## 1.4. القسم التطبيقي النظري:

**تمهيد:**

بعد تطرقنا إلى دراسة مختلف أشكال حماية النخيل للمجال المشيد و على عدة مستويات سنحاول في هذا الجزء من البحث تقييم المجالات البينية بين مناخ الصحراء و مناخ الواحات, هذه المجالات البينية التي عادة ما تحوي المجال المشيد, و للتمكن من تقييم أبعاد و خصائص هذه المجالات عدة مجاهيل تتدخل كالحرارة, الرطوبة, الرياح, التساقط و الإشعاع الشمسي. و كما سبق الذكر سنعتمد في هذه الدراسة التطبيقية على المنهج التجريبي في البحث العلمي, و الذي يعتمد منهجيا على أربع أنواع من التجارب : التجربة المرتجلة, التجربة العملية التطبيقية, التجربة العملية النظرية و التجربة الغير مباشرة, و لظروف بيداغوجية بالدرجة الأولى سنعتمد في بحثنا هذا على التجربة العملية النظرية و التي تعتمد على المعالجة النظرية لمعطيات ميدانية مكتفين بالنتائج و التحاليل النظرية فاتحين التحقق منها ميدانيا إلى دراسات مستقبلية.

و في ما يخص المتغيرات المذكورة فمنهجيا لا يمكننا العمل نظريا بكم كبير من المجاهيل دفعة واحدة, و حسب ما تنصه نظريات التجربة العلمية سنتلاعب بالمتغيرات أي تثبيت بعضها و ترك أخرى تتحرك. و هي كما سبق ان ذكرناها: درجة الحرارة, الرطوبة, الرياح, الإشعاع الشمسي و التساقط, هذا الأخير يعتبر منذ البداية عنصر حيادي و ذلك لندرته في المنطقة, أما الإشعاع الشمسي و الذي يتغير بحركة الشمس من شروقها إلى غروبها فسنعتبره إشعاعا منسجما أو ما يعبر عنه بالسماء المغطاة, في حين أن عنصر الريح فيجب تثبيت سرعته و اتجاهه و منحهما قيم متدنية لا تؤثر على العلاقات الرياضية المتبعة في الحساب, و يبقى لنا متغيران اثنان درجة الحرارة الجافة و الرطوبة النسبية و اللذان لا ينفصلان عن بعضهما بتاتا.

و نشير أن هذا العمل النظري يتطلب حسابات رياضية معقدة و ضخمة لذا سنقدم التجربة على شكل برنامج معلوماتي يتعامل وفق المعطيات و النتائج المرجوة.

**خطة العمل :**

ينقسم هذا العمل إلى عدة مراحل متسلسلة و مترابطة مع بعضها البعض انطلاقا من

التحصل على المعطيات المناخية و التي تتمثل في متوسط درجات الحرارة الشهرية القصوى و الدنيا و ما يقابلها من متوسط نسب الرطوبة القصوى و الدنيا, لتنطلق أول مرحلة و هي استخراج درجات الحرارة لكل ساعة استنادا إلى جدول زوكولي Szokolzay و بما أننا سنعتمد ببرنامج معلوماتي حاولنا تحويل جدول زوكولي إلى علاقات مثلثية و سنتطرق إلى هذا بالتفصيل لاحقا, و المرحلة الثانية تعتبر استخراج نسب الرطوبة لكل ساعة اعتمادا على التوافق الجيبي لكل من منحنيي الرطوبة و الحرارة, ثم نقوم بتقييم كميات التبخر / نتح لغابات النخيل أو كميات بخار الماء التي تطرحها في الجو و التي تزيد من رطوبته النسبية التي ستكون هدف المرحلة الرابعة, تليها استخراج درجات الحرارة بالتوافق الجيبي العكسي الموافق لنسب الرطوبة الجديدة. لنتحصل في الأخير على المتوسط الشهري لدرجات الحرارة و نسب الرطوبة لكل ساعة داخل النخيل و خارج النخيل و هي المعطيات اللازمة لانطلاق المرحلة الأساسية : تقييم أبعاد و خصائص المنطقة البينية بين مناخ الواحة و مناخ الصحراء.

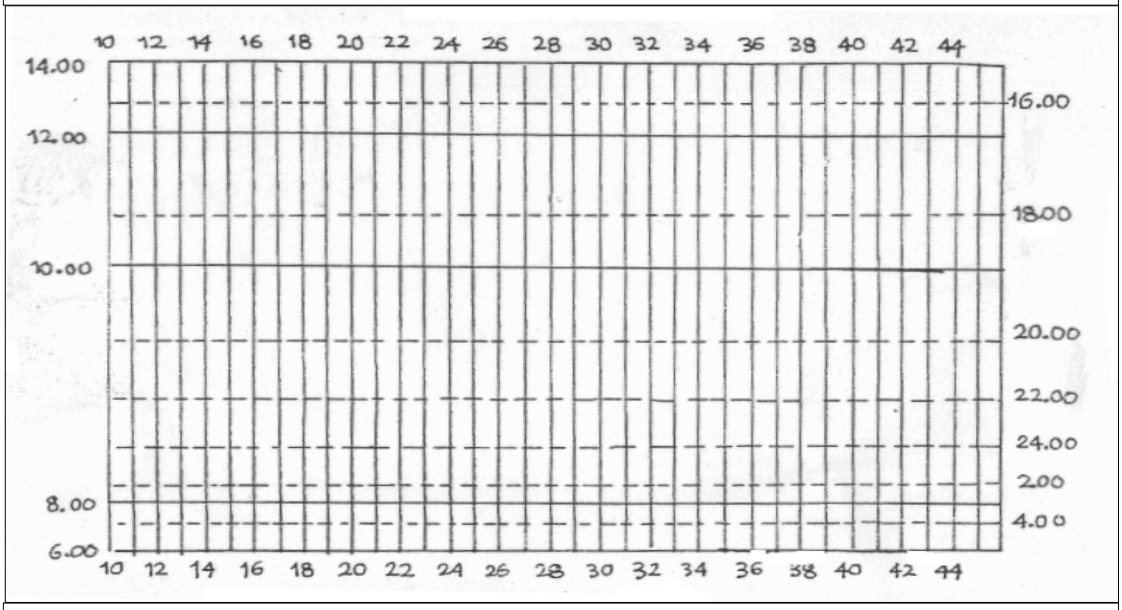
### 1.1.4. استخراج درجات الحرارة الموافقة لكل ساعة:

ان المعطيات الحرارية المتحصل عليها تعتبر متوسط درجات الحرارة الشهرية القصوى و الدنيا, و للتحصل على المتوسط الحراري لكل ساعة سنعتمد هندسيا على جدول زوكولي Szokolay, لكن كما أشرنا أننا سنعتمد على الكمبيوتر في حساباتنا المستقبلية سنحاول تحويل جدول زوكولي إلى علاقات رياضية مثلثية تصاغ في شكل معادلات رياضية من السهل إدماجها في البرنامج المعلوماتي.

