وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة المستنصرية

مختبر

مبادئ علوم الجو

علوم الجو
المرحلة الاولى

م.م. محمد مجيد احمد

م.م. سارة علي مطر م.م. وديان غالب نصيف

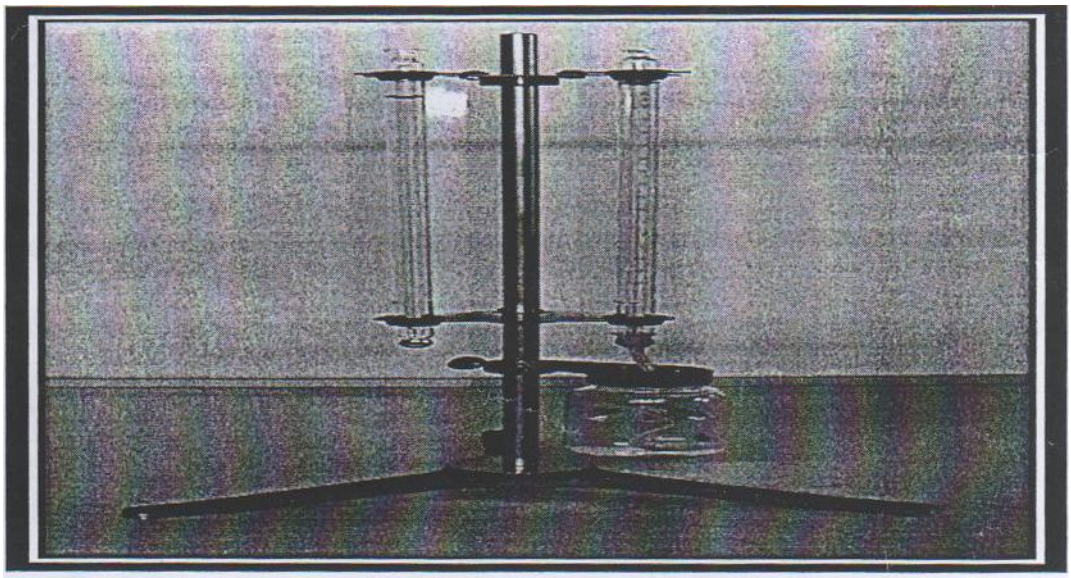
تجربة رقم (1)

السايكروميتر

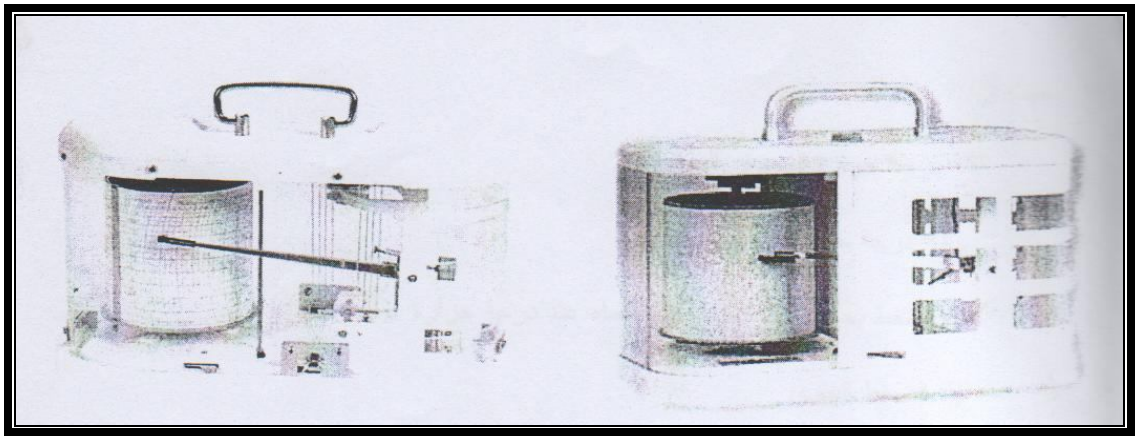
الجزء النظري:

يتألف السايكوميتر من محرارين متجاورين واحد يكون جاف تماماً ويطلق عليه بالمحرار الجاف، بينما المحرار الآخر تكون نهايته محاطة بقطعة من الموسلين مغمورة نهائياً في ماء مثلج ويسمى بالمحرار الرطب، ويقرأ المحرار الرطب أقل عادةً من المحرار الجاف وذلك نتيجة لعملية التبخر في قطعة الموسلين. كلما كان الهواء أكثر جفافاً تكون عملية التبخر أكبر ويزداد الفرق بين قراءة المحرارين ومن العوامل المهمة في عملية التبخر هي قوة التهوية أو سرعة الرياح المحيطة بنهاية المحرار المبلل.

