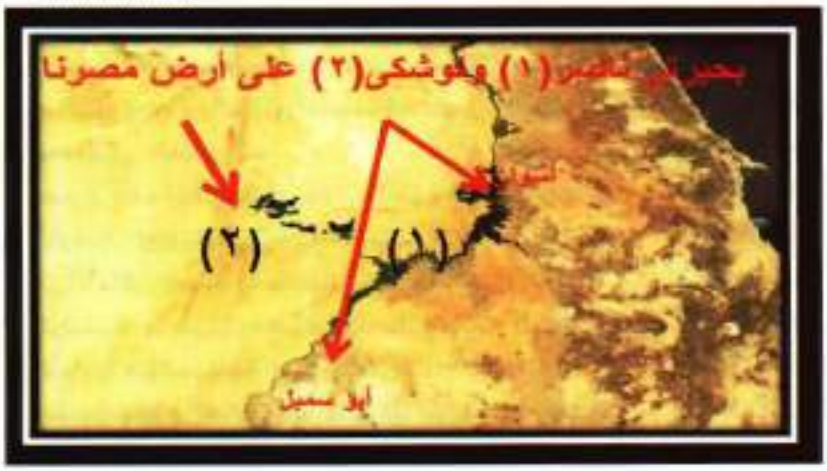
دراسة للعوامل الجوية المؤدية إلى نشاط الكثبان الرملية حول بحيرتى ناصر وتوشكى

د. صابرين محمد شيارة

خبير باحثين ومسئول الفيدرولوجى بإدارة بحوث البيئة الجبلية بالإدارة العامة للبحث العلمى

تمهيد:

الكثبان الرملية تمثل عائق حقيقى لأى استفاده من أى مشروع تنموى سواء زراعى أو صناعى أو منشآت تعميرية سياحية أو سكنية، أيضا مشروعات تمهيد الطرق والسكك الحديدية، كما لم تسلم أيضا بعض المشروعات المائية العملاقة من تحدى الكثبان الرملية لها، كما بمنطقة بحيرتى ناصر وتوشكى وتقع بحيرة ناصر جنوب نهر النيل مابين أسوان شمالا «وأبى سمبل جنوبا» و ترتبط غربا ببحيرة توشكى عن طريق ممر مائى لتحويل المياه الزائده من بحيرة ناصر إلى توشكي، وتتعرض البحيرات لهجوم الكثبان الرملية على الجانب الغربى لبحيرة ناصر والشمالى والشمالى الغربى لبحيرة توشكي، مما يسبب العديد من السلبيات نتيجه لذلك ومنها على سبيل المثال لا الحصر إرتفاع قاع البحيرات الذى يؤثر بشكل أو بآخر على هيدروليكية النهر المغذى للبحيرات، أيضا انخفاض السعة المائية للبحيرات وزيادة المساحة المائية لهما مما يؤدى إلى زيادة كميات المياه المفقودة بالتبخر، علاوة على أن قاع البحيرات يصبح بيئه مناسبة لنمو بعض الكائنات المائية والطحالب التى تؤثر سلبا على جودة المياه والثروة السمكية بالبحيرات.



ومن المعروف أن دراسة سلوك حركة ونشاط الكثبان الرملية هو السبيل الوحيد لحل مشكلة تواجدها فى مناطق تم التخطيط لها لإقامة مشروعات تنموية، وذلك عن طريق تجنب مسارات الحركة المتوقعة للكثبان الرملية ومعرفة أوقات ضعفها وقوتها، أو عن طريق إقامة مشروعات الحماية المناسبة بالمكان المناسب والتوقيت الصحيح والاتجاه السليم، وأهداف الدراسة هى تعيين كل من:

- اتجاه الحركة شهرياً و« موسميا »

resultant drift direction (RDD(°))

مقاسة بالدرجة من الشمال ومع عقارب الساعة ضرورى لتوحيد العناصر المستخدمة لتثبيت الرمال فى مشروعات الحماية بالاتجاه السليم

- كميات الرمال المتدفقة المتوقعة شهريا وموسميا والمجمعة من جميع الاتجاهات حول موقع الدراسة Drift potential DP (VU)

وأيضاً المحصلة الهندسية لها

Resultant Drift potential RDP ،VU،

والتى تتناسب مع طاقة الرياح، وذلك بالوحدات المتجهة ،VU، vector Unit

ضرورى لمعرفة مناطق وأوقات زيادة وقلة كميات الرمال لخدمة مشروعات الحماية

- مؤشر التغاير الأتجاهى للرياح ويرمز« - »

wind Directional variability Index DP/DP (-)

ضرورى لمعرفة مناطق وأوقات الخطوره من حيث نشاط الرمال موصوفا، بوحدانية الأتجاه الحركى أو الحركة المشتته لعدة أتجاهات حركيه، وذلك لخدمة مشروعات الحماية.

المحطات والبيانات المستخدمه للدراسة

تم أستخدام بيانات الرياح «سرعه وأتجاه» المناظره لظاهرتى الرمال المثارة والعواصف الرملية وهى ما تعرف بـ

sandy wind velocity

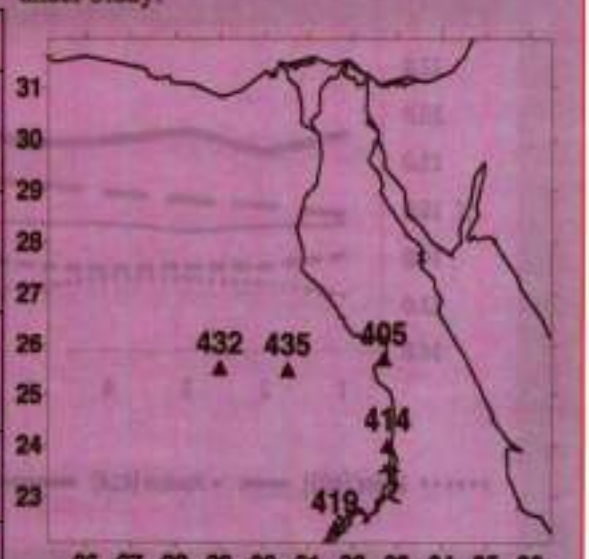
لخمس محطات تابعة للهيئه العامة للأرصاد الجوية المصرية خلال فترة (٣٠) عام مبينة بالجدول والخريطه الأتيه:

Table (1) : List of Meteorological Stations under Study.