#### 1.1.1.4. خطة العمل :

بما أن جدول زوكولي يحتوي على خطوط شاقولية و التي تمثل درجات الحرارة و خطوط أفقية تمثل الساعات ثم خط مائل يمثل منحنى الحرارة مربوطا بدرجتي الحرارة القصوى و الدنيا, و لدينا الفرق في سلم الدرجات ثابتا إذن فكرة العمل الرئيسية هي استخراج السلم الذي رسمت عليه خطوط الساعات بدلالة سلم الدرجات, أما لنحصل على درجات الحرارة الموافقة لكل فرق ساعي يساوي ساعتين فسنقوم باسقاطات مثلثية على محور درجات الحرارة و محور الساعات و بعض الزوايا المتغيرة حسب الشكل (49).

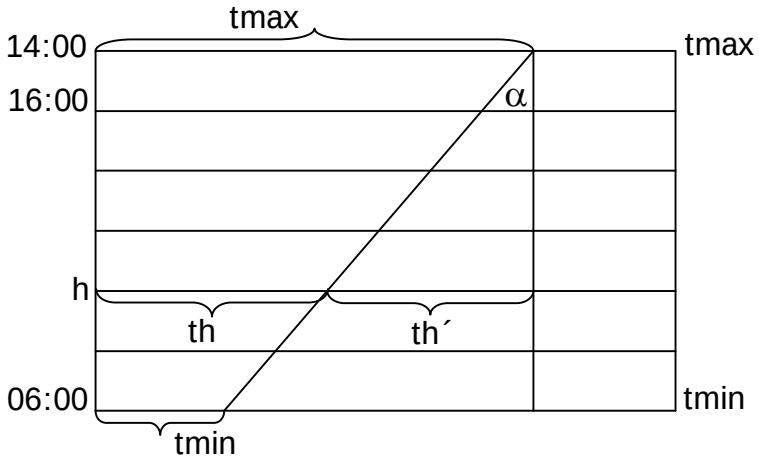
الشكل (48): مخطط زوكولي




المصدر: وثائق دراسية (01)

### 2.1.1.4. العلاقات الرياضية :

الشكل (49): التحويل الهندسي لمخطط زوكولي




المصدر: الباحث.

من الشكل (49) لدينا :

$$tg\alpha = {(t\max - t\min)}/{h14.6}$$

ونستنتج هندسيا ان درجة حرارة كل ساعتين معادلتها كالآتي :

$$t16 = t\max - t'16$$

$$t'16 = tg\alpha.h14.16$$

و هكذا دواليك لكل الساعات و معادلات درجة حرارة كل ساعة بالتفصيل كالآتي :

- $t14 = tmax$
- $t16 = tmax - t'16$ $\quad t'16 = tg\alpha \,.\, h14.16$
- $t12 = tmax - t'12$ $\quad t'12 = tg\alpha \,.\, h14.12$
- $t18 = tmax - t'18$ $\quad t'18 = tg\alpha \,.\, h14.18$
- $t10 = tmax - t'10$ $\quad t'10 = tg\alpha \,.\, h14.10$
- $t20 = tmax - t'20$ $\quad t'20 = tg\alpha \,.\, h14.20$
- $t22 = tmax - t'22$ $\quad t'22 = tg\alpha \,.\, h14.22$
- $t24 = tmax - t'24$ $\quad t'24 = tg\alpha \,.\, h14.24$
- $t02 = tmax - t'02$ $\quad t'02 = tg\alpha \,.\, h14.02$
- $t08 = tmax - t'08$ $\quad t'08 = tg\alpha \,.\, h14.08$
- $t04 = tmax - t'04$ $\quad t'04 = tg\alpha \,.\, h14.04$
- $t06 = tmin$

و من الجدول المستعمل لاستخراج نسب محور الساعات بدلالة الدرجات لدينا 10 م° يقابلها 40 ملم و على محور الفرق الساعي فان الفرق hx.y ملم يقابله N درجات حرارة أي المعادلة المثلثية التالية :

$$10c° \longrightarrow 40mm$$

$$hxyc° \longleftarrow Nxymm$$

$$\Rightarrow hxy = {Nxy.10}/{40} \Rightarrow hxy = {Nxy}/{40}$$

و من هذه العلاقة نتحصل على النتائج التالية :

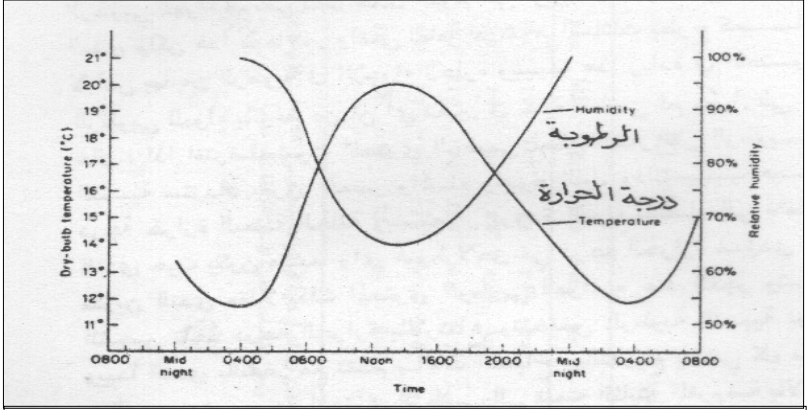
- $h14.06 = 26.5$ $\quad h14.16 = 2.25$ $\quad h14.02 = 23$
- $h14.08 = 24$ $\quad h14.18 = 8.25$ $\quad h14.04 = 25$
- $h14.10 = 11$ $\quad h14.20 = 15$
- $h14.12 = 3.75$ $\quad h14.22 = 18.25$

□ *h14.14 = 0* *h14.24 = 21*

### 2.1.4. استخراج درجات الرطوبة لكل ساعة الموافقة لدرجات الحرارة :

في هذه المرحلة و اعتمادا على درجة الحرارة لكل ساعة سنحاول نظريا تقدير مستوى الرطوبة معتمدين على نظرية التوافق الجيبي بين منحنيي الرطوبة و الحرارة.

الشكل (50): منحنى التوافق الجيبي حرارة / رطوبة




المصدر: W.P.Jones (02)

### 1.2.1.4. خطة العمل :

ترتكز خطة العمل في هذه المرحلة على تحويل تزايد درجات الحرارة من الدنيا إلى القصوى إلى نسب مئوية هذه الأخيرة التي تطبق على الرطوبة النسبية التي تتناقص من القصوى إلى الدنيا وفق تزايد درجات الحرارة.

