
نسبة الرطوبة	45	45	45	45	45	45
طول الأنبوب	33.24	33.16	33.5	33.27	33.7	33.51
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	13.236	27.789	30.545	25.454	18.049	4.535

نترجم هده الحسابات الى منحنى بياني و أعمدة بيانية :



النتيجة العامة :

الان لدينا قيمة طول الأنبوب حوالي بالتقريب 33 متر ، على مدى العام في كلا الفترتين الشتوية و الصيفية وهدا هو الهدف المنشود اليه .

تفسيـــــــر النتيجة :

طول الأنبوب هو 33.51 متر كأعلى قيمة و طول . أي يعني وضع الأنبوب ولا يمكن تغيره على مدى العام في كلا الفترتين الصيفية و الشتوية مع التحكم في الحرارة الداخلية للمبنى ، وتجنب الخسارة المادية .

الخلاصـــــة :

* تحصلنا على قيم طول الأنبوب في الفترة الشتوية 33.51 متر بعد دراستها مثل الفترة الصيفية.

* في الفترة الشتوية لحظنا نقصان في درجة الحرارة الداخلية من 20 الى حوالي 15 الى 18 بعدما كان طول الأنبوب 12.28 متر الى 33.51 متر ، وهدا ليس معقول في الشتاء .

*لدينا في الجدول الأول في الفترة الشتوية طول الأنبوب 12.28 متر حاولنا تكبيره الى 33.51 متر حتى يكون مثل الفترة الصيفية 30 متر . لتقليل ماليا وماديا و جعله أنبوب واحد على مدى العام .

* بمأن النتائج الأخيرة ليست معقولة نلجأ في هده الحالة هناك حلان لكن يكلف ماديا قليلاً. وهوما نفس الحلان لولاية غرداية مدينة زلفانة .

III /- بالنسبة لولاية عين صـالح :

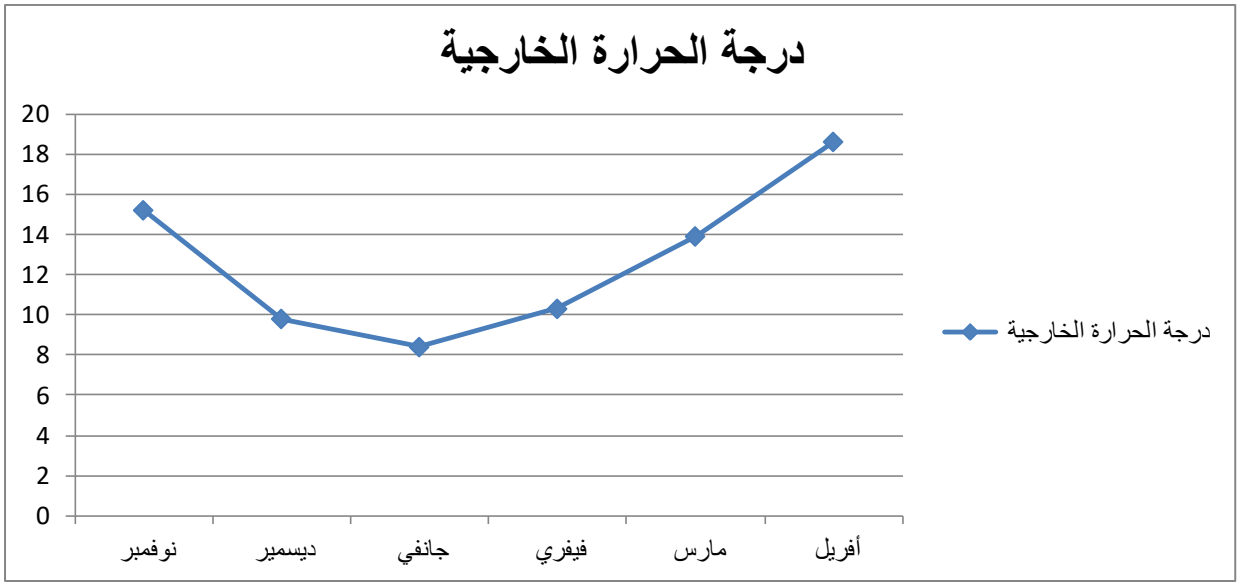
نقوم بالنفسة الحالة مثل ولاية غرداية في مدينة زلفانة و ولاية ورقلة . بإستخراج درجة الجرارة الخارجية في كلا الفترتين الصيفية و الشتوية بواسطة برنامج جيرينوس .