Sectors	Station	Station No.	H (m)	Available Data
North East of Study Area	Luxor	405	10	(1983 -2012)- -30 years
North of Nasser Lake	Aswan	414	20	(1983 -2012)- -30 years
South of Nasser Lake	Abu-Simbil	419	9	(1983 -2012)- -30 years
North And North West of Tushka Lakes	Kharga	435	11.5	(1983 -2012)- -30 years
	Dakhla	432	14.4	(1983 -2012)- -30 years

H: Anemometer height above the ground level.

Map (1): Egyptian Meteorological Stations under Study.



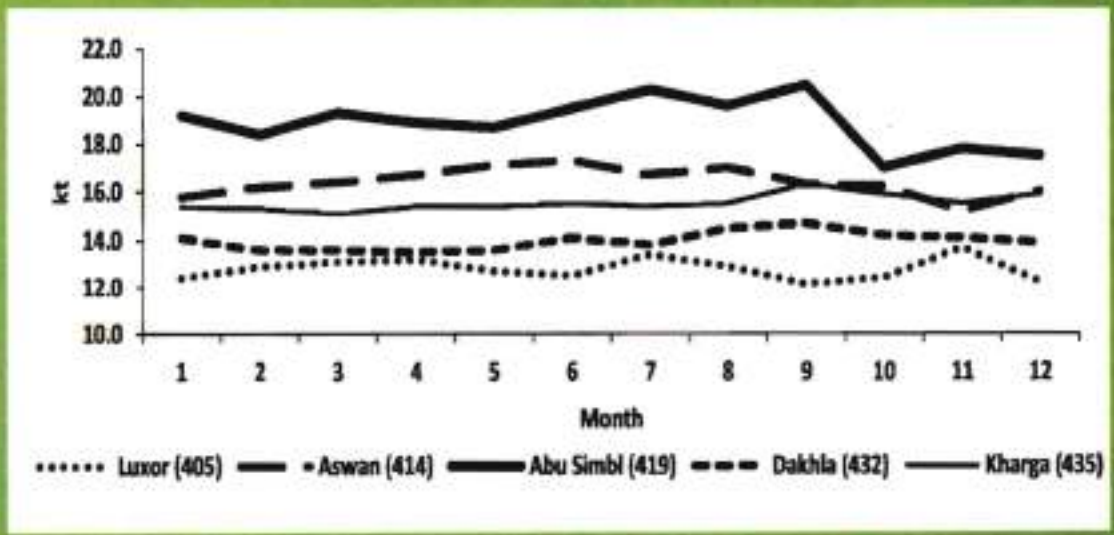
تحليل بيانات سرعة الرياح الحامله للرمال

وبتحليل البيانات المستخدمه شهريا، وموسميا، وجدنا أن أعلى سرعه للرياح الحاملة للرمال بالعقدة مسجله طوال العام على محطة أبو سمبل جنوب بحيرة ناصر وأقل سرعه سجلت على محطة الأقصر شمال شرق منطقة الدراسه.

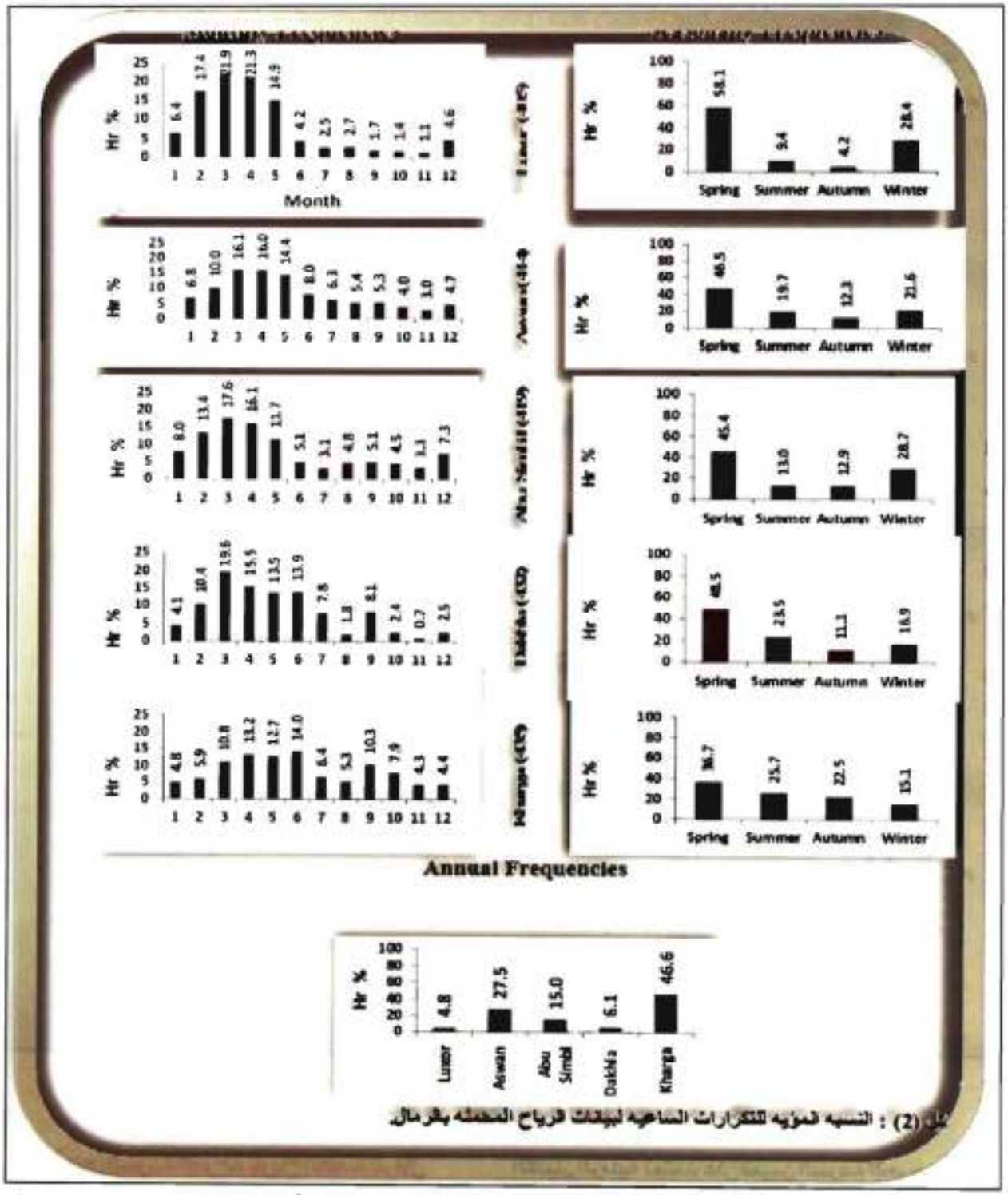
تحليل تكرار ظاهرتى الرياح الحامله للرمال «الرمال المثاره والعواصف الرمليه»