### 2.2.1.4. العلاقات الرياضية :

| الساعات | 06 | 08 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 02 | 04 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الحرارة | Min | T08 | T10 | T12 | Max | T16 | T18 | T20 | T22 | T24 | T02 | T04 |
| الرطوبة | Max | H08 | T10 | T12 | Min | H16 | H18 | H20 | H22 | H24 | H02 | H04 |

لدينا الفرق الحراري الأعظمي tmax–tmin يكافئ 100 %

و الفرق الحراري الساعي هو tmax–t08 يكافئ P8 %

إذن بالقاعدة الثلاثية لدينا :

$$t\max - t\min \longrightarrow 100\%$$

$$t8 - t\min \longrightarrow P8\%$$

$$P8 = (t8 - t\min / t\max - t\min) \times 100\%$$

و هكذا دواليك بالنسبة لكل الساعات.

و هنا نسقط نسب درجات الحرارة على الرطوبة النسبية بحيث إذا كانت نسبة Px % تزيد في درجات الحرارة فهي تنقص من نسب الرطوبة و المعادلة ستكون كالآتي :

الفرق الرطوبي الأعظمي $hmax - hmin$ يكافئ 100 %

و الفرق الرطوبي الساعي $hmax - h8$ يكافئ P8 %

علما ان Px % تؤخذ بالاتجاه المعاكس أي بالقاعدة الثلاثية نتحصل على :

$$h\min - h\max \longrightarrow 100\%$$

$$h8 - h\max \longrightarrow P8\%$$

$$h8 = p8.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$

مع الحفاظ بالإشارات الموجبة و السالبة لأنها الكفيلة بتحديد تزايد و نقصان درجات الرطوبة. و المعادلات كاملة كما يلي :

$$h06 = h\max$$
$$h08 = P08.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h10 = P10.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h12 = P12.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h16 = P16.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h18 = P18.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h20 = P20.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h22 = P22.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h24 = P24.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h02 = P02.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$

$$h04 = P04.(h\min - h\max) / 100 + h\max$$
$$h14 = h\min$$

### 3.1.4. تقييم الرطوبة النسبية داخل النخيل :

بمساعدة درجات المتحصل عليها من جدول زوكولي سنحاول تقييم كمية التبخر / نتح الممكنة داخل النخيل و هي التي ترفع من نسبة الرطوبة داخل النخيل.

#### 1.3.1.4. التبخر / نتح Evapotranspiration:

التبخر هو تحول المياه من الحالة الصلبة أو السائلة إلى الحالة الغازية, أما النتح فهو بخار الماء المنطلق من النباتات نتيجة عملية التنفس و التمثيل الضوئي و التعرض لعوامل التبخر المختلفة, و تختلف ظاهرة التبخر في الشدة باختلاف الكمية المائية التي يحتويها الجسم المتعرض للتبخر.

#### 2.3.1.4. العوامل المؤثرة في التبخر / نتح :

و تنقسم هذه العوامل إلى ثلاث: جوية, نباتية و عوامل التربة.

- **عوامل جوية :**

تتوقف عملية التبخر على بنية الجسم المعرض للتبخر فالمسطحات المائية أكثر تبخرا من اليابس بصفة عامة و تتجلى هذه العوامل في الحرارة و الرياح. شدة الحرارة تزيد في سرعة تفكك الذرات المائية و بالتالي تسهيل انفصالها و تطايرها فترفع بذلك شدة التبخر, و هذا في نفس الوقت تفسيرا لاشتداد عملية التبخر في النهار عنها في الليل. كما ان الرياح تنقل الرطوبة المنتجة بسرعة محرضة أكثر عملية التبخر.

- **عوامل التربة و المياه :**

تنقسم المياه النازلة على سطح الأرض إلى قسمين جزء يبقى سطحيا يتعرض للتبخر و جزء آخر يتسرب إلى الأعماق ناجيا منه, كما يلعب لون السطح دورا هاما في امتصاص أشعة الشمس التي تعمل على رفع درجة الحرارة و زيادة التبخر.

- **عوامل النباتات :**

من أهم أعضاء النبتة التي تتعرض لعملية النتح هي الأوراق لهذا قد يكون النتح من كل أجزاء سطح الورقة و يدعى بالنتح الإهابي و من خلال المسام أيضا و يسمى النتح المسامي, و يعتبران من أهم الطرق التي تفقد بها النباتات مياهها. و تختلف شدته تبعا للظروف الخارجية كالحرارة و الشدة الضوئية و لذا نجد أن النبتة تحاول التأقلم مع العوامل

الخارجية و هو ما يعرف بالتلاؤم البيئي بين النبات و الوسط و قد هذا التلاؤم مورفولوجي و فيزيولوجي.

### 3.3.1.4. طرق تقييم التبخر / نتح :

#### 1.3.3.1.4. طريقة القياس بالأجهزة :

هناك عدة أجهزة لقياس كميات التبخر / نتح و من جملة هذه الأجهزة الليزيمتر Lysemétre و هو حوض كتيم مدفون في الأرض له حافة حادة و مفتوح في جهاته العليا يملأ بالتراب الذي يراد دراسته حتى ارتفاع 10 سم فوق سطح الحوض و يوضع هذا الأخير فوق ميزان حساس بحيث يسجل آليا الكمية المائية المفقودة حتى و لو كانت تساوي 0.25 ملم موزعة على كامل التربة إلا أنها طريقة مكلفة و تستغرق وقتا كبيرا. حاليا طورت له عدة أنواع :

- **ليزيمتر ذو مصفاة :**

و يعمل وفق المعادلة المائية $ETP = P - U$

حيث :

$ETP$ : مقدار التبخر نتح بـ ملم.

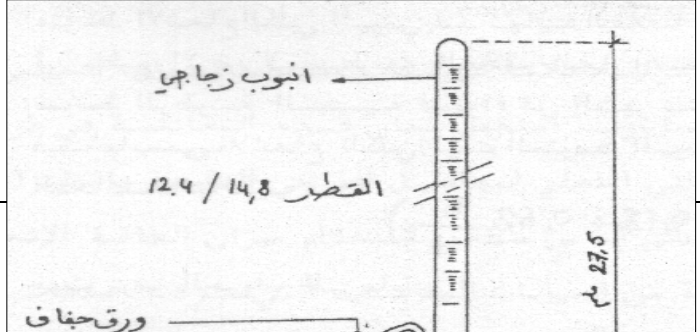
$P$ : الماء المضاف بالري أو المطر.

$U$ : الماء المتبقي في قاع الجهاز.