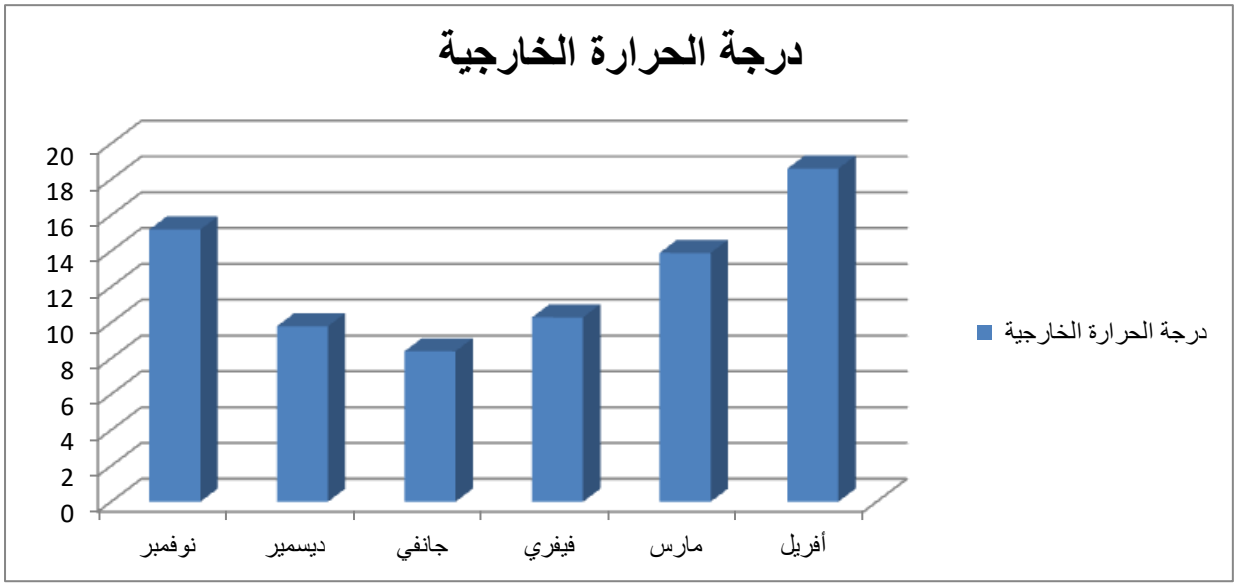
1/- دراسة درجة الحرارة الخارجية :

1-1/- الفترة الشتوية :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمير	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	15.2	9.8	8.4	10.3	13.9	18.6

نترجمها الى منحنى بياني للتوضيح أكثر .