وكتوضيح أكثر فإن جهاز السايكوميتر يتكون من محرارين معلقان داخل اسطوانة من الكروم ويحيط بجميع المحرار أنبوبتين معدنيين ذو محور واحد حيث يسحب الهواء من خلالهما عند قمة الجهاز بواسطة مضخة هواء. نغمر القطعة النسيجية جيداً بماء مقطر. ثم يفتح المفتاح الموجود في أعلى الجهاز لتشغيل بواسطة مروحة الهواء وننتظر إلى أن يثبت المحرار الرطب عندها نسجل قراءة (T, T_W).



شكل يوضح جهاز السايكروميتر



النظرية :

تعرف درجة حرارة البصيلة (T_w) بأنها درجة الحرارة التي يبرد إليها الهـواء لتبخر الماء فيه تحت ضغط ثابت حتى بلوغ الإشباع. إذا اعتبرنا عينة من الهـواء الرطب تتألف مع غرام واحد من الهواء الجاف و(W) غرام واحد من بخار المـاء فإنه يمكننا أن نطبق العلاقة الآتية من القانون الأول للثرموداينمكس.

$$dq = cp \quad dt[1 + 0.8W]$$

ويكون تبخر (d_w) غراماً من الماء مصحوباً بفقدان حرارة تعطـي المعادلـة الآتية:

$$(1+w)dq = -LdW$$

$$CpdT = -Ldw\left(\frac{1}{1+w}\right)\left(\frac{1}{1+1.8w}\right) \approx -Ldw[1-1.8w]$$

وتبسيط المعادلة:

$$Cp \quad dT = -Ldw$$

وبتكامل المعادلة ينتج:

$$\frac{T - Tw}{ws - w} = \frac{L}{cp}$$

أو بدلالة ضغط بخار الماء:

$$e = e_s - Ap(T - T_w)$$

حيث أن :

$T =$ درجة حرارة المحرار الجاف.

$T_w =$ درجة حرارة المحرار الرطب.

$e =$ ضغط بخار الماء المشبع فوق الماء عند درجة حرارة T_w.

$p =$ الضغط الجوي.

$L =$ الحرارة الكامنة للتبخر.

$Cp =$ الحرارة النوعية تحت ضغط ثابت.

$E =$ الضغط الجزئي.

$e_s =$ ضغط البخار المشبع.

$$A = \frac{CP}{L}$$

$$W = \varepsilon \frac{e}{p}$$

$$W_s = \varepsilon \frac{e_s}{p}$$

$$e_s - e = \frac{p}{L} CP(T - T_W)$$

$$e = e_s - \frac{Pcp(T - Tw)}{L}$$

وللحسابات العملية ممكن استخدام العلاقة الآتية على فرض ان $(P = 1000mb)$:

$$e = e_s - 0.444(T - T_W) for \quad T_w \geq 0^\circ C32^\circ F$$

$$e = e_s - 0.400(T - T_W) for T_W < 0^\circ C32^\circ F$$

الاخطاء الشائعة للتجربة:

1- الخطأ الناتج من عملية التوصيل الحراري للمحرار.

2- نتيجة سرعة التهوية.

3- اذا كانت قطعة الموسلين ثخينة.

4- عدم نظافة قطعة الموسلين.

الحسابات والنتائج العملية

$1-\quad e_s = p_v R_V T_W$

(e_S) : ضغط البخار المشبع جول / كلفن. مول.

$R_v = 0.461 \quad J/K.g$

$\rho_v = 7.75\times10^{-3} kg/m^3$

(T) : درجة حرارة المحرار الجاف.

$$\rho_v = \frac{e}{R_V T}$$

$2-\quad e = e_s - Ap(T - T_W)$

$A = Cp/L,\ p = 1000mb$

$R = 287J/Kg.K$ **حيث:**

$cp = 1.01\times10^3 \quad J/kg.k$

$L = 2.47\times10^6 \quad J/kg$

(الحرارة الكامنة للتكيف)=L

$$3-\quad q = \varepsilon \frac{e}{p}$$

(ε): هي عبارة عن النسبة بين (R) و (R_S) حيث ان $(\varepsilon = 0.622)$

(R): هي ثابت الغاز أي ثابت الغاز لتبخر الماء.

(R_s) : عي ثابت الغاز لبخار الماء المشبع.

(p) : $1000mb$.

$q \approx w$

$4-\quad W = \rho_v / \rho_d$

$$\rho_d = \frac{p-e}{RT}$$

$$\rho_V = \frac{e_s}{R_v \quad T_w}$$

حيث ان:

(w): نسبة الخلط.

(ρ_v): كثافة البخار.

(R_v): ثابت الغاز وقيمته تساوي (0.461) جول/ درجة كلفن. مول.

$$5 - \qquad RH = \frac{e}{e_s} x100$$

حيث ان:

(RH) الرطوبة النسبية.