وجدنا أن الخارجه (شمال غرب منطقة الدراسه) حصلت على النصيب الأكبر من التكرارات «٤٦,٦ %» السنويه ، كما ان الأقصر «شمال شرق منطقة الدراسه» حصلت على النصيب الأقل من التكرارات (٤,٨ %) ، كما تميز فصل الربيع خاصة فى مارس وفصل الخريف خاصة بشهر نوفمبر بأعلى وأقل تكرارات شهريه ، مما يعنى أن شهر نوفمبر بشكل عام هو الأنسب لأقامة مشروعات التثبيت بمنطقة الدراسة.

Stations	March	April	May	Spring	June	July	Aug.	Summer	Sep.	Oct.	Nov.	Autumn	Dec.	Jan.	Feb.	Winter	Annual
Luxor (405)	13.1	13.2	12.7	13.0	12.5	13.4	12.9	12.9	12.1	12.4	13.7	12.7	12.2	12.4	12.9	12.5	12.8
Aswan (414)	16.4	16.7	17.1	16.7	17.3	16.7	17.0	17.0	16.3	16.2	15.2	15.9	16.0	15.8	16.2	16.0	16.5
Abu Simbil (419)	19.3	18.9	18.7	19.0	19.5	20.3	19.6	19.8	20.5	17.0	17.8	18.4	17.5	19.2	18.4	18.4	18.9
Dakhla (432)	13.6	13.5	13.6	13.6	14.1	13.9	14.5	14.2	14.7	14.2	14.1	14.3	13.9	14.1	13.6	13.9	14.0
Kharga (435)	15.1	15.4	15.4	15.3	15.5	15.4	15.5	15.5	16.3	15.9	15.5	15.9	15.9	15.4	15.3	15.5	15.6



شكل (١) : تحليل سرعة الرياح المحمله بالرمال على منطقة بحيرات توشكى وناصر

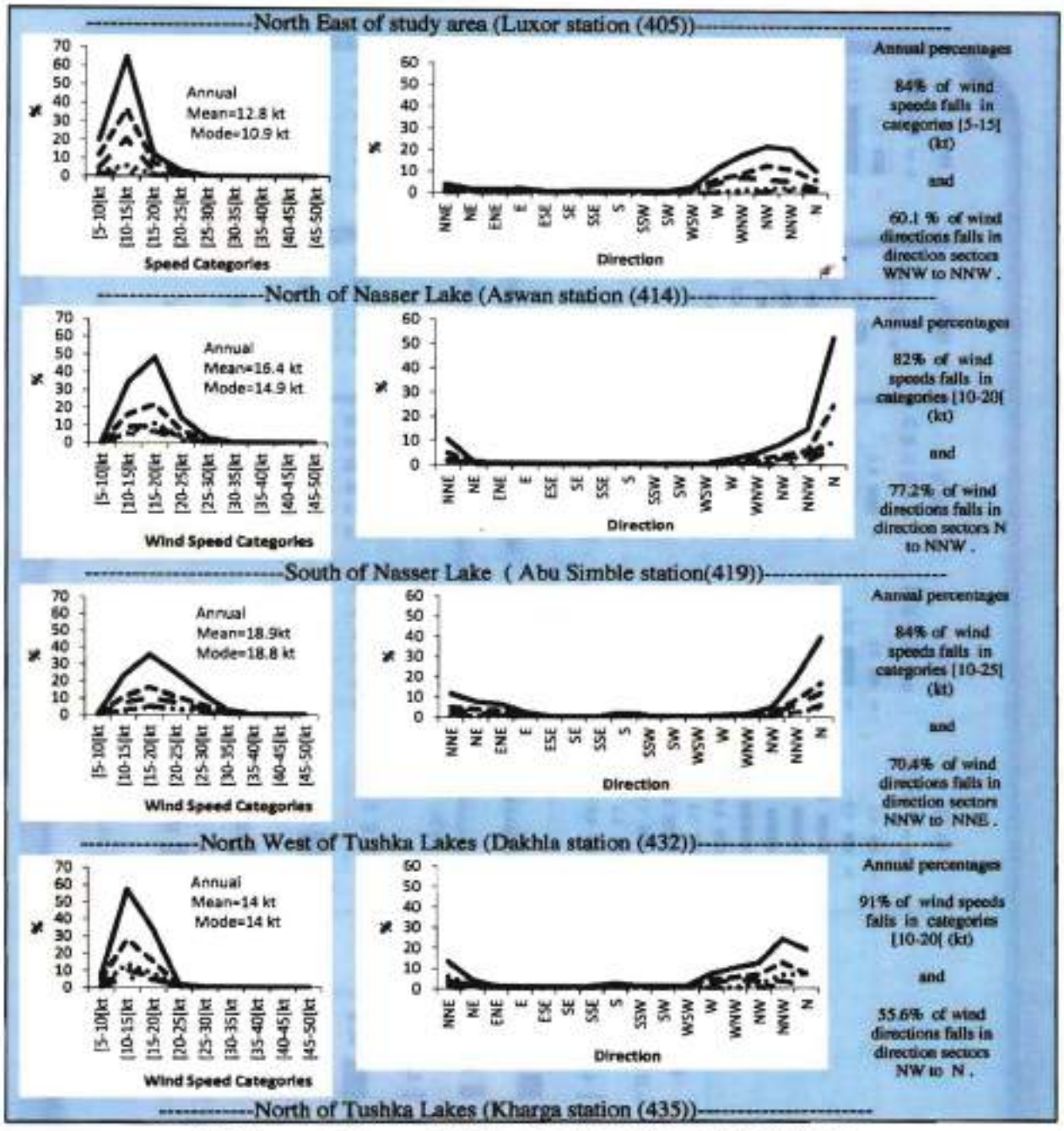


شكل (2) : النسبه المئويه للتكرارات الساعيه لبيانات الرياح المحمله بالرمال.