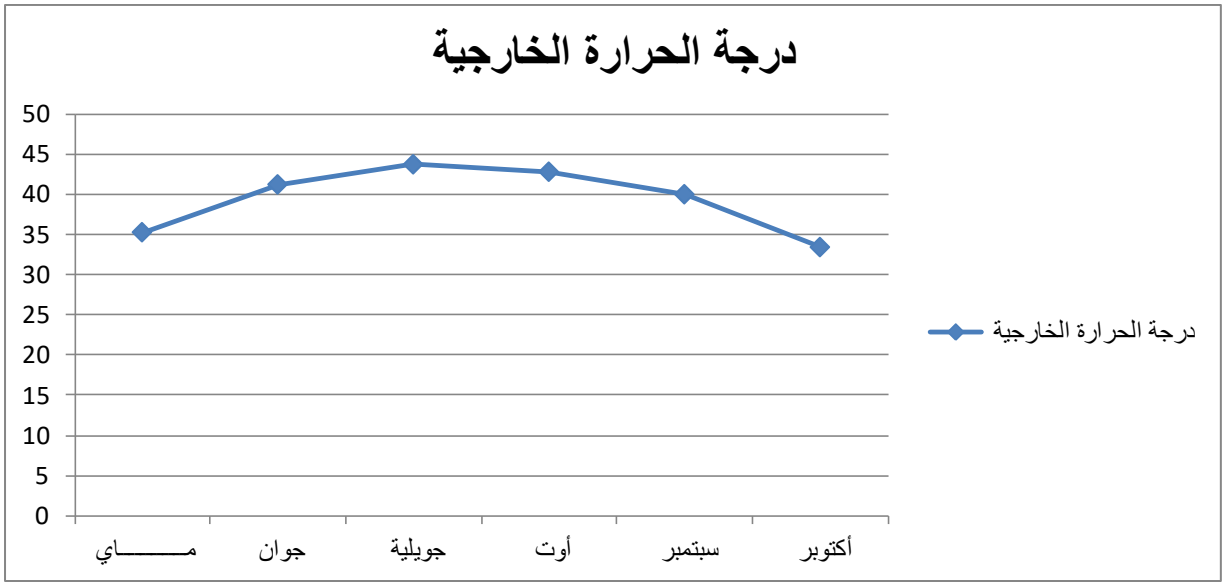


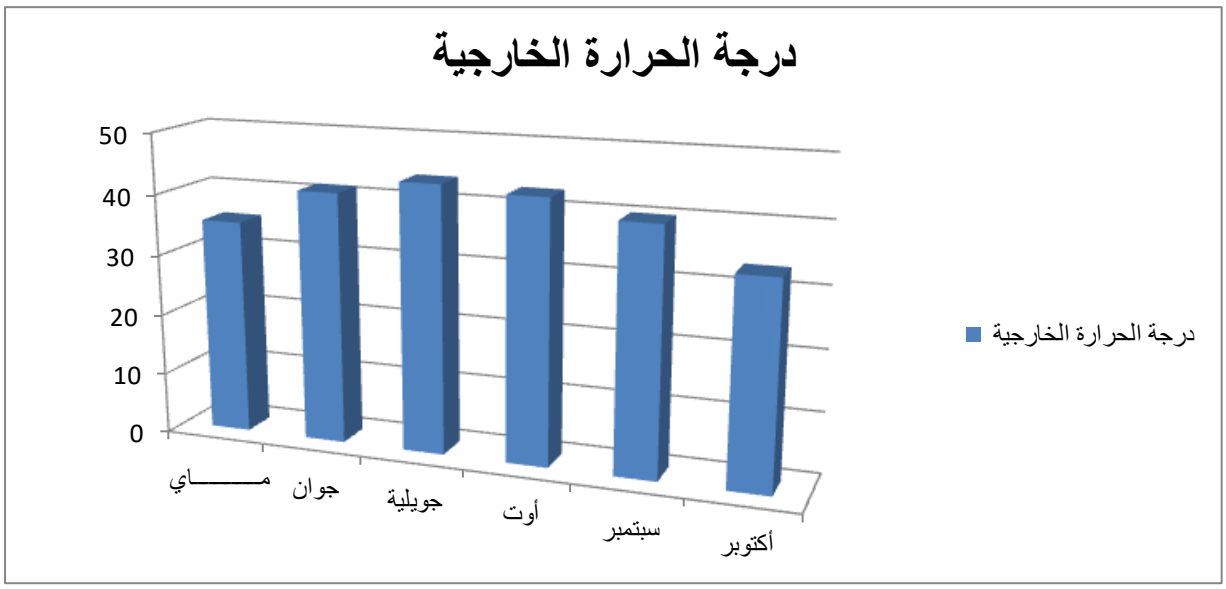


1-2/- الفترة الصيفية :

الفترة الصيفية	مـاي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر
درجة الحرارة الخارجية	35.28	41.22	43.72	42.8	40	33.43

نترجم هده القيم الى منحنى بياني و أعمدة بيانية للتوضيح أكثر .





2/- دراسة طول الأنبوب :

* نضع في ولاية عين صالح الرطوبة في الفترة الصيفية 5% ، و الفترة الشتوية 45% .

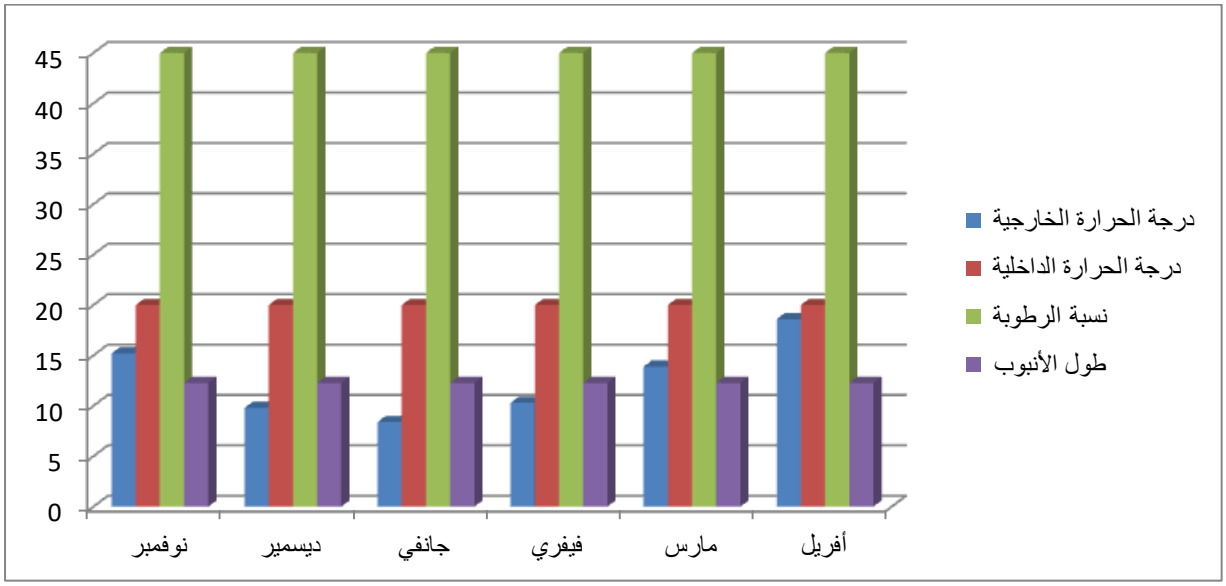
* نضع أيضاً الحرارة الداخلية تقريبياً في الفترة الصيفية 27 و الفترة الشتوية 20 .