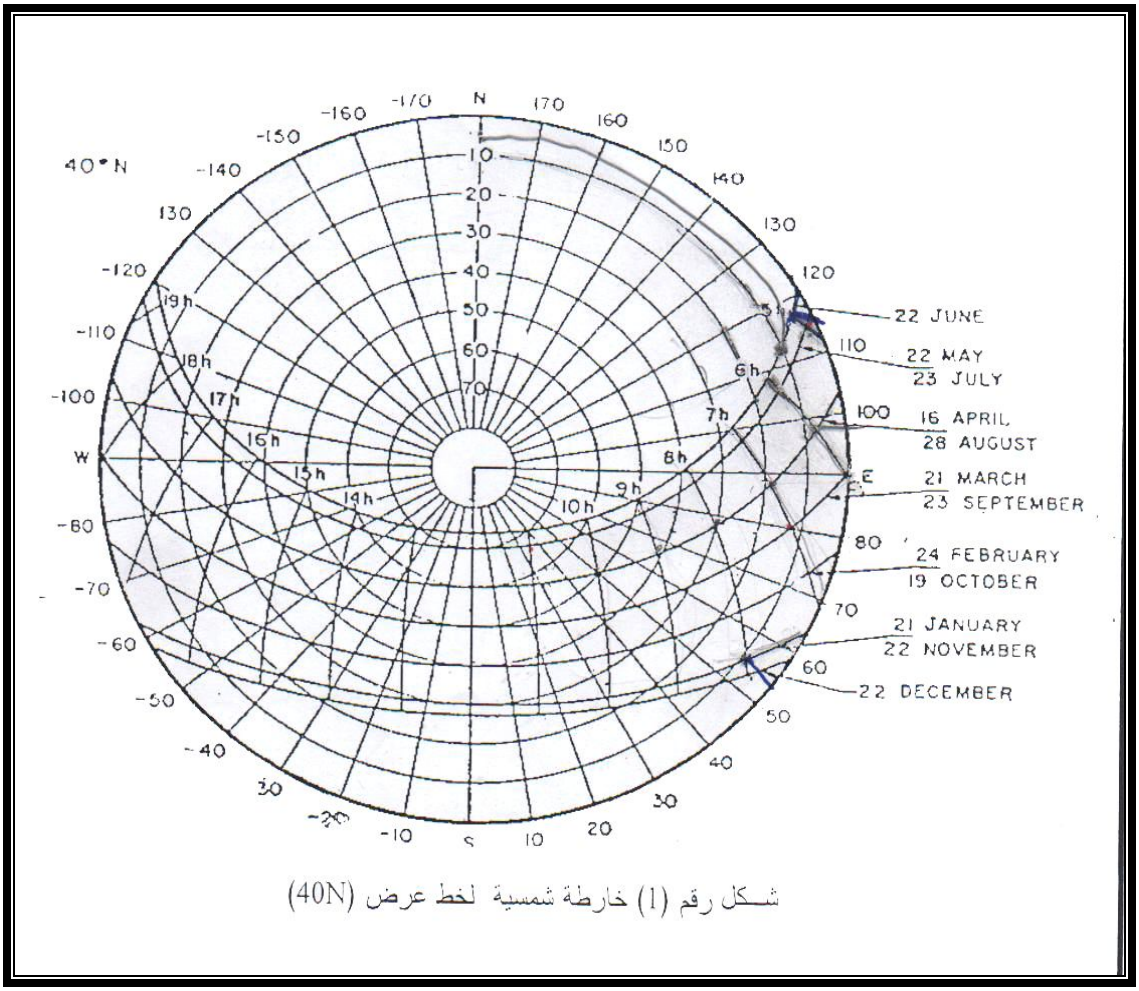
تجربة رقم(2)

الخارطة الشمسية

الجزء النظري

يمكن استخدام الخارطة الشمسية لغرض تحديد مسار الشمس خلال اليوم وكذلك لأيجاد قيمة كل من زاوية ارتفاع الشمس وسمت الشمس لأية ساعة من ساعات النهار ولأي يوم من ايام السنة.

الشكل رقم (1) يوضح خارطة شمسية لخط عرض $(40N^{\circ})$ شمال خط الاستواء حيث يلاحظ ان التوقيت يحدده بعض المنحنيات بحيث يكون توقيت الظهر في المنتصف وفي اليمين قبل الظهر وفي اليسار بعد الظهر كما ان دوائر المركز تمثل زاوية ارتفاع الشمس والتدريجة على دائرة المحيط تمثل زاوية سمت الشمس.



شكل رقم (1) خارطة شمسية لخط عرض (40N)

يتم تحديد زاوية ارتفاع الشمس من تقاطع المنحني الذي يمثل التوقيت مع المنحني الذي يمثل مسار الشمس ومن ثم يتم تحديد زاوية سمت الشمس بتوصيل مركز الدائرة بنقطة التقاطع وامتدادها على المحيط.