شكل «٢» النسبة المئوية للتكرارات الساعية لبيانات الرياح المحملة بالرمال.

تحليل لتصنيف الرياح الحامله للرمال، سرعه واتجاه،

وبالدراسه تم تصنيف الرياح الحامله للرمال لعدد (٩) مجموعات لسرعات الرياح وعدد (١٦) مجموعه لأتجاهات الرياح ، والتفاصيل وردت كما بالشكل الآتى رقم (٣)



شكل (٣) : تحليل تصنيفات الرياح المحمله بالرمال من حيث السرعه بالعقدة والأتجاه بالدرجة مقاسة من الشمال الجغرافى ومع عقارب الساعة.

تعيين السرعه الحرجه للرياح الحامله للرمال U_{t1} (kt)، هامه جدا،

جميع النماذج المستخدمه دوليا، بواسطة العلماء المتخصصين فى دراسات تقييم سرعة ونشاط حركة الكثبان الرمليه تعتمد على تعيين السرعه الحرجه للرياح ، وذلك لأستخدامها فى تعيين حجم البيانات الوارده لنموذج الحسابات المستخدم، حيث يتم إلغاء جميع بيانات الرياح أقل من السرعه الحرجه على أعتبار أنها رياح ذات سرعات غير فاعله ، واستخدام البيانات المساويه لها

ومااعلى منها، فى سرعة الرياح على اعتبار أنها الرياح ذات السرعات الفاعله Effective Wind Velocity، وللدقه فان البيانات المطلوبه للدراسه هى بيانات الرياح الساعيه أى أنها بيانات تسجل كل ساعه «سرعه واتجاه ».

وقد أستخدمFreberger (١٩٧٩) ومن بعده معظم العلماء المتخصصين بالمجال منهم Pearce (٢٠٠٥) والذى قام ببعض التعديلات على النموذج الأصلى وأخرون، جميعا، أستخدموا المعادلات الأتيه لأستنتاج السرعه الحرجه،

$$U_t = 0.75\ V_{*t} \log \frac{10'}{Z_0} + V_{*t}' ; V_{*t} < V_{*t}' \quad (1)$$

U_t (cm/sec) : Transport threshold velocity at 10 m .

V_{*t} (cm/sec): Impact threshold velocity; wind speed necessary to maintain saltation when it has begun.

V_{*t} (cm/sec): Fluid threshold velocity; wind speed necessary for sand to start saltating under the direct pressure of the wind.

Z_0 (cm): Roughness parameter or aerodynamic roughness length (cm).

كما أن المعادله الأتيه تستخدم لأستنتاج القيم Chepil (1958) بواسطة V_{*t} and V_{*t}

$$V_{*t} = A\sqrt{g * \varepsilon * (\frac{\pi - \rho}{\rho})} \quad (2)$$

E :- Particle diameter (cm);

g :- Gravity constant (980 cm / sec^2) ;

P :- Density of air (1.2 x 10^{-3} gm / cm^3);

μ :- Particles density (for quartz 2.65 gm /cm^3);

A :- equal to 0.1 for the fluid threshold velocity and equal to 0.085 for the impact threshold velocity.

وبشكل عام وبالدراسه الماثله لم نفضل أستخدام هذه المعادلات للأسباب الآتية،

(١) السرعه الحرجه لابد أن تكون متغيرة متأثرة بالعوامل الجويه مثل الحراره والرطوبه والضغط وخلافه من المؤثرات الجويه المتغيرة بشكل دائم ، بل ومن الخطيء الجسيم أعتبار السرعة الحرجة ثابته طوال العام، لأى منطقة تحت الدراسة وهو ما تقره تلك المعادلات ١، ٢ المذكور أعلاه حيث تنتج قيمة وحيدة للسرعة الحرجة ثابتة طوال العام وهذا بكل تأكيد غير منطقي.

(٢) القيم z_0 وξ ليس من السهل تعيينها وعند التعيين غالبا ما تكون قيمة تقديرية وغير دقيقة.

وبالدراسه الماثله تم أستخدام بيانات الرياح الحامله للرمال فعليا، Sandy Wind Velocity بدلا من Effective Wind Velocity وهى الرياح المناظره لظاهرتى الرمال المثاره والعواصف الرمليه ، وبذلك فجميع البيانات المستخدمه بالدراسه هي بالفعل حامله للرمال وليست خاضعه للتخمين الذى يعتبر كل رياح تساوى او اعلى من السرعة الحرجة هى رياح حاملة للرمال ومن مميزات استخدام Sandy Wind Velocity ان جميع العوامل الجوية والجيولوجية والجغرافية والجيومورفولوجية وجميعها مؤثرة بشكل أو بآخر بحركة الرمال كل تلك العوامل تكون ماخوذة بالفعل فى الاعتبار وذلك بشكل ضمني.

ويظهر الأفتراض الخاطيء بأن الرياح الأعلى من السرعه الحرجه أو من تساويها هى رياح حامله للرمال من خلال الأحتمالات المنطقيه الأتيه ،