* بتطبيق العلاقة رقم (1) نجد :

2/-1 /- الفترة الشتوية :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	15.2	9.8	8.4	10.3	13.9	18.6
درجة الحرارة الداخلية	20	20	20	20	20	20
نسبة الرطوبة	45	45	45	45	45	45
طول الأنبوب	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	9.256	9.256	9.256	9.256	9.256	9.256

نترجم هده القيم الى منحنى بياني و أعمدة بيانية .

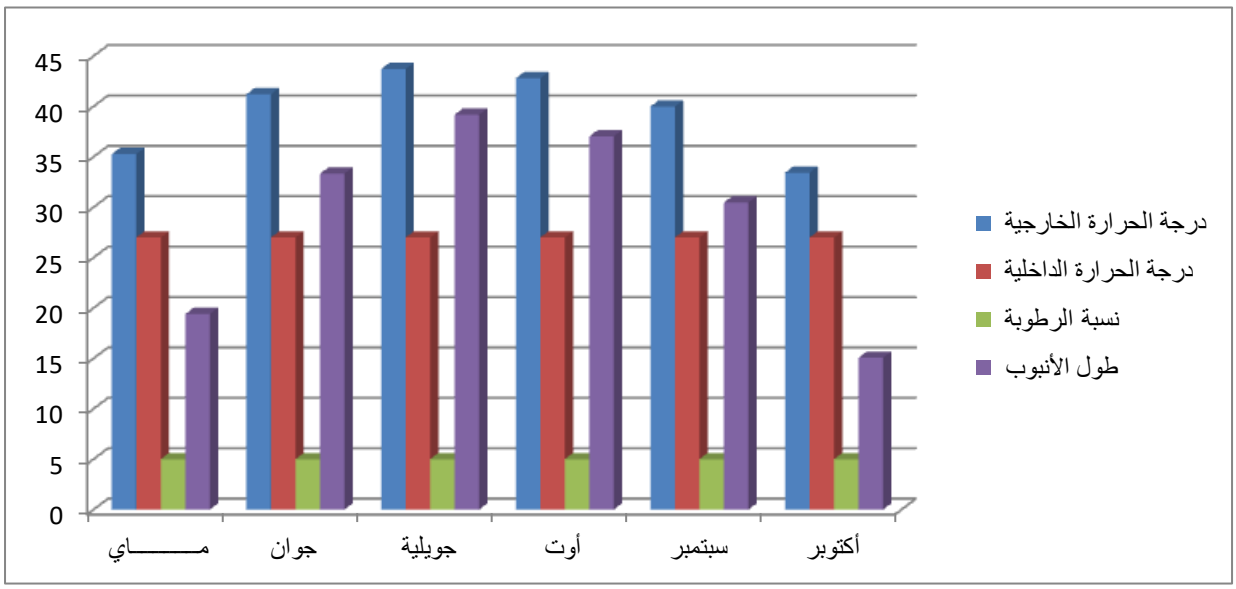


نلاحظ أن قيمة الأنبوب ثابتة في الفترة الشتوية مثلها مثل ولاية ورقلة و غرداية .

2-2/- الفترة الصيفية :

الفترة الصيفية	مـاي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر
درجة الحرارة الخارجية	35.28	41.22	43.72	42.8	40	33.43
درجة الحرارة الداخلية	27	27	27	27	27	27
نسبة الرطوبة	5	5	5	5	5	5
طول الأنبوب	19.41	33.33	39.19	37.03	30.47	15.07
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	48.506	48.506	48.506	48.506	48.506	48.506

نترجم هده القيم الى منحـنى بياني و أعمدة بيانية .