- **جهاز بيش Pyche :**

يتكون جهاز بيش من أنبوب زجاجي أسطواني الشكل طوله 17.5 سم و قطره 12.4 سم مدرج و مغلق في جهته العليا أما على فتحته السفلى فيوضع قرص من ورقة مرشحة قطرها 30 ملم و سمكها 0.5 ملم مثبتة على الأنبوب الزجاجي بواسطة لولب, ثم يوضع داخل الأنبوب الزجاجي ماء مقطر يترشح من خلال الورقة المرشحة و تتناقص كمية الماء المقطر داخل الأنبوب ثم نقرأ مباشرة كمية التبخر.

الشكل (51): جهاز بيش



- **حوض قياس التبخر :**

و يطلق عليه في بعض الأحيان الحويض و يكون مملوءا بالماء, حجمه 0.8 x 1 x 1 م$^3$ مطمور في الأرض و له سطح معرض للجو. يعاد ملؤه بالماء كل أسبوع و يقاس الفرق بين ما نقص من مياه فنحصل على الكمية المتبخرة.

### 2.3.3.1.4. الطريقة التجريبية النظرية:

نظرا لتعدد طرق تقدير كميات التبخر / نتح و احتياج بعضها إلى أجهزة خاصة أو حسابات جد معقدة, نقتصر على إيضاح أهم المعادلات الشائعة و التي بإمكاننا تطبيقها في المناطق الجافة. مع التطرق إلى دراسة مختلف معادلات التعديل.

- **معادلة تورك Turc :**

وضعها العالم الفرنسي تورك سنة 1953 و قد لقيت الإقبال الكبير من طرف الباحثين خاصة بفرنسا و الجزائر و هي الأقل تعقيدا من الأخريات و هي كالآتي :

$$ETP = 0{,}4(Ig + 50)(t/t+15)(1+5-hr/70)$$

إذا كانت الرطوبة النسبية اقل من 50 % و تكون :

$$ETP = 0{,}4(Ig + 50)(t/t+15)$$

إذا زادت الرطوبة النسبية عن 50 % حيث :

$ETP$ : قيمة التبخر / نتح ( ملم / الشهر )

$T$ : المتوسط الشهري لدرجات الحرارة ( م° )

$Ig$ : متوسط الإشعاع اليومي الكلي عند الغلاف الغازي ( سم$^2$ )

$Hr$ : متوسط الرطوبة النسبية للهواء في الشهر ( نسبة مئوية )

و لإيجاد Ig نستعمل المعادلة التالية :

$$Ig = IgA \times (0{,}18 + {}^{0{,}62.h}\!/_{H})$$

حيث :

$IgA$ : الثابتة الشمسية و توجد في جداول خاصة ( سم² / يوم )

$h$ : السطوع الفعلي للشمس ( سا / الشهر )

$H$ : السطوع النظري للشمس ( سا / الشهر )

- **معادلة بنمان Penman :**

و هي معادلة تستعمل أكثر في شمال أوروبا في حين أنها قدمت نتائج طيبة في غرب أفريقيا و هي كالآتي :

$$ETP = {}^{(AH + \gamma.Ea)}\!/_{(A + \gamma)}$$

حيث :

$ETP$ : مقدار التبخر / نتح المحتمل ( ملم )

$A$ : ميل منحنى تغير ضغط بخار الماء في الهواء ( ملم زئبقي / م° )

$\gamma$ : الثابتة البسيكرومترية أو المترية و تساوي 0.27.

$H$ : السطوع النظري ( سا / يوم )

$Ea$ : قدرة التبخر لمسطح مائي في تلك الدرجة الحرارية على ارتفاع مترين.

- **معادلة بلاني و كريدل Blaney & Criddle :**

وضع العالمان بلاني و كريدل معادلتهما التجريبية التي تربط بين التبخر / نتح و متوسط درجات الحرارة و كمية ضوء النهار و استعملت على نطاق واسع فأعطت نتائج إيجابية بكل من جنوب فرنسا و صحراء مصر. و هي كالآتي :

$$ETP = P.(0{,}46.t + 8{,}13)$$

$$p = {}^{Dj}\!/_{24}$$

حيث :

$ETP$ : كمية التبخر / نتح المحتمل ( ملم / اليوم )

$P$ : معامل مدة النهار

$Dj$ : طول النهار بالساعات

$T$ : متوسط درجة الحرارة الشهرية ( م° )

- **معادلة ثورنثوايت Thornthwait :**

تعود هذه المعادلة إلى 1948 و تتلخص في :

$$ETP = 1{,}34.N.(10.t/I).a$$

$$I = t^{1.514}/5$$

$$a = 675\times10^{-9}.I^3 - 771\times10^{-7}.I^2 + 0.1792.I + 0.49239$$

حيث :

$ETP$ : التبخر / نتح المحتمل ( ملم / الشهر )

$N$ : معامل يتغير و طول النهار و يستعمل للتصحيح.

$t$ : المتوسط الشهري للحرارة ( م° )

$I$ : معامل متوسط الحرارة الشهرية.

$a$ : معامل تصحيح.

### 4.3.1.4. خطة العمل :

و سوف نعتمد لتقييم كميات التبخر / نتح على معادلة بلاني و كريدل لأنها الوحيدة في ما عرضنا و التي بإمكانها تقييم قيم التبخر / نتح لكل ساعة خاصة و أن المعادلات الأخرى تعطي نتائجها إما بـ ملم / الشهر أو بـ ملم / السنة أو أكثر من ذلك. أما بواسطة معادلة بلاني و كريدل و معامل مدة النهار P يمكننا تقييم كمية التبخر / نتح لكل ساعة, هذا في ما يخص النهار لأنه في الليل عملية النتح تتوقف بتوقف عملية التنفس النباتي, لذا فلحساب الكميات الليلية للتبخر / نتح سنلجأ إلى معاملات تصحيح وضعها العالمان دورنبوس و برويت Doorenbos & Pruit و التي تأخذ بعين الاعتبار المساحة المزروعة. و من جهة أخرى يجب معرفة مدة النهار لكل شهر أي ساعة الشروق إلى ساعة الغروب و التي نستخرجها إما من جداول بيغي Péguy أو بواسطة المخطط القطبي للمسار الشمسي و الذي يمكننا من استخراج ساعة شروق الشمس و ساعة غروبها لكل

شهر. كما توجد معاملات تصحيح أخرى تتدخل في الحساب و هي معاملات مفعول الواحة و وضعها كل من دورنبوس و برويت أيضا.

### 4.3.1.4. العلاقات الرياضية :

معادلة حساب مقدار التبخر / نتح حسب معادلة بلاني و كريدل هي :

$$ETP = P(0.46 \times t + 8.13)$$

$$P = Dj/24$$

و لحساب ETP لكل ساعة يجب تعويض قيمة Dj بـ 01 ساعة و هو نفس الشيء في الليل مع الأخذ بعين الاعتبار معاملات التصحيح الليلية.