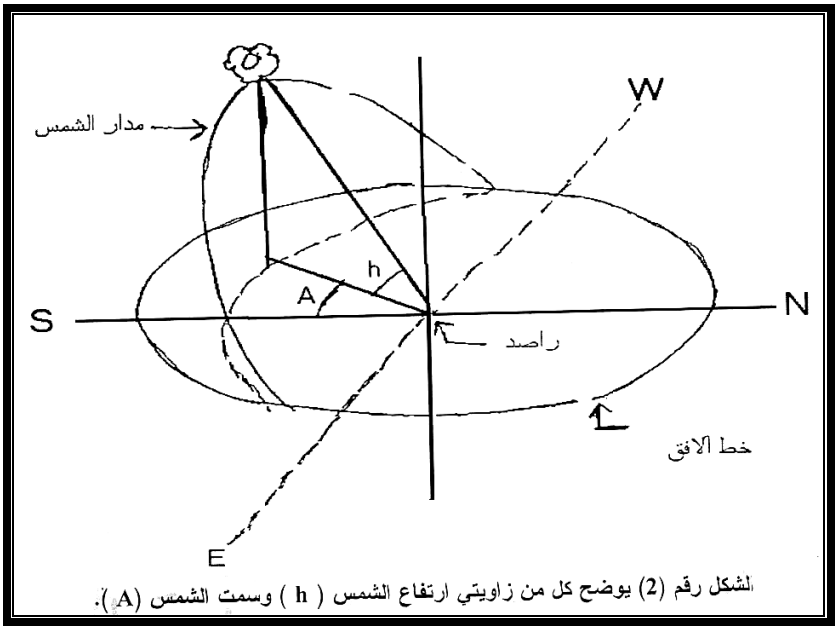
تعرف زاوية ارتفاع الشمس $\left(Solar\ \ Altitude\ \ Angle\right)$ بانها الزاوية بالدرجات المحصورة بين الخط الواصل بين نقطة على سطح الارض ومركز الشمس والمستوي الافقي الذي يمر في النقطة المذكورة على سطح الارض وتتراوح قيمتها بين $(0^\circ - 90^\circ)$.

اما زاوية سمت الشمس $\left(Solar\ \ Azimuth\ \ Angle\right)$ فتعرف بانها الزاوية بالدرجات المحصورة بين الخط المار في النقطة على سطح الارض والمتجه جنوبا وبين المسقط الافقي للخط الواصل بين النقطة على سطح الارض والشمس.

تتراوح قيمة زاوية سمت الشمس بين $[(0^\circ)-(\pm 180^\circ)]$ وكالآتي:

$[(0^\circ)]$ عند وقت الظهيرة

$[(0^\circ)-(+180^\circ)]$قبل الظهر و$[(0^\circ)-(-180^\circ)]$ بعد الظهر. ان كلا من الزاويتين (h, A) تحددان موقع الشمس بالنسبة لنقطة ما على سطح الارض كما ويسهلان معرفة كمية الاشعاع الشمسي التي تتلقاها نقطة معينة.



الشكل رقم (2) يوضح كل من زاويتي ارتفاع الشمس (h) وسمت الشمس (A).

طريقة العمل

باستخدام الخارطة الشمسية لخط عرض $(40N^{\circ})$ شمال خط الاستواء يتم استخدام زاويتي ارتفاع الشمس (h) وسمت الشمس (A) وكما يأتي:

1- نحدد المسار الشمسي للشهر المراد حساب زاوية ارتفاع الشمس وزاوية سمت الشمس له.

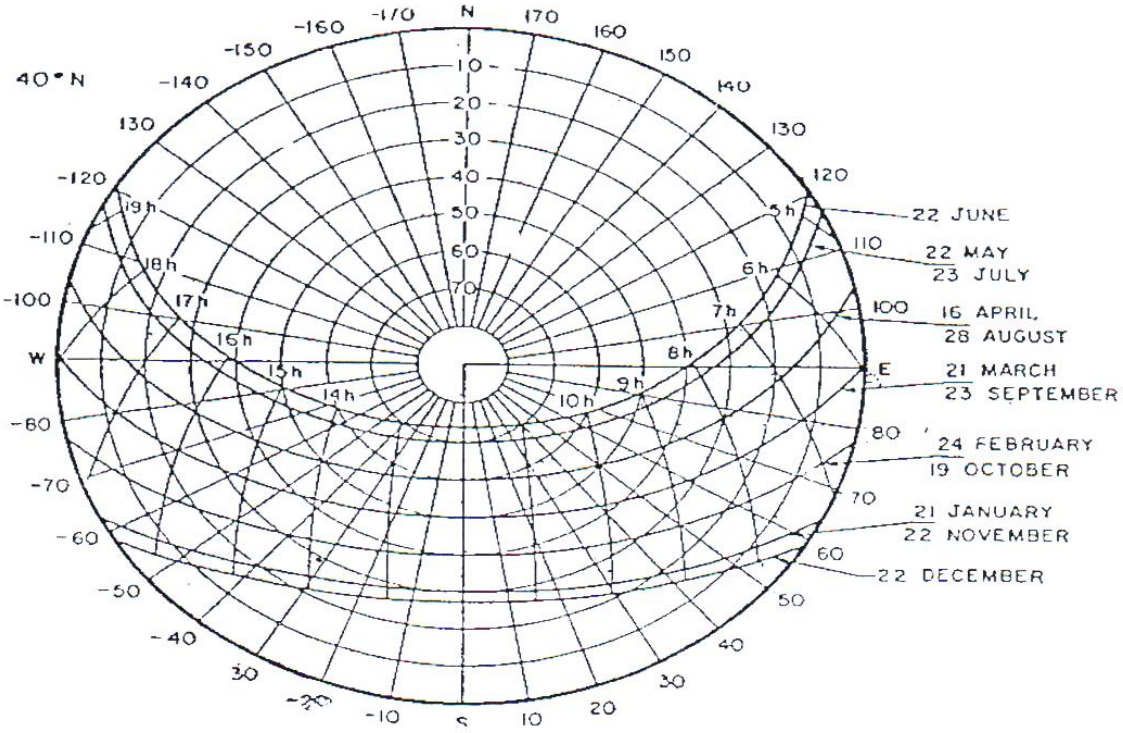
2- نحدد نقطة تقاطع هذا المسار مع ساعات النهار.