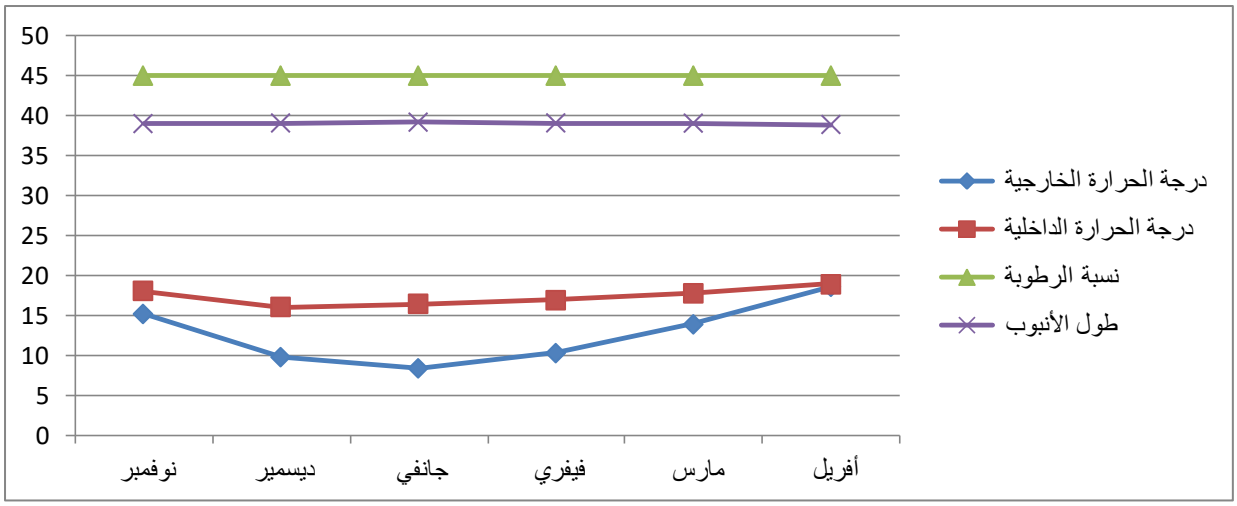
نلاحظ أن أطول أنبوب هي 39.19 متر في شهر جويلية . وهدا أيضا مثل حالتي ولاية ورقلة و زلفانة .

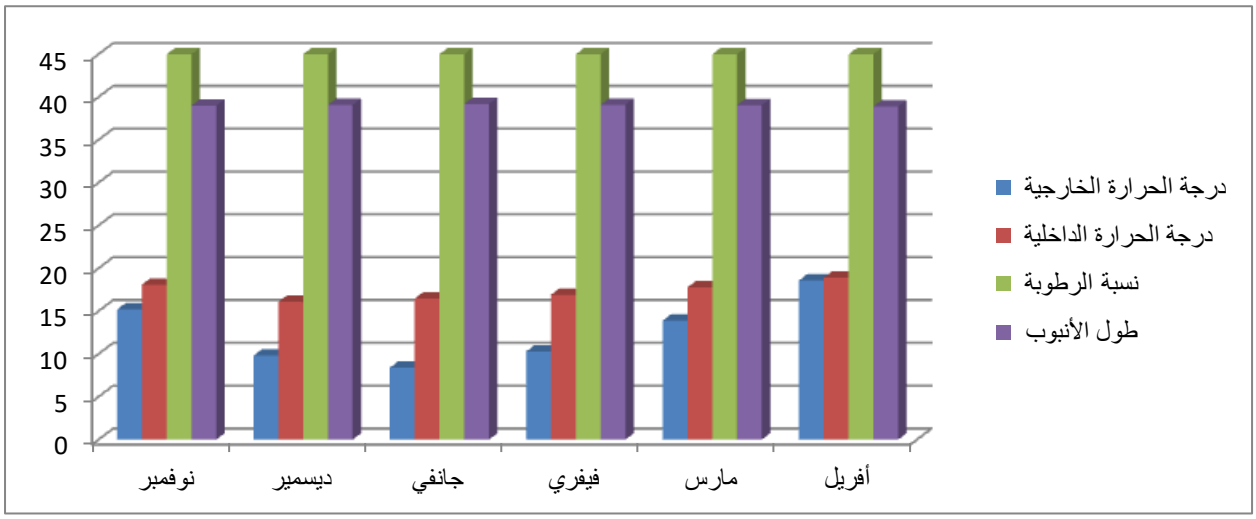
بمأن أكبر قيمة في طول الأنبوب هي في الفترة الصيفية في شهر جويلية بقيمة 33.51 متر . نحاول تثبيت هده القيمة في الفترة الشتوية ، ونغير في درجة الحرارة الداخلية للمبنى . حتى نصل الى طول الأنبوب أو بالتقريب 33متر . مثل مافعنا سابقا مع ولاية غرداية وولاية ورقلة .

