دراسة العوامل المناخية التى تؤدى الى هجرة الكثبان الرملية بالصحراء الغربية فى مصر

بواسطة

د.صابرين محمد أحمد شبارة

باحث أول

الإدارة المركزية للبحث العلمى

بالهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية

مقدمة

السعى الدؤوب للتعرف على البقاع البكر للوطن برسخ الانتماء والاخلاص لرقعته والنهضة به. ونظرا لأن السياسة التى تسير عليها جمهورية مصر العربية فيما يتصل بتنفيذ برامج الإنشاء والتعمير فى جميع المجالات المختلفة، والتى تعتمد فى بعض جوانبها ،بل اهم جوانبها ، على غزو الصحراء ومصادقتها بدلا من هجرها والنفور منها متكاسلين عنها ومتعللين انه لا أمل فيها ولا رجاء منها، ولا يخفى على أحد أن مصر بالفعل تعانى من مشكلات كثيرة أغلقت طرق التقدم والرخاء، فلا يعقل أن نستمر فى العيش على ٥٪ من مساحة مصر الكلية البالغة حوالى مليون كم مربع مع الاستمرار فى البناء فوق التربة الزراعية.

« جزء من رسالة قدمت لنيل درجة الدكتوراة فى الأرصاد الجوية -كلية العلوم- جامعة القاهرة-٢٠١٠ »

ولايصح أبدا ومن غير المعقول ان تبقى مدن مصر كما هى منذ الاف السنين الى ان أصبحت اليوم مكتظة بالسكان فى نطاق وادى النيل الضيق ودلتاه المحدودة التى تتعرض يوميا للتعدى على أراضيها الخصبة لأغراض البناء، ونتيجة لهذا التكدس والزيادة السكانية مع قلة ونقص الموارد اللازمة للحياة ستاتى النتائج بما لا تحمد عقباها متمثلة فى مظاهر فقر وبطالة وجهل وانحدار صحى وأخلاقى وانتشار الفوضى وزيادة لمعدلات الجريمة...إلخ. فلابد من فتح آفاق جديدة للتوسع العمرانى والزراعى والتجارى ...إلخ خارج نطاق وادى النيل الضيق ، فمن غير اللائق أن ثبتت مصرنا الحبيبة فى موقع لايليق بمكانتها الحقيقية بين باقى الأمم . يجب علينا كأبناء للوطن أن نبحث عن سبل واعية وواعدة تؤهل جذب نفر غفير من أبنائه للعيش الكريم خارج هذا النطاق الضيق فى كل من صحراء سيناء والصحراء الشرقية والغربية، ولن يتم ذلك إلا إذا توفرت فرص العمل فى ميادين جديدة ومختلفة مع توفر سبل المعيشة الرغدة الهادئة والآمنة والكريمة. وفى إطار الحاجة الماسة إلى مخرج من الوضع الاجتماعى الصعب الذى تمر به مصر متمثلا فى غزو الصحراء للتعرف عليها ومصادقتها، واستجابة لنداء العقل وحب الوطن، يجب الحث على العمل والبحث والتنقيب المستمر من أهل الخبرة فى المهن المتخصصة المختلفة للقيام بدراسات مستفيضة

للتعرف على طبيعة صحرائنا ومحاولة حماية المشروعات المطروحة للتنفيذ بها وكمثال لذلك مشروع ممر التنمية والتعمير والمقترح من قبل العالم المصرى الجليل فاروق الباز والمزمع إنشاؤه من قبل الحكومة المصرية .

التعريف بمشروع (ممر التنمية والتعمير)

هو مشروع لايزال تحت الدراسة وهو ليس مجرد طريق يربط بين هنا وهناك ، لكنة برنامج متكامل للتوسع العمرانى والزراعى و الصناعى والتجارى والسياحى رويدا رويدا على مسار ١٢ محور يصل طولها الكلى الى ١٢٠٠كم تبدأ من مراكز التكدس السكانى بوادى النيل ودلتاه وتمتد غربا حتى تصل الى طريق ممتد من ساحل البحر المتوسط شمالا «منطقة العلمين» حتى بحيرة ناصر فى الجنوب الى حدود السودان بطول ١٢٠٠ كم تقريبا « يؤهل التبادل التجارى بين القطرين الشقيقين مصر والسودان»، وعلى مسافة تتراوح ما بين ٢٠ الى ٣٠ كم من حافة هضبة الصحراء الغربية. أنظر الخرائط «١» و «٢». يتوقع أن يبلغ تكلفة المشروع ٢٤ بليون دولار ويقترح أن يتم طرح المشروع للتمويل أمام المستثمرين سواء المحليين أو العرب أو العالميين.