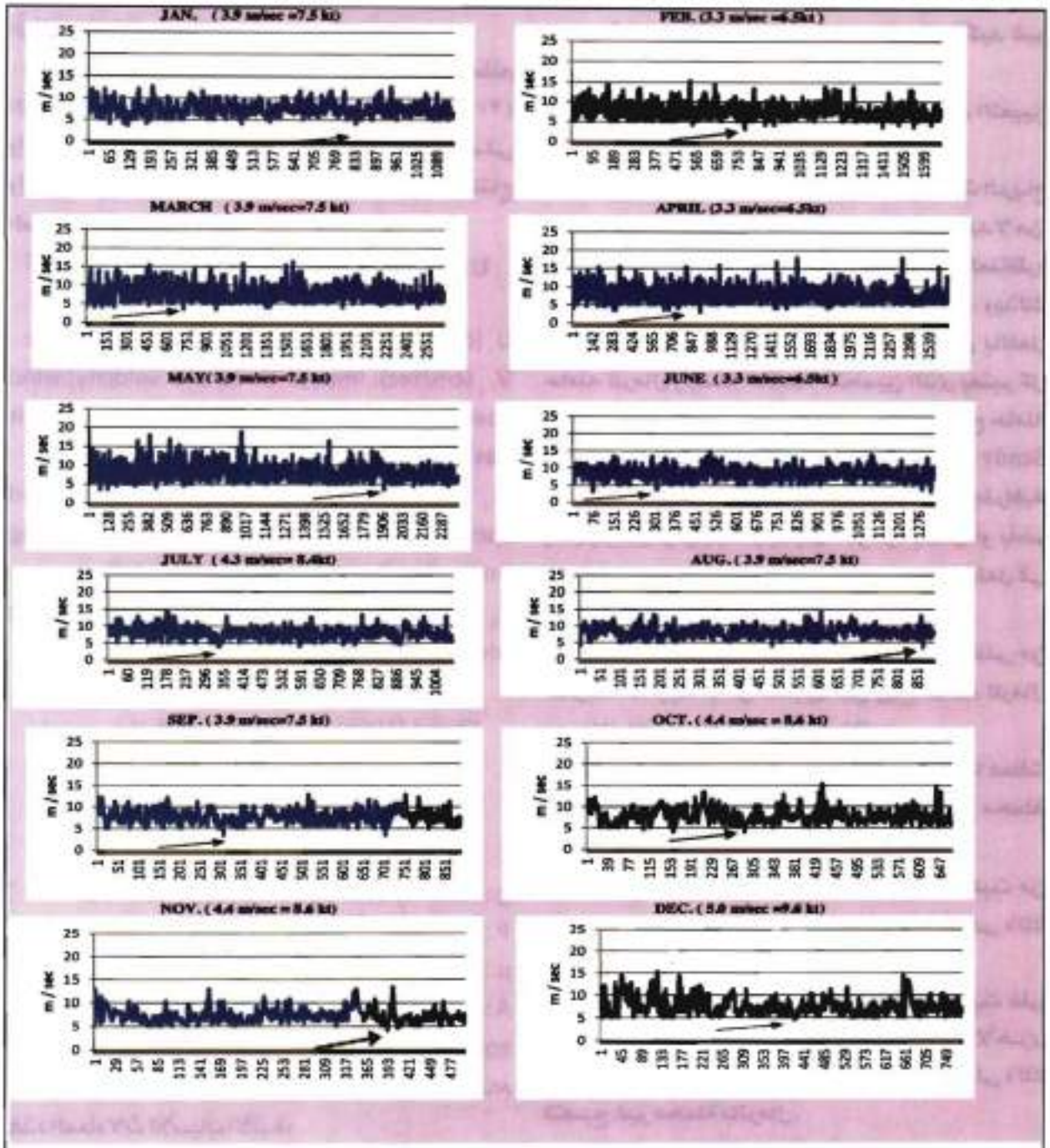
فالرياح الأعلى من السرعة الحرجة ربما هطلت الأمطار قبل هبوبها، وعلى ذلك فتصبح غير محملة بالرمال والرياح.

فالرياح الأعلى من السرعة الحرجة ربما هبت من حيث أراضى صخرية أو مسطحات مائية، وعلى ذلك فتصبح غير محملة بالرمال.

فالرياح الأعلى من السرعة الحرجة ربما هبت على غير ملائمة ومساعدة من العوامل الجوية الأخرى المؤثرة على قدرة الرياح على حمل الرمال، وعلى ذلك فتصبح غير محملة بالرمال.

وبالدراسه الماثله تم أستنتاج السرعه الحرجه Ut١مباشرة من خلال البيانات ،وهى السرعه الأقل بالبيانات المستخدمه، وهى قيم شهريه متغيره ، أنظر شكل (٤)،

الجدول الأتى يوضح قيم السرعات الحرجه Ut١ المستخرجه عمليا لجميع محطات الدراسه بالطريقه الموضحه سابقا من خلال بيانات الرياح المحمله بالرمال Sandy Wind Velocity (١٩٨٣-٢٠١٢) مباشرة.



شكل (٤) :مثال توضيحى لأستنتاج عملى لقيم شهريه للسرعه الحرجه للرياح المحمله بالرمال U_{t1} المحطة أسوان خلال فترة الدراسه (١٩٨٣ – ٢٠١٢) .

Month	Aswan (414)		Abu-Simbel (419)		Luxor(405)		Kharga (435)		Dakhla (432)	
	U_i(kt)	%	U_i(kt)	%	U_i(kt)	%	U_i(kt)	%	U_i(kt)	%
1	7.5	0.09	8.1	0.14	8.8	0.53	5.9	0.07	5.7	0.66
2	6.5	0.06	7.1	0.08	8.8	0.79	5.9	0.06	5.7	0.26
3	7.5	0.07	8.1	0.11	7.8	0.16	5.9	0.23	5.7	0.14
4	6.5	0.04	9.1	0.07	7.8	0.09	4.1	0.03	5.7	0.17
5	7.5	0.13	10.1	0.93	6.8	0.46	5.9	0.11	6.6	0.48
6	6.5	0.15	7.1	0.22	8.9	0.81	5.9	0.13	7.6	0.19
7	8.4	0.09	10.1	1.05	9.9	28.83	7.8	0.06	7.6	0.25
8	7.5	0.11	6.1	0.23	8.8	1.38	5.9	0.48	10.5	4.48
9	7.5	0.22	7.5	0.22	9.9	37.58	5.9	0.07	7.4	0.24
10	8.6	0.38	10.1	1.28	9.9	31.71	7.8	0.09	9.4	1.15
11	8.6	0.28	9.1	0.34	9.9	9.38	9.7	1.78	9.4	3.85
12	9.6	0.13	8.1	0.05	9.9	24.24	9.7	1.93	10.5	7.61
Mean	7.7	-	8.2	-	8.5	-	6.7	-	7.7	-

ولكن يلاحظ ضعف تكرارات هذه القيم خلال فترة الدراسه فيما عدا بعض شهور السنه على محطة الأقصر ، وذلك بسبب أن قيمة MODE للبيانات قريبه جدا من قيم Frequency لتلك الشهور ، ولمعالجة ذلك فتم أستنتاج قيم ذات تكرارات أعلى من خلال المعادله الأتيه والتى تربط بين القيمه الأقل تكرارا Ut1 والقيم الأكثر تكرار وهى قيمة الـMODE ،

$$U_{t2} = (((Mode + U_{t1})/2) + U_{t1})/2 = 1/4\,(Mode + 3\,U_{t1}) \quad (*)$$

النموذج المستخدم للدراسه والتعديلات عليه.