* تحصلنا على القيم للدرجة الحرارة الداخلية و طول الأنبوب الجديد المعطاة كالأتي :

الفترة الشتوية	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
درجة الحرارة الخارجية	15.2	9.8	8.4	10.3	13.9	18.6
درجة الحرارة الداخلية	18.09	16.08	16.47	16.92	17.78	18.904
نسبة الرطوبة	45	45	45	45	45	45
طول الأنبوب	39	39.08	39.18	39.09	39.06	38.89
تدفق الطاقة في الأنبوب (w/m3)	8.423	27.028	23.418	19.256	11.292	0.889

نترجم هده القيم الى منحنى بياني و أعمدة بيانية .





النتيجة العـــــامة :

الان لدينا قيمة طول الأنبوب حوالي بالتقريب 39.19 متر ، على مدى العام في كلا الفترتين الشتوية و الصيفية وهدا هو الهدف المنشود اليه لولاية عين صالح .

تفسيـــــــر النتيجة :

طول الأنبوب هو 39.19 متر كأعلى قيمة و طول . أي يعني وضع الأنبوب ولا يمكن تغيره على مدى العام في كلا الفترتين الصيفية و الشتوية مع التحكم في الحرارة الداخلية للمبنى ، وتجنب الخسارة المادية .

الخلاصـــــة :

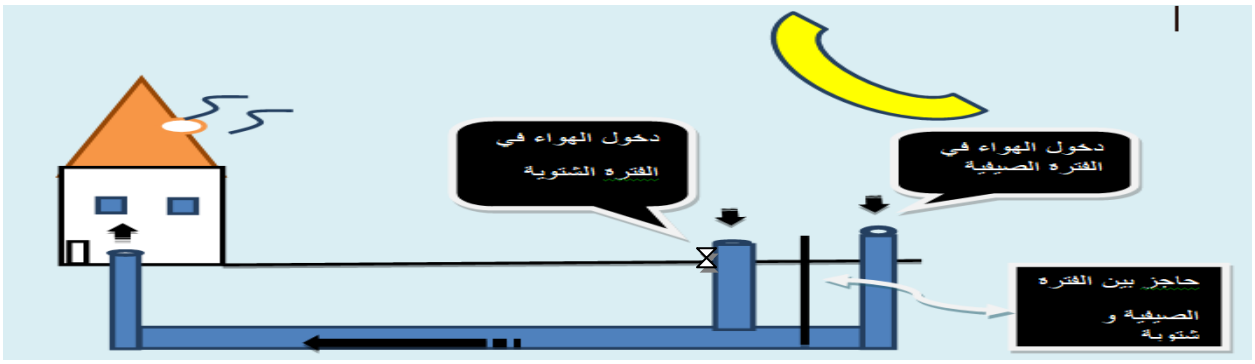
* تحصلنا على قيم طول الأنبوب في الفترة الشتوية 33.51 متر بعد دراستها مثل الفترة الصيفية.

* في الفترة الشتوية لحظنا نقصان في درجة الحرارة الداخلية من 20 الى مابين 16 الى 18 بعدما كان طول الأنبوب 12.28 متر الى 39.19 متر ، وهدا ليس معقول في الشتاء .

*لدينا في الجدول الأول في الفترة الشتوية طول الأنبوب 12.28 متر حاولنا تكبيره الى 39.19 متر حتى يكون مثل الفترة الصيفية 39.19 متر كأعلى طول . لتقليل ماليا وماديا و جعله أنبوب واحد على مدى العام .

* بمأن النتائج الأخيرة ليست معقولة نلجأ في هده الحالة هناك حلان لكن نختار الحل الأقل تكلفة ماديا و إقتصادياً . وهو الحل أنبوب واحد ذات مدخلين .