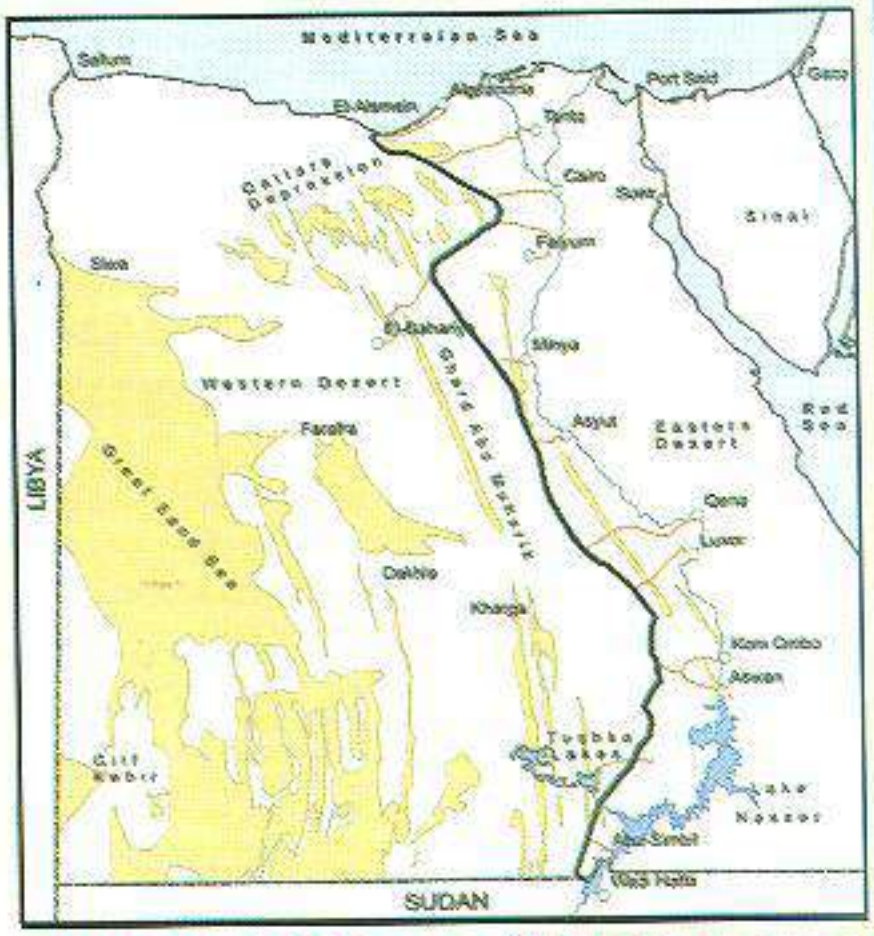
الغرض من الدراسة

دراسة مستفيضة للعوامل المناخية بشكل عام والرياح الفاعلة بشكل خاص باعتبارها أهم العوامل الجوية التى تؤدى الى حركة الكثبان الرملية. وتم استخدام نموذج فرايبرجر المحسن من قبل بيرس وأخرون ٢٠٠٥ فى تقييم طاقة الرياح البيئية المثيرة والمحركة والناقلة للرمال من على سطح الأرض.