**تحويل قيم ETP من ملم إلى غ / م³:**

وحدة قياس ETP هي ملم و تعني شفرة مائية سمكها س ملم مساحتها 01 م² ارتفاعها عمود جوي يتوقف عند الغلاف الغازي. أولا فإن ارتفاع العمود في حالتنا هذه محدد و هو نفس سمك الغطاء النباتي و الذي سنعتمد في بحثنا هذا على ثلاث ارتفاعات تمثيلية 5م, 7.5 م, 10م. في حين سيكون مثال تحويل الوحدات مطبقا بعمود جوي ارتفاعه 10 م.

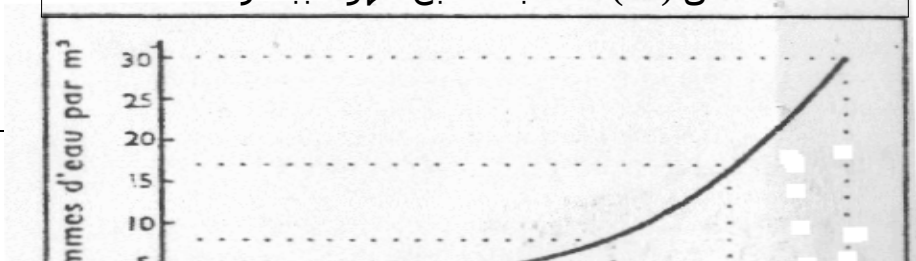
$$ETP = 1mm = 1m \times 1m \times 0.001m = 0.001m^3$$
$$1m^3 = 1000Kg$$
$$\Rightarrow ETP = 1mm = 0.001m^3 = 1Kg$$
$$\Rightarrow ETP = 1Kg/10m^3$$
$$\Rightarrow ETP = 1mm = 100g/m^3$$

و التي تعرف بالرطوبة المطلقة الناتجة عن عملية التبخر/ نتح إذن فرطوبتها النسبية هي:

$$Hetp = ETP/Hsat$$

حيث Hsat هي كمية بخار الماء التي يجب أن تكون موجودة في حالة تشبع الهواء في تلك الدرجة الحرارية و هي تستخرج إما من الجداول أو المنحنيات في حين ان الرطوبة النسبية الكلية داخل النخيل هي: $Hp = Hr + Hetp$ حيث Hr هي الرطوبة النسبية خارج النخيل و *Hetp* هي الرطوبة النسبية الإضافية داخل النخيل.

الشكل (52): نسب تشبع الهواء ببخار الماء



**استخراج مدة النهار لكل شهر :**

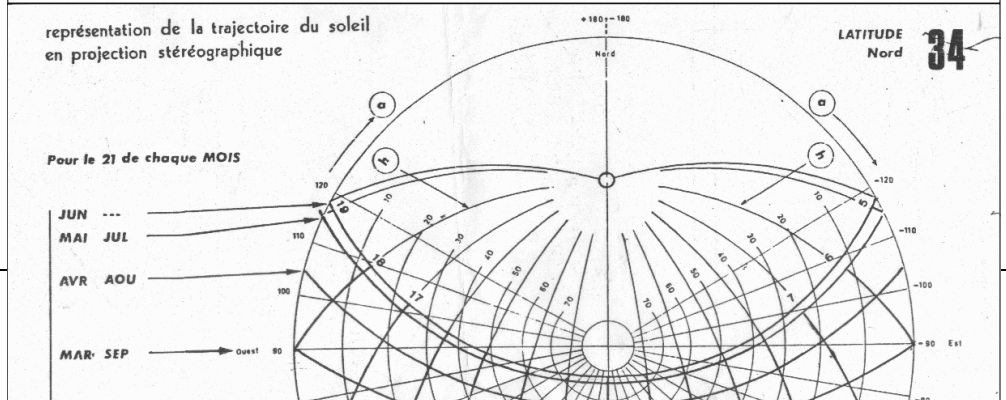
و كما سبق الذكر بإمكاننا استخراج مدة النهار مباشرة من جدول بيغي Péguy إلا أنه يعتبر معلومات خام لا تعطينا ساعة الشرق و ساعة الغروب لذا سنلجأ إلى المخطط القطبي للمسار الشمسي المرفق في مؤلف الأطلس الشمسي الجزائري (05) و هذا لدائرة عرض34° الموافقة لمنطقة جامعة و النتائج المتحصل عليها من المخطط كالآتي :

الشكل (53): جدول بيغي

| Lat. | Jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept | Oct. | Nov. | Déc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60° | 6,8 | 9,1 | 11,7 | 14,6 | 17,2 | 18,8 | 18,0 | 15,7 | 13,0 | 10,1 | 7,6 | 6,0 |
| 50° | 8,6 | 10,0 | 11,8 | 13,8 | 15,4 | 16,3 | 15,9 | 14,5 | 12,7 | 10,7 | 9,1 | 8,1 |
| 40° | 9,8 | 10,7 | 12,0 | 13,3 | 14,4 | 15,0 | 14,7 | 13,7 | 12,5 | 11,1 | 10,0 | 9,4 |
| 30° | 10,5 | 11,2 | 12,0 | 13,0 | 13,7 | 14,0 | 13,9 | 13,2 | 12,4 | 11,4 | 10,7 | 10,2 |
| 20° | 11,0 | 11,6 | 12,0 | 12,6 | 13,1 | 13,3 | 13,2 | 12,9 | 12,2 | 11,6 | 11,2 | 10,9 |
| 10° | 11,6 | 11,8 | 12,0 | 12,4 | 12,5 | 12,6 | 12,5 | 12,4 | 12,2 | 11,8 | 11,8 | 11,5 |
| 0° | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 |

المصدر: G.Guyot (06)

الشكل (54): المخطط القطبي للمسار الشمسي



| الجدول (04): ساعات الشروق و الغروب | | |
|---|---|---|
| الشهر | ساعة الشروق | ساعة الغروب |
| جانفي | 06:45 | 17:15 |
| فيفري | 06:30 | 17:30 |
| مارس | 06:00 | 18:00 |
| افر يل | 05:30 | 18:30 |
| ماي | 05:00 | 19:00 |
| جوان | 04:45 | 19:15 |
| جويلية | 05:00 | 19:00 |
| اوت | 05:30 | 18:30 |
| سبتمبر | 06:00 | 18:00 |
| اكتوبر | 06:30 | 17:30 |
| نوفمبر | 06:45 | 17:15 |
| ديسمبر | 07:15 | 16:45 |
| المصدر: الباحث اقتباسا من المخطط القطبي للمسار الشمسي (08) | | |

- **معاملات التصحيح الليلية :**

و هي معاملات وضعها العالمان دورنبوس و برويت Pruit & Doorenbos لتصحيح معادلة بلاني و كريدل و بعض المعادلات الأخرى و هي تصحح قيم التبخر / نتح الليلية التي تقل بنسب كبيرة نتيجة توقف عملية التركيب الضوئي و التنفس و هذه المعاملات تأخذ بعين الاعتبار المساحة المزروعة و هي كالآتي :