الحل المثالي :

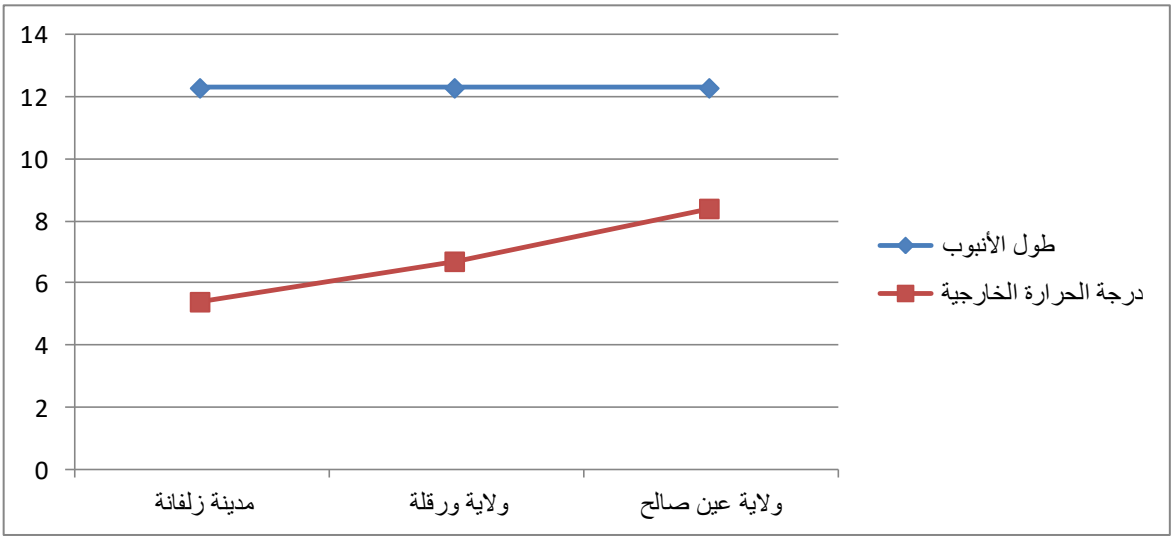


IV/- المقارنـــــة بين الولايات في طول الأنبوب :

1/- الفترة الشتوية :

لدينا طول الأنبوب و درجة الحرارة الخارجية لكل ولاية .

الفترة الشتوية	طول الأنبوب	درجة الحرارة الخارجية
مدينة زلفانة	12.28	5.4
ولاية ورقلة	12.28	6.7
ولاية عين صالح	12.28	8.4



يمثل الجدول المقابل قيم كل من درجة الحرارة الخارجية و طول الأنبوب حيث نلاحظ أن ولاية زلفانة في الفترة الشتوية أشد برودة من كل من ولاية ورقلة و عين صالح ،يرافق دلك ثبات في طول الأنبوب في الولايات الثلاثة .

2 /- الفترة الصيفية :

لدينا طول الأنبوب و درجة الحرارة الخارجية لكل ولاية .

الفترة الصيفية	طول الأنبوب	درجة الحرارة الخارجية
مدينة زلفانة	30	39.8
ولاية ورقلة	33.51	41.3
ولاية عين صالح	39.19	43.72

يمثل الجدول المقابل قيم كل من درجة الحرارة الخارجية و طول الأنبوب حيث نلاحظ أن ولاية عين صالح في الفترة الصيفية أشد حر مقارنةً بكل من ولاية ورقلة و زلفانة ،يرافق دلك زيادة في طول الأنبوب بالتدرج من عين صالح إلى ورقلة الى زلفانة.

من خلال مقارنتنا تحصلنا على أن درجة الحرارة لديها تئثير كبير في طول الأنبوب ، أي أن العلاقة علاقة طردية في درجة الحرارة الخارجية و الأنبوب أي أن كل مازادت درجة الحرارة الخارجية في لبفترة الصيفية زاد طول الأنبوب . أما في الفترة الشتوية يبقى ثابت .

الخـــاتمـة الـــعـــــامة

* تستغل أنظمة تدفئة المباني والتهوية وتكييف الجــو حوالي نصف الطاقة المستهلكة في المباني. لدلك يجب علينا أن نقلل من إستخدام الأجهزة السلبية في المباني ، لأنها تؤثر بشكل كبير على الجانب الإقتصادي و إستهلاك الطاقة من أجل التخلص من عبئ التكاليف الإقتصادية و الطاقوية ، توصلنا الى حل غير مكلف وهو نظام مبدل حراري ، متمثل في أنابيب أسفل الأرض .