تمت الحسابات إعتمادا، على نموذج Fryberger (١٩٧٩) والأخذ فى الأعتبار لكل التعديلات التى أجريت من خلال Pearce et. al، (٢٠٠٥) كما تم تحديث تعديلات اخرى خلال دراسات سابقه أجريت بواسطة Shapara and (٢٠١٠) (٢٠١٤) ..

والنموذج المستخدم على الصوره الأتيه،

$$q = [\ \bar{U}^2\ (\bar{U} - U_i)\ /\ 100]$$

حيث أن q هى Weighting Factors للرمال المتحركه U_i هى الرياح المتوسطه ضمن كل اتجاه ومجموعة سرعات رياح الماء هى الرياح الحرجة.

$$DP = [\sum_{j=1}^{9} q_{ij}\, X\, t_{ij}]_{i=N} + [\sum_{j=1}^{9} q_{ij}\, X\, t_{ij}]_{i=NNE} + \ldots + [\sum_{j=1}^{9} q_{ij}\, X\, t_{ij}]_{i=NNW}$$

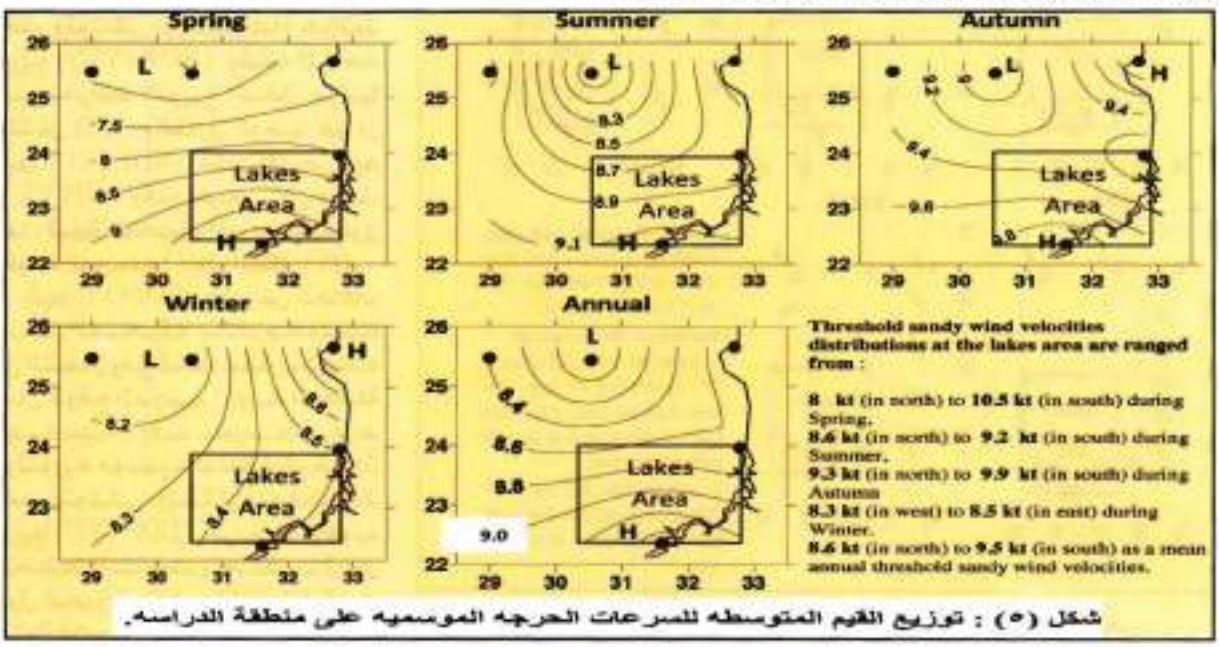
$$\text{i.e.}\quad DP = \sum_{i=N}^{NNW} [\sum_{j=1}^{9} q_{ij}\ X\ t_{ij}]$$

Where; i: Wind Direction. & j: Wind Speed Class No.

حيث أن t هى النسبه المئويه لتكرار حدوث الرياح الحامله للرمال.

توزيع السرعه الحرجه المتوسطه للرياح الحامله للرمال

تم رسم خرائط كونتوريه لتوزيع القيم المتوسطه للسرعات الحرجه الموسميه على منطقة الدراسه ، أنظر الشكل (٥)



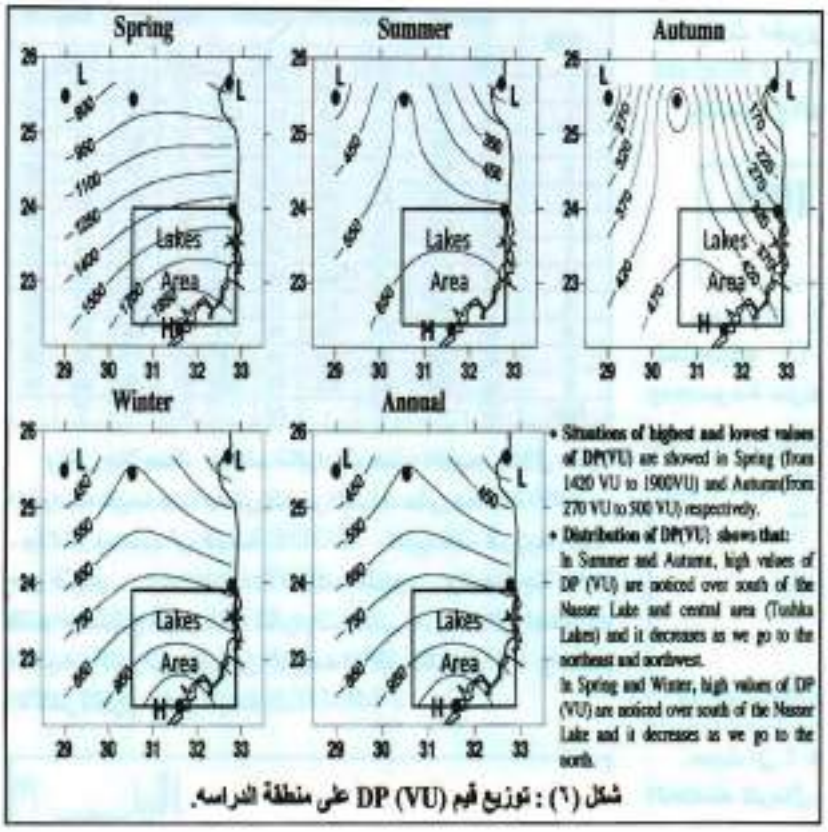
شكل (٥) : توزيع القيم المتوسطه للسرعات الحرجه الموسميه على منطقة الدراسه.