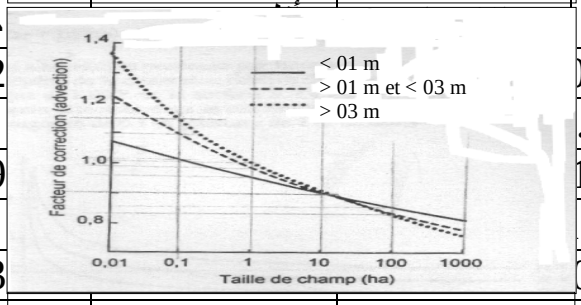
| الجدول (05): معاملات التصحيح الليلية | |
|---|---|
| المساحة المزروعة ( هكتار ) | معامل التصحيح K |
| 01 | 0.14 |
| 10 | 0.16 |
| 100 | 0.21 |
| 1000 أو أكثر | 0.25 |
| المصدر : J.E.Oliver (09). | |

**مفعول الواحة :**

مفعول الواحة, مفعول يطلق علميا على الأثر الناتج بين التضاد الحاصل بين منطقة رطبة مسقية و منطقة جافة تحيط بها و هي الحالة المثلى لواحات الصحراء. إذ ان معظم المعطيات المناخية المستعملة في تحديد كمية التبخر / نتح ملتقطة من مناطق غير مزروعة و ذلك حسب الشروط الدولية لإقامة محطات الرصد الجوي, و في نفس الوقت و في المناطق المزروعة أو عموما المسقية فان المعطيات المناخية تختلف كل الاختلاف عن تلك المقاسة و هذا ما قد يؤثر سلبا على نتائج معادلات تقييم التبخر / نتح و التي قد تبعد كل البعد عن القيم الحقيقية. لهذا الغرض وضع العالمان دورنبوس و برويت معاملات تصحيح كمية التبخر / نتح المحسوبة بمعطيات مناخية ملتقطة في مناطق غير مزروعة, و تتعلق هذه المعاملات بالمساحة المزروعة و سمك الغطاء النباتي.

| الجدول (06): معاملات مفعول الواحة | | |
|---|---|---|
| المساحة | م - 03 م | أكثر من 03 م |
| 001 | 1.22 | 1.35 |
| .1 | 1.1 | 1.15 |
| 1 | 0.99 | 1.01 |
| 0 | 0.9 | 0.9 |
| 00 | 0.83 | 0.86 |
| 1000 فما فوق | 0.8 | 0.82 |
| المصدر: الباحث اقتباسا من منحنى دورنبوس و برويت (11) | | |

الجدول (06): معاملات مفعول الواحة




المصدر: G.Guyot (10).

### 4.1.4. تقدير درجة الحرارة داخل النخيل :

في هذه المرحلة سنحاول تقدير درجات الحرارة لكل ساعة الموافقة لنسب الرطوبة الجديدة داخل النخيل و سنتبع في هذا الطريقة العكسية لتوافق منحنيي الرطوبة النسبية و درجة الحرارة الجافة.

### 1.4.1.4. خطة العمل :

ترتكز خطة العمل على تحويل تزايد مستويات الرطوبة النسبية من الدنيا إلى القصوى إلى نسب مئوية ثم تطبيق هذه النسب على درجات الحرارة التي توافقها.

### 2.4.1.4. العلاقات الرياضية :

| الساعات | 06 | 08 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 02 | 04 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الرطوبة | Max | H08 | T10 | T12 | Min | H16 | H18 | H20 | H22 | H24 | H02 | H04 |
| الحرارة | Min | T08 | T10 | T12 | Max | T16 | T18 | T20 | T22 | T24 | T02 | T04 |

لو نتعامل بنسب الرطوبة و توافقها مع درجات الحرارة خارج النخيل لتحصلنا على العلاقة المثلثية التالية:

$$h\max \longrightarrow t\min$$

$$h\min \longrightarrow t\max$$

$$hx \longrightarrow tx$$

و $hx$ قد حسبت من خلال قيم التبخر / نتح و لذا بتطبيق معادلات التوسيط الرياضي نتحصل على:

$$h\min - hx \longrightarrow t\max - tx$$

$$h\min - h\max \longrightarrow t\max - t\min$$

$$\Rightarrow (h\min - h\max).(t\max - tx) = (h\min - hx).(t\max - t\min)$$

$$\Rightarrow tx = t\max - \frac{(h\min - hx).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

و تصبح معادلة درجة حرارة كل ساعة كالآتي:

$$t6 = t\max - \frac{(h\min - h6).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t8 = t\max - \frac{(h\min - h8).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t10 = t\max - \frac{(h\min - h10).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t12 = t\max - \frac{(h\min - h12).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t14 = t\max - \frac{(h\min - h14).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t16 = t\max - \frac{(h\min - h16).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t18 = t\max - \frac{(h\min - h18).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t20 = t\max - \frac{(h\min - h20).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t22 = t\max - \frac{(h\min - h22).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t24 = t\max - \frac{(h\min - h24).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t2 = t\max - \frac{(h\min - h2).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

$$t4 = t\max - \frac{(h\min - h4).(t\max - t\min)}{(h\min - h\max)}$$

### 5.1.4. تقدير المساحات المحمية من طرف النخيل :

و هي المرحلة الأخيرة, تقدير أبعاد و خصائص المساحات البينية بين النخيل و الصحراء و هذه المساحات التي عادة ما يشغلها المجال المشيد, حيث أن معطياتها المناخية تختلف عن المعطيات الأولية للصحراء و لا تلك المحسوبة داخل النخيل بل تتغير متوسطةً بينهما.

**خطة العمل:**

سنعتمد في دراسة تغير خصائص الهواء في المنطقة البينية على الجداول المصردية أو البسيكرومترية و على خلائط الهواء و مبادئ حفظ الكتل.

**العلاقات الرياضية :**

حسب الجداول المصردية عندما يلتقي هواء في حالة A مع هواء في حالة B تكون النتيجة خليطا حالته C, و يمكن تحديد حالة الهواء الجديد حسابيا كما يمكننا تحديدها بيانيا من الجداول المصردية و بخط خلط مستقيم بين الحالتين A , B و يتحدد وضع النقطة C على امتداد هذا الخط, حيث ان هذا التوزيع الخطي للخليط يؤدي إلى نتائج في حدود عالية من الدقة و أما المعادلات الرياضية فهي تعتمد أساسا على مبدأ حفظ الكتل :

$$AC \times Ma = CB \times Mb$$

حيث A , B هي النقط بالخصائص المعروفة و C هي النقطة المراد معرفة خصائصها.