3- نحدد الدوائر التي تقع عليها نقطة التقاطع والتي تمثل زاوية ارتفاع الشمس (h) ((كل دائرة تمثل (10 درجات) بحيث الدائرة الخارجية تمثل (صفر درجة) ثم تبداء بالزيادة بشكل منتظم الى ان تصل الى مركز الدوائر (خط تقاطع المحورين)الذي يمثل (90))).

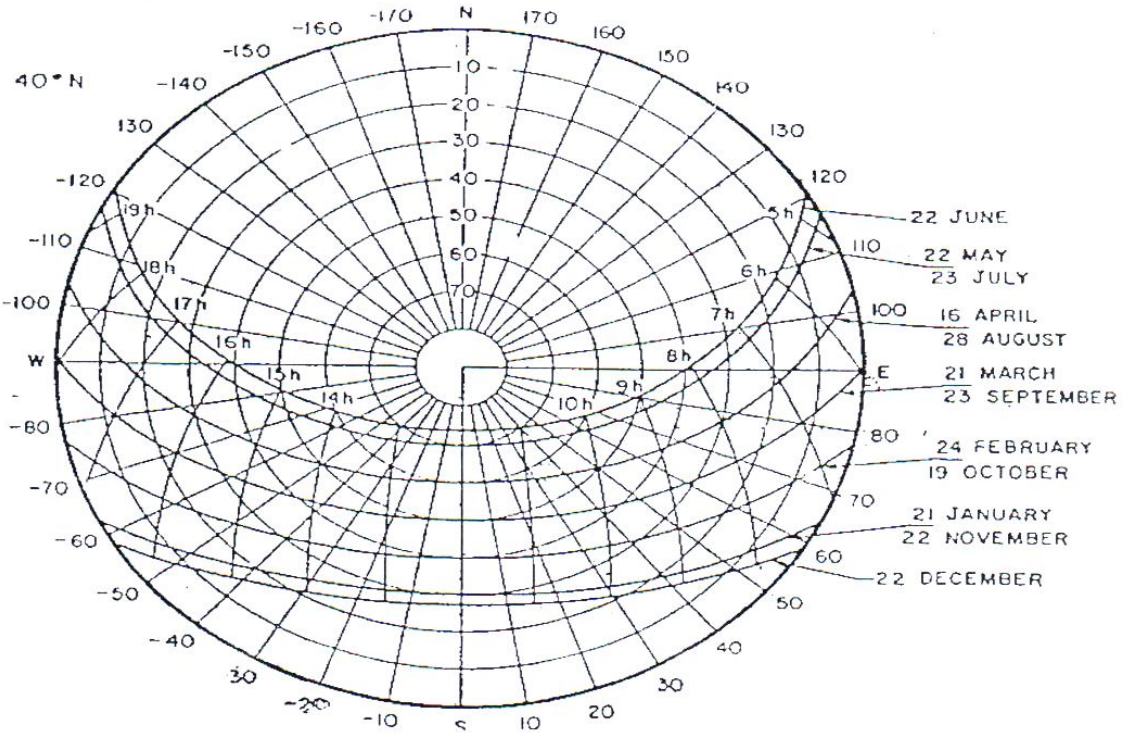
4- امتداد الخط المستقيم الواصل بين مركز الدائرة ونقطة التقاطع على محيط الدائرة تمثل زاوية سمت الشمس والتي تتراوح قيمتها ما بين $[(0^{\circ})-(\pm 180^{\circ})]$ وتكون قيمتها موجبة من الجنوب باتجاه الشرق وسالبة من الجنوب باتجاه الغرب.