* من خلال دراستنا ، توصلنا إلى تصميمًا جديدًا لنظام التبريد داتي يتكون من مبادل حراري جو-أرضي ، يعتمد علـى الأنابيب الأرضية ، حيث أن هذا النظام مختص في تكييف الهواء خلال فترة الصيف يرافق دلك التدفئة أثناء فترة الشتاء في المناطق شبه القاحلة في الجنوب الجزائري .

* الغرض من هذا العمل هو تقديم دراسة نمذجة ومحاكاة لـ نظام داتي جديد يتكون من مبادل حراري (هواء-تربة) مقترن بأنابيب أرضية تحت المباني في منطقة زلفانة و قارناها بـولاية ورقلة و عين صالح .

* بعد المحاكاة العددية للنظام ، التصميم الأمثل للأنابيب تم الحصول على حليين مثالين لكل من منطقة زلفانة وولاية ورقلة و عين صالح ، عن طريق طرح أنبوبين الأول مخصص لفترة الشتاء الغرض من دلك التدفئة ، أما الثاني فهو مخصص فترة الصيف و الهدف من دلك تلطيف الهواء. أما الحل الثاني متمثل في أنبوب واحد بمدخليين ، مدخل في الفترة الصيفية للتكييف و الأخر في الفترة الشتوية و الهدف من دلك التدفئة . لكل فترة صيفية أو شتوية طول معين .لكن في الأخير دائما نختار الحل الأقل تكلفة أي الحل المناسب هو الحل دات أنبوب واحد بمدخلين .

* بما في دلك كل مازادت الحرارة صيفًا زاد طول الأنبوب ، أما شتاءًا ثابتًا على حسب المقارنة بين الولايات الثلاثة أي علاقة طردية .

*** للعمل بهدا النظام مستقبلاً لدينا بعض التوصيات :**

1/- إجراء دراسة تجريبية لمبادل حراري جو-أرضي مقترن بـأنابيب تحت الأرض لفحص أدائها في الظروف الحقيقة .

2/- إنجاز دراسة فنية اقتصادية للنظام على مدار العام .

المـراجـــــــــع

[1] – الطالبان حر رياض + محمد زلاصي من المدكرة تحليل أداء الطاقة لمبادل الحراري الى جانب نظام برج الرياح في منطقة ورقلة في 2022/14/06 .

[2]- الدكتور نصيب هشام من مدكرة تأثير الشروط الدورية على دقة النتائج مشاكل نقل الحرارة العددية غير مستقر – دراسة للعزل الحراري في 2021/04/05 .

[3]- موقع قوقل سكول – ويكيديا العوازل الحرارية المتعلقة بالمبنى

https://www.marefa.org/w/index.php?title action=edit

[4]-]- الدكتور نصيب هشام من مدكرة تأثير الشروط الدورية على دقة النتائج مشاكل نقل الحرارة العددية غير مستقر – دراسة للعزل الحراري في 2021/04/05 .

[5]- https://www.ecohabitation.com/guides/2601/puits-canadien-comment-le-dimensionner/ -et les docteurs (djamel belatrche-said Bentouba- mahmoud bourouis)

Analyse numerique des echangeurs de chaleur sol-air dans conditions de fonctionnement dans des climats arides

[6]- خصائص العزل الحراري

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%84%D9%81:PMR _

-[7]

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%BA%D8%B1%D8%AF%D8%A7%D9%8A%D8%A9

-[8]

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%AE_%D8%B5%D8%AD%D8%B1%D8%A7%D9%88%D9%8A

https://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/puits-canadien-ventilation--[9]
double-flux/diff%C3%A9rents_types_tubes.htm

ملخــص

الهدف من هده المدكرة و الرسالة هو دراسة نظام تبريد هجين بجميع المبادل الحرارية الأرضية عامة و بالأخص الأنابيب السفلية لتحت الأرض و المباني . تم إجراء إعداد حسابي لتققيم أدائه ، بالإضافة الى تم تطوريه Excel وبعلاقة و بمساعدة برنامج Grueenus . لدراسة تأثير درجة الحرارة دلك بواسطة برنامج

الخارجية . مثل طول الأنبوب على أداء النظام المقترح . تم التحقق من النمودج بإستخدام بيانات تجريبية والتي أعطت توافقاً جيداً . أظهرت النتائج أن النظام الهجين المقترح قادر على خفض درجة الحرارة من حوالي 50 درجة مئوية الى 21 درجة مئوية على الأقل ، مما يؤكد جدوى النظام لتحقق الراحة الحرارية في المباني السكنية

الكلمات المفتاحية : الراحة الحرارية – مبادل حرارية – طاقة متجددة – تبريد – تهوئة – تدفئة – عزل حراري .