Ma و Mb : هي كتل الهواء بـ كلغ مع اعتبار أن 01 م$^3$ من الهواء يساوي 01 كلغ.

و من خط الخلط في الجداول المصردية يمكننا فيزيائيا إعادة صياغة المعادلة بدلالة درجات الحرارة و الرطوبة النسبية كما يلي:

$$(Ta - Tc) \times ma = (Tc - Tb) \times mb$$
$$(Ha - Hc) \times ma = (Hc - Hb) \times mb$$

و يتضح لدينا ان كل المعطيات موجودة ما عدا ma و mb فإذا اعتبرنا ان ma هي هواء النخيل و mb هي الهواء الخارجي فستكون العملية الحسابية كالآتي:

- نقيم أبعاد الهواء الذي ينتقل خلال 01 سا من النخيل إلى خارجه ليشكل وحدة عرضها امتداد النخيل, ارتفاعها ارتفاع النخيل و يبقى السمك الذي يمكن حسابه من خلال معرفة سرعة تحرك الهواء الناتج عن اختلاف الضغوط من خلال القانون الشهير لفرق الضغوط و سرعة الهواء المنسوبة له:

$$\Delta P = \left|0.043.h.(td - tp)\right|$$

$$V = 10^{-1}.\sqrt{0,7.\Delta P}$$

$\Delta P$ : فرق الضغط الناتج عن الفرق في درجات الحرارة ( ن/م$^2$ ).

$h$: ارتفاع الفتحة النظري الذي يتحرك من خلاله الهواء ( م ).

$Td$: درجة حرارة الصحراء ( م° ).

$Tp$: درجة حرارة النخيل ( م° ).

$V$: سرعة الهواء ( م / ثا ).

و كما تثبته هذه العلاقات فان سرعة الهواء تختلف باختلاف فرق الضغوط الناتج عن الاختلاف الحراري و لمعرفة كمية الهواء التي تتحرك خلال 01 ساعة فما هي تحويل سرعة الهواء من م / ثا إلى م / سا. ثم نقسم الهواء الخارجي إلى وحدات متساوية أبعادها أبعاد الهواء المحسوب و من ثم نستعمل العلاقات المذكورة سابقا لمبادئ حفظ الكتل. و للحصول على خصائص الوحدة الأولى نستعمل خصائص النخيل و الصحراء معا:

$$(td - t1).m1 = (t1 - tp).mp$$

$$(hp - h1).mp = (h1 - hd).m1$$

أما لحساب خصائص الوحدة الثانية فنستعمل خصائص الوحدة الأولى و الصحراء:

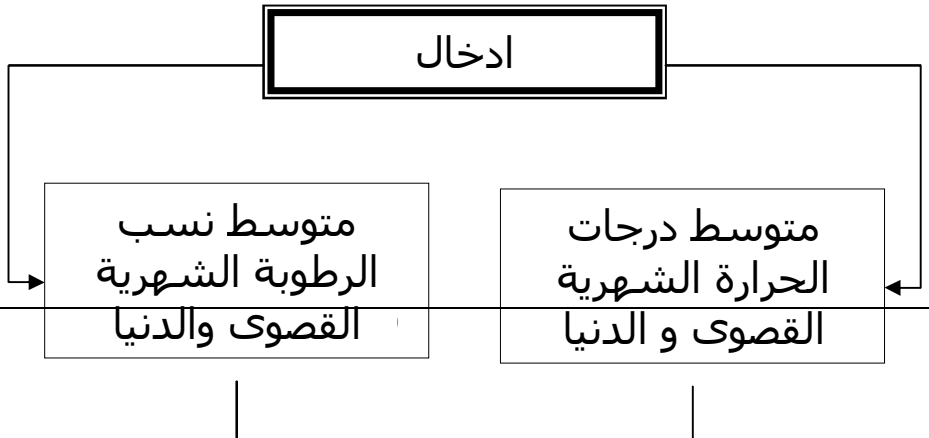
$$(td - t2).m2 = (t2 - t1).m1$$

$$(h1 - h2).m1 = (h2 - hd).m2$$

و لحساب خصائص الوحدة الثالثة نستعمل خصائص الوحدة الثانية و الصحراء و هكذا دواليك حتى نصل إلى وحدة خصائصها مماثلة لخصائص الصحراء. لكن في نفس الوقت سنحصل على خصائص معينة لأبعاد معينة و مختلفة عن بعضها البعض اختلاف درجات الحرارة لذا سنبحث على معادلات المنحنيات المرسومة لإعطاء كل منها قيم ثابتة للحصول على خصائص متغيرة لأبعاد ثابتة في كل الحالات المدروسة و هو ما سيوضح بالتفصيل في الفصل الخامس.