5- ايجاد زاوية ارتفاع الشمس وسمت الشمس للأيام المبينة في الجدول رقم (1) اعتباراً من الساعة (5 صباحا) وحتى منتصف النهار (12).

التاريخ	ساعات النهار															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	h	A	h	A	h	A	h	A	h	A	h	A	h	A	h	A
21 jan																
24 feb																
21 mar																
16Apr																
22 may																
22 jun																



خارطة شمسية لخط عرض (40N)



10

خارطة شمسية لخط عرض (40N)

تجربة(3)

حساب متوسط عمق الامطار الساقطة على مساحة معينة

في كثير من المسائل الهيدرولوجية المتنوعة يتطلب الامر معرفة متوسط عمق الامطار $\left(Mean\ \ depth \right)$ على مساحة معينة نتيجة لعاصفة معينة او خلال موسم معين او سنة معينة.

توجد ثلاثة طرق شائعة لحساب المعدل السنوي او الفصلي لسقوط الامطار من المعلومات المتوفرة في محطات الانواء الجوية.

1- الطريقة الرياضية (طريقة المتوسط الحسابي)

تعتبر ابسط طريقة لحساب متوسط عمق الامطار الساقطة على مساحة معينة حيث يحسب المتوسط الحسابي لقراءات المقاييس المختلفة الموجودة داخل المساحة او المنطقة.

$$p = \frac{p_1 + p_2 + p_{3+.....} pn}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} p}{n}$$

p هو معدل المطر الساقط $(p_n(,....,p_3, p_2, p_1)$هي الامطار الساقطة في المحطات $(n,.....,3,2,1)$تعطي هذه الطريقة تقديرات جيدة في حالة الاراضي المنبسطة اذا كانت المقاييس موزعة على المساحة بطريقة منتظمة وعلى افتراض ان قراءات المقاييس المختلفة لا تختلف كثيرا عن المتوسط.

2- طريقة المضلعات $\left(polygonal\ \ method \right)$

تاخذ هذه الطريقة بعين الاعتبار تاثير التوزيع غير المنتظم لمقاييس المطر وذلك بادخال معامل لإعادة تقييم قراءة كل مقياس على حدة.

في هذه الطريقة يتم رسم موقع المحطات على خارطة ويتم التوصيل بينها بخطوط (شكل1) ومن منتصفات الخطوط الواصل بينها تقام اعمدة على هذه الخطوط لتكون مجموعة من المضلعات وبداخل كل مضلع توجد احد المحطات

تكون الاضلاع لكل مضلع بمثابة الحدود للمساحة التي تمثلها المحطة داخل المضلع.

يتم ايجاد مساحة كل مضلع بإستخدام البلاميتر (*planimeter*) ثم تحسب كنسبة مئوية من المساحة الكلية.

يتم بعد ذلك ضرب قيم الامطار عند كل محطة في مساحاتها المقدرة كنسبة مئوية من المساحة الكلية ثم تجمع القيم الناتجة من كل المحطات للحصول على المتوسط الموزون لسقوط المطر والذي ياخذ بنظر الاعتبار الاوزان النسبية للمحطات.

اذا كانت $p_1, p_2, ...p_n$ تمثل قيم الامطار عند المحطات $1,2,3,....,n$ ذات المساحات $A_1, A_2, ..., A_N$ فإن المتوسط الموزون لسقوط المطر يساوي:

$$P'' = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + A_3 + ...+ A_nP_n}{A_1 + A_2 + A_3 + ...+ A_n}$$

$$p'' = \frac{A_1}{A}P_2 + \frac{A_2}{A}P_2 + ...+ \frac{A_n}{A}p_n$$

if

$$W_1 = \frac{A_1}{A}, W_2 = \frac{A_2}{A}, ...W_n = \frac{A_n}{A}$$

then

$$p'' = \sum_{i=1}^{n} W_n p_n$$

هذه الطريقة تعطي نتائج اكثر دقة من النتائج التي تعطيها طريقة المتوسط الحسابي المبسطة من المأخذ الى هذه الطريقة هي عدم مرونتها حيث يتطلب الامر تحديد المضلعات عند كل تعبير في شبكة المقاييس، كما ان هذه الطريقة لا تأخذ بنظر الاعتبار تأثير التضاريس.

3- طريقة خطوط تساوي المطر *Isohyetall*

تعتبر اكثر الطرق دقة في الحصول على متوسط الامطار الساقطة على مساحة ما، حيث يتم رسم مواقع المحطات المختلفة على خريطة مناسبة وتكتب قيمة الامطار عند كل محطة ثم ترسم بعد ذلك خطوط تساوي المطر(شكل 2). يتم بعد ذلك تحديد المساحة بين كل خطي تساوي مطر متعاقبين بواسطة جهاز البلانتميتر وتضرب قيمة هذه المساحة في متوسط الامطار بين هذين الخطين.