النتائج وتقييم حركة ونشاط الكثبان الرمليه بمنطقة الدراسه

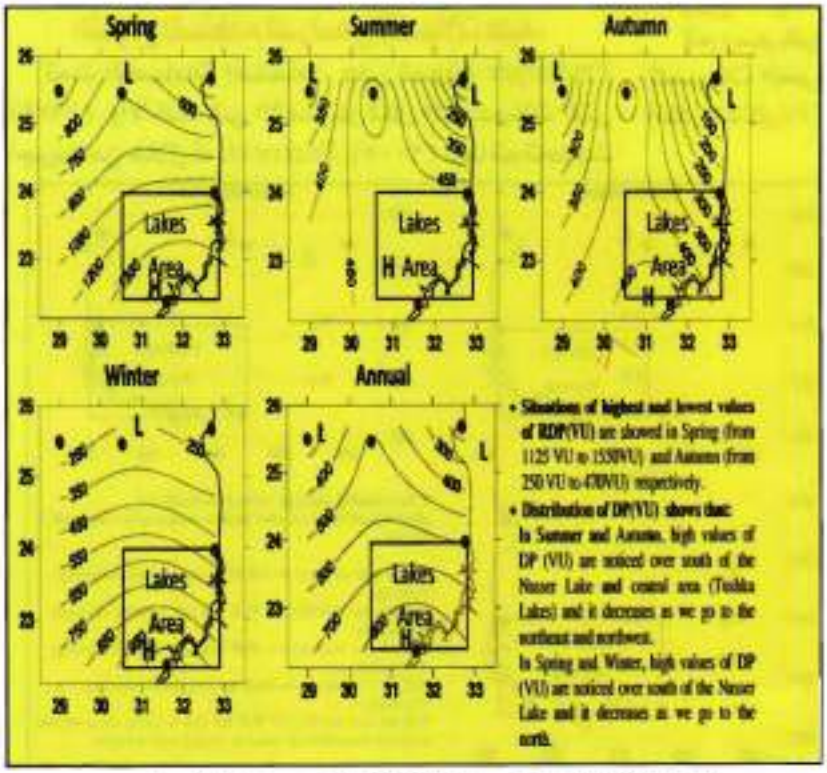
قيم DP (VU) تعبر بكل بساطه عن كميات الرمال المتحركه «مجمعه» من جميع الأتجاهات حول موقع الدراسه ، وتقدر بالوحدات المتجهه ، وقد تم رسم خرائط كونتوريه موسميه لمنطقة البحيرات ناصر وتوشكى ، وبشكل عام يتضح ان جنوب بحيرة ناصر هى الأكثر خطوره طوال العام خاصة بفصل الربيع المتميز باعلى كميات رمال متحركه على الأطلاق التى تتراوح مابين 1900VU جنوبا ، الى 1420VU شمالا ، وبالتدريج تقل مستويات الرمال المتحركه بفصول الشتاء ثم الصيف ثم الخريف على الترتيب وأيضا وتقل كميات الرمال المتحركه كلما اتجهنا شمالا ، بجميع فصول السنه باستثناء المنطقه المتوسطه بمنطقة الدراسه خلال فصلى الخريف والصيف « انظر الشكل (٦) ».

قيم RDP (VU) تعبر عن كميات الرمال المتحركه «قيمة المحصلة هندسيا» من جميع الأتجاهات حول موقع الدراسه ، وتقدر بالوحدات المتجهه ، وقد تم رسم خرائط كونتوريه موسميه لمنطقة البحيرات ناصر وتوشكى ، وبشكل عام خرائط توزيع ((RDP (VU) يشابه الى حد كبير خرائط التوزيع السابق عرضها بالشكل (٦) ، والفارق الوحيد هو ان قيم((RDP (VU تكون أقل من قيم ((DP(VU) وهذا طبيعى لأن دائما ، أبدا ، قيمة المحصله أقل من أو يساوى القيمه المجمعه (انظر الشكل (٧)).

قيم(DDP(VU تعبر عن أتجاهات الرمال المتحركه بالدرجه مقاسه من الشمال ومع أتجاه عقارب الساعه حول موقع الدراسه (زاوية المحصلة الهندسية)، وقد تم رسم خرائط كونتوريه موسميه لمنطقة البحيرات ناصر وتوشكى ، وبشكل عام فخرائط توزيع((DDP (VU) فى غاية الأهميه للتخطيط لأنشاء مشروعات تثبيت الرمال حول البحيرات وانهاء مشكلة أثارة الرمال بمنطقة الدراسه (انظر الشكل (٨)).