### 2.4. البرنامج المعلوماتي:

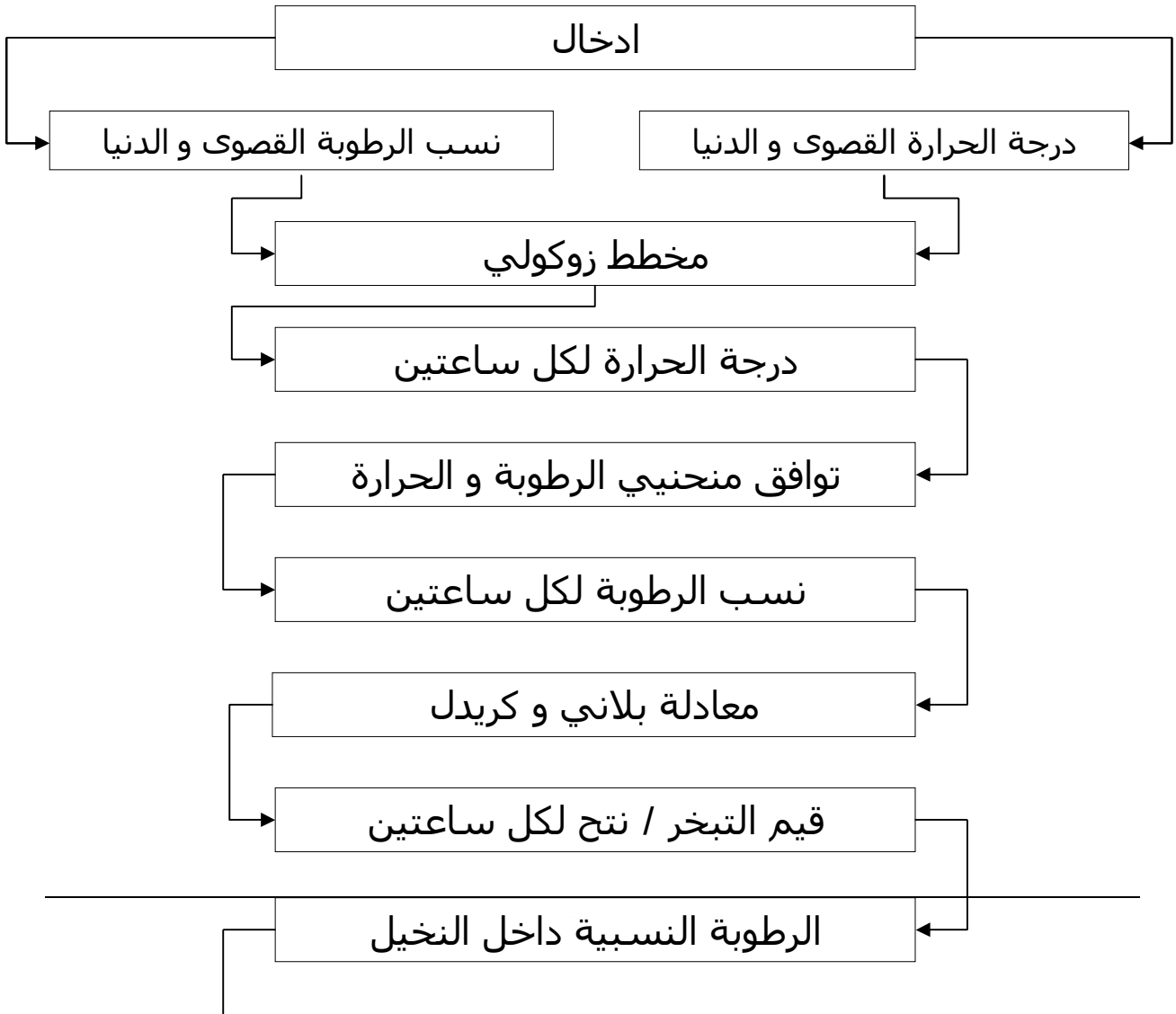
و هو البرنامج الذي سيقوم بكل هذه الحسابات الرياضية المعقدة, انطلاقا من المعطيات المناخية و التي تتمثل في متوسط درجات الحرارة و نسب الرطوبة القصوى و الدنيا الشهرية, وصولا إلى تقييم ابعاد و خصائص المساحات البينية. و سنعتمد في البرمجة على لغة البيسك و بالضبط على برنامج التطوير فيجويل بيسك Visuel Basic.



الشكل (56): العمل العام للبرنامج.

**1.2.4. خوارزمية البرنامج:**

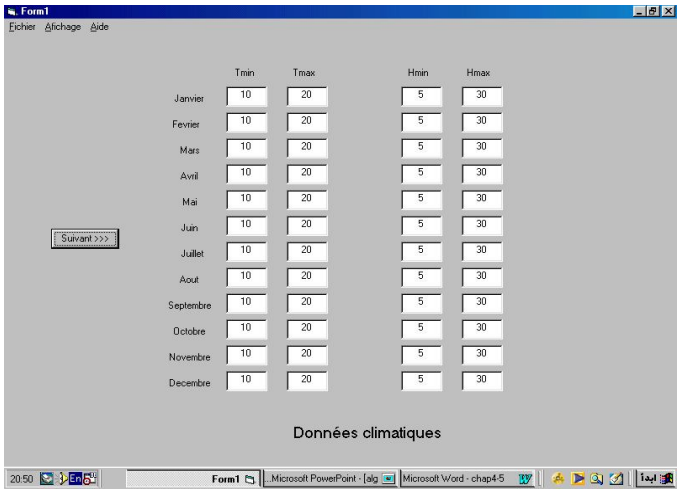
سنحاول في البداية تسطير الخوارزمية الكبرى للبرنامج ككل لأنه تقنيا يحتوي على برامج تحتية مستقلة بذاتها.



الشكل (57) : خوارزمية البرنامج المعلوماتي.

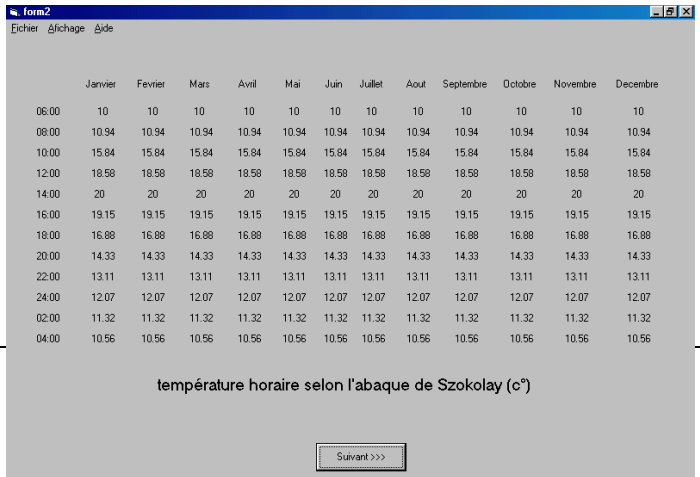
### 2.2.4. عمل البرنامج:

ان برنامج حاسب مفعول الواحة لا يطلب من مستعمله سوى المعطيات الضرورية المذكورة أعلاه في الصفحة المبينة أدناه:



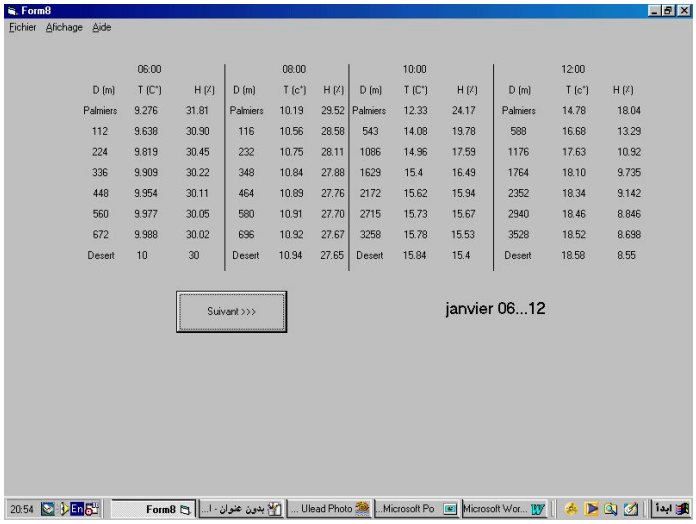

الشكل (58): صفحة إدخال المعطيات للبرنامج

فيقوم البرنامج بحساب و عرض كل النتائج المذكورة في جداول على النحو التالي:



الشكل (59): صفحة عرض النتائج الأولية

حتى الوصول إلى عرض خصائص المناطق البينية أي درجة الحرارة و نسبة الرطوبة بدلالة المسافة أو البعد عن النخيل و تكون الصفحات كما يلي:




الشكل (60): صفحة عرض النتائج النهائية