يستطيع المحلل ان يستفيد من معلوماته المتوفرة عن تأثير التضاريس وعن كيفية تكون العواصف وعلى هذا الاساس فان الخارطة النهائية سوف تمثل نمط الامطار الساقطة على المساحة بشكل اكثر واقعية مما يمكن الحصول عليه من الخريطة المبنية على قراءات المقاييس فقط ، وتتوقف هذه الطريقة بشكل كبير على خبرة المحلل.

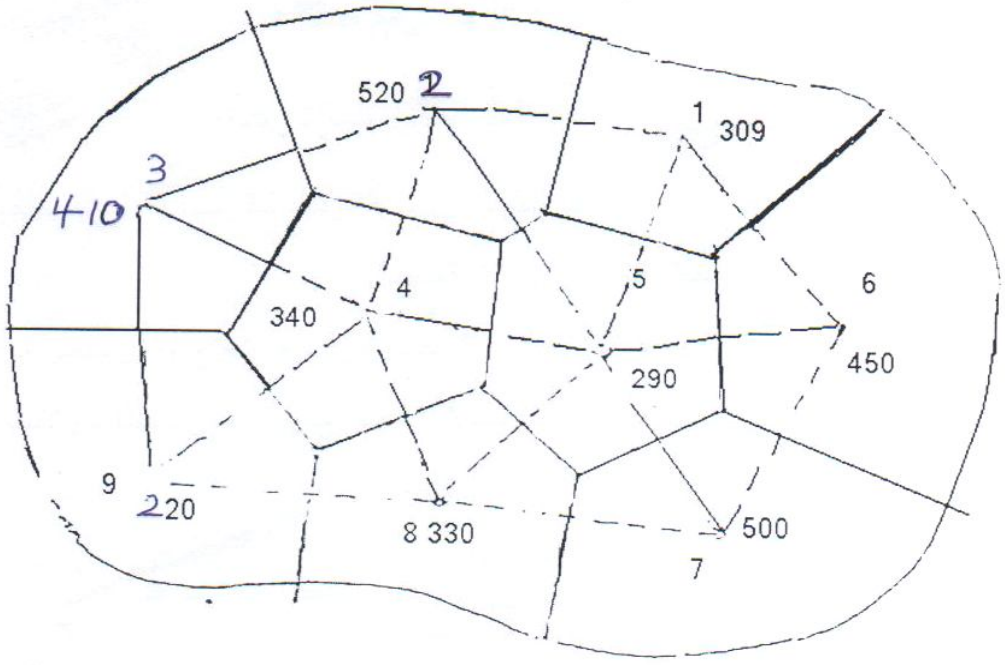
الجزء العملي:

استعن بالخرائط المرفقة لحساب الامطار الساقطة بطريقتي:

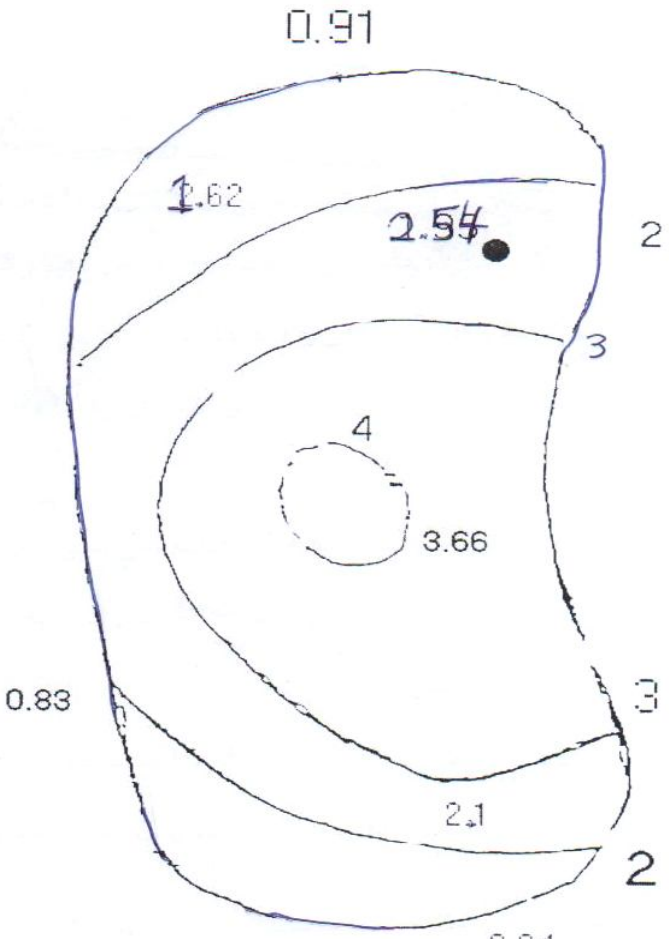
1- *Theissen method*

2- *Isohyetal method*

وذلك باستخدام جهاز البلانميتر والجداول المرفقة بالطرق أعلاه:



شكل رقم (1) Theissen method



شكل رقم (2) Isohyetall method

تجربة رقم (4)

حساب الانحراف المعياري والخطأ المعياري

الادوات المستعملة:

1- ثلاثة دوراق

2- اربعة محارير

3- ماء ساخن، ماء بارد مع جريش الجليد، ماء اعتيادي.