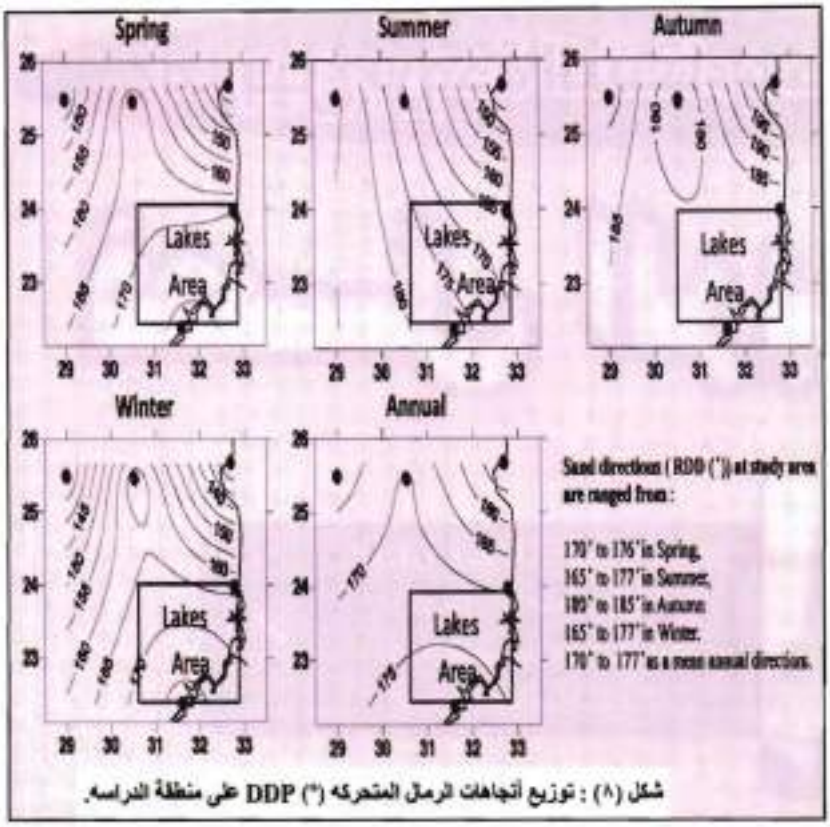


شكل (٦) : توزيع قيم DP (VU) على منطقة الدراسه.

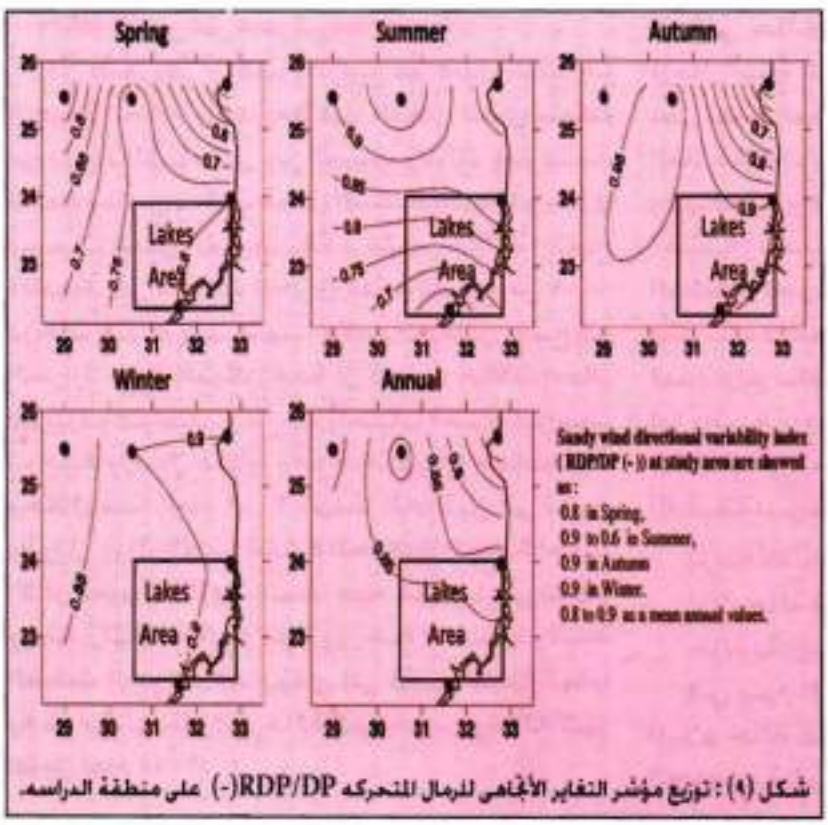


شكل (٧) : توزيع قيم RDP (VU) على منطقة الدراسه.

وأخيرا تعيين قيم مؤشر التغاير الأتجاهى للرمال المتحركه RDP/DP(-) ويعبر عن مدى خطورة الوضع الراهن بمنطقة الدراسه وأيضا لتعيين الأوقات الصحيحة لاتخاذ إجراءات الوقاية والتثبيت ، فكلما اقترب المؤشر الى قيمة الواحد الصحيح فيدل ذلك على الخطوره الأعلى على المكان المتجه إليه الرمال الثائره حيث أنها ممركزه جميعا إلى اتجاه وحيد ومتجهه الى الهدف وغير مشتته لعدة اتجاهات ، وكلما أتجهه قيمة المؤشر الى قيمة الصفر فمعنى ذلك ان الرمال مشتته إلى عدة إتجاهات ومركز الخطوره غالبا ، فى أماكن تواجدها والأماكن القريبه منها ، وقد تم رسم خرائط كونتوريه موسميه لمنطقة البحيرات ناصر وتوشكى ، «انظر الشكل (٩)».



شكل (٨) : توزيع أتجاهات الرمال المتحركه (°) DDP على منطقة الدراسه.



شكل (٩) : توزيع مؤشر التغاير الأتجاهى للرمال المتحركه RDP/DP(-) على منطقة الدراسه.

المراجـــع

Fryberger, S.G. and Dean, G.,1979: Dune forms and wind regime. In Mckee, E. D. ed. A study of global sand seas. United States Geological Survey, Professional Paper 1052, Washington, (66): 137 - 169.

Pearce, K.I. and Walker, I. J., 2005: Frequency and Magnitude Biases in the «Fryberger» Model, with Implications for Characterizing Geomorphically Effective Winds. Geomorghology, (68): 39 - 55.

Shapara, S., 2010: Studies on meteorological conditionleading to sand dunes migration in Egypt, Ph. Thesis, Astronomy and Meteorology Department, Faculty of Scince, Cairo University.

Shapara, S., 2014: Suggestion of simulated Fryberger model for the actual events of the moved sand meteorological phenomena (Dakhla oasis as a case study). International Meteorological Researches Bulletin, volume 27, December 2014.