الجزء النظري:

1- المتوسط الحسابي

$$X = \frac{\sum xi}{n}$$

2- الانحراف المعياري

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x)^2 - \frac{\left(\sum x^2\right)}{n}}{n-1}}$$

3- الخطأ المعياري

$$S' = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

طريقة العمل:

1- نقيس درجة حرارة المحارير الأربعة بدرجة حرارة المختبر.

2- نقيس درجة حرارة المحارير الأربعة لكل من الماء الاعتيادي والماء الساخن والماء المثلج.

3- نسجل قراءات كل من محرار لكل الحالات اعلاه كما في الجدول المبين ادناه.

4- نحسب المتوسط الحسابي لكل حالة من الحالات باستخدام قانون رقم (1).

5- نحسب الانحراف المعياري لكل حالة من الحالات باستخدام قانون رقم (2).

6- نحسب الخطأ المعياري لكل حالة من الحالات باستخدام قانون رقم (3).

7- ثم نناقش التجربة واسباب الاخطاء الموجودة في القراءات.

المحرار	عند درجة حرارة المختبر	عند درجة حرارة الماء الاعتيادي	عند درجة حرارة الماء الساخن	عند درجة حرارة ماء الثلج
1	28	30	60	2
2	25	28	65	3
3	23	32	68	4
4	22	35	67	1

تجربة رقم (5)

(وردة الرياح)

أ- اسلوب التمثيل البياني

وردة الرياح: هي اسلوب لتمثيل بيانات الرياح (سرعتها واتجاهها) وخاصة الرياح السطحية ومحاولة فهم وتفسير تلك البيانات والاستفادة من ذلك لغرض معين.

Speed M/Sec.	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Sum
4.0-6.9			2		1		1		4
7.0-9.9	6	8	2		16	13	17	2	64
10.0-12.9	11	12	5	4	16	8	15	7	78
13.0-15.9	11	16	10	14	21	7	6	2	63
16.0-18.9	5	8	9	22	8	1	5	5	58
19.0-21.9		5	6	37	8		1		37
22.0-24.9		1	5	26	2		2	1	17
25.0-27.9			4	11	2				22
28.0-30.9	1	1	4	19					6
31.0-33.9			2	4				2	3
34.0-36.9			1		2				5
37.0-39.9				5					1
40.0-42.9				1					
	35	51				29	47	19	445

1- مثل البيانات اعلاه بشكل وردة الرياح.

2- فسر النتائج.

3- تكلم باختصار عن تطبيق النتائج للمسألة اعلاه في حالة بناء مدرج مطار او التطبيقات المدنية والزراعية الاخرى.

طريقة العمل :

1- ترسم دائرة قي مركز الاحداثيات تمثل المحطة، يكتب فيها عــدد الايــام الساكنة(سرعة الرياح= صفر).

2- ترسم الاحداثيات الثمانية (N,W,S,E) و (NE,NW,SE,SW).

3- تحدد قيم السرعة كما يلي:

صفر.... 9.9 م/ ثا _____ سرعة اعتيادية

10 .....19.9 م/ ثا ـــــــــــسرعة متوسطة

اكبر من 20 م/ ثا ▬▬▬▬سرعة مثالية

نختار مقياس رسم للتكرارات مثلا يكون كل ثلاث تكرارات في السرعة اسم.

4- تكتب الرموز وقيم التكرارات اسفل الخارطة كمفتاح للخارطة.

ب- اسلوب الخطوط الكنتورية

طريقة العمل:

1- ترسم دائرة في مركز الاحداثيات تمثل المحطة، يكتب فيها عدد الايام الساكنة (سرعة الرياح= صفر).

2- ترسم الاحداثيات الثمانية (N,W,S,E) و (NE,NW,SE,SW).

3- تقسم الاتجاهات الثلاثة الى مقياس منتظم للسرع مثلا 5،10،15،20...

4- تعطي رموز للسرع ما مبينة في ادناه:

السرعة و / ثا	الرمز
$0 \rightarrow 6.9$	Δ
$7 \rightarrow 9.9$	$>$
$10 \rightarrow 12.9$	0
$13 \rightarrow 15.9$	⊠
$16 \rightarrow 18.9$	⊞
$19 \rightarrow 21.9$	⊕
$22 \rightarrow 24.9$	$\Leftrightarrow$
> 25	ϕ

5- نصل الخطوط الكنتورية للقيم المتساوية في السرعة.

6- توضع الرموز والقيم للسرع اسفل الخارطة كمفتاح للخارطة.