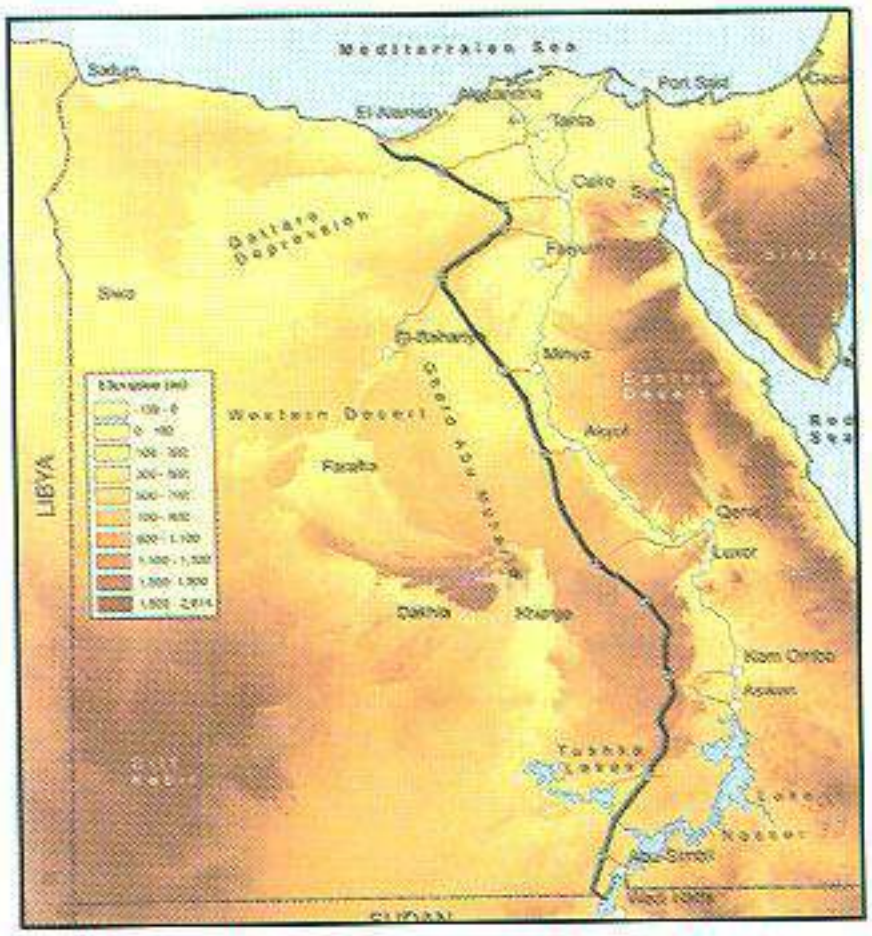
منطقة الدراسة

الجانب الغربى من وادى النيل والدلتا حتى حدود مصر الغربية مع ليبيا ومن ساحل البحر المتوسط شمالا حتى حدود مصر الجنوبية مع السودان ، وقد اختيرت محطات الدراسة لتغطى مناطق المشروعات الحيوية التالى ذكرها ، وذلك للإدلاء بالرؤية العلمية المتخصصة للحالة الجوية السائدة والتى تساعد على نشاط حركة الرمال ، وذلك بغرض اتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة والمتمثلة غالباً في تجنب مسارات تحرك المرمال:

١- منطقة بحيرات توشكى والمناطق المحيطة بها، وهى واحات محافظة الوادى الجديد «البحرية - الفرافرة - الداخلة - الخارجة».



خريطة «١» : تخطيط لمشروع ممر التنمية والتعمير«ممر رأسى » وروافده الإثنا عشر «ممرات أفقية » وظهور حقول الكثبان الرملية بالصحراء الغربية تحيط بحيرات توشكى وبحيرة ناصر «فاروق الباز ٢٠٠٧» .



خريطة «٢» : صورة رادارية توضح طبوغرافية جمهورية مصر العربية وتظهر أماكن الدراسة بالجانب الغربى من نهر النيل ودلتاه «فاروق الباز ٢٠٠٧

٢- المنطقة الشمالية والجنوبية لبحيرة ناصر.

٣- مناطق المشروع المزمع إنشاؤه " ممر التنمية والتعمير " للعالم المصرى الجليل د. فاروق الباز.

محطات الدراسة والبيانات المستخدمة

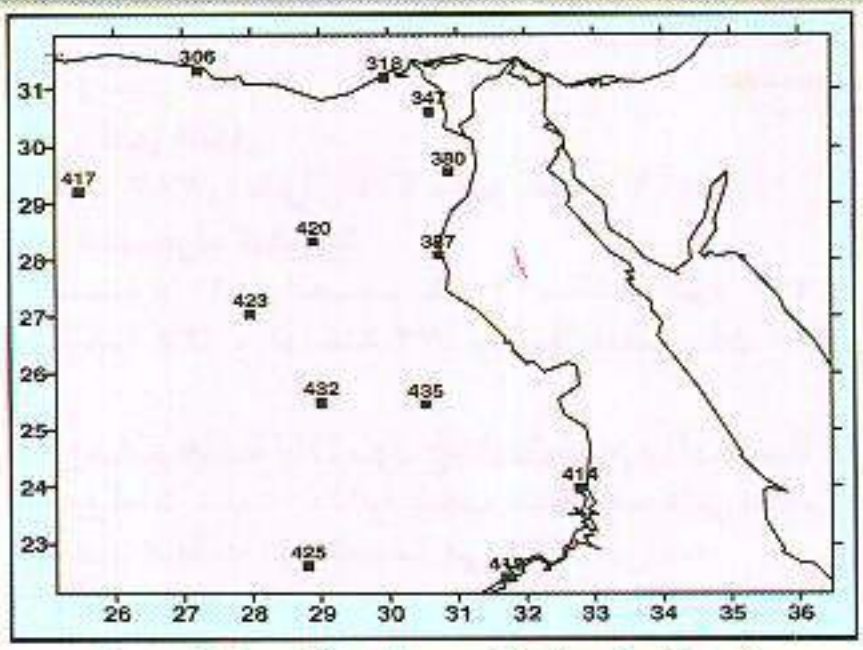
تم أختيار عدد ١٣ محطة أرصادية لتخضع للدراسة الماثلة بحيث تكون موزعة على المناطق الآتية

« أنظر خريطة «٣» وجدول «١» »:

١- الساحل الشمالى

متمثلة فى محطات الأرصاد « الأسكندرية ٣١٨ - مطروح ٣٠٦ ».

٢- الجانب الغربى والجنوبى من الدلتا



خريطة «٣» : أماكن محطات الأرصاد الجوية الخاضعة للدراسة الماثلة

المحطات (كود المحطه)	Long. ° '	Lat. ° '	H (m)	بيانات سرعه الرياح	
				الفترات المتاحه	عدد الرصدات اليوميه
Alexandria (318)	29 57	31 11	9.5	(1981-2004) – 24 years	8
Matruh (306)	27 13	31 20	6.0	(1981-1995) – 15 years	8
El Breegat (347)	30 32	30 33	6.0	(1981-2000) – 20 years	8
Kom Oshim (380)	30 53	29 33	13.8	(1981-1995) – 15 years	8
Minya (387)	30 44	28 05	17.5	(1981-2000) – 20 years	8
Aswan (414)	32 47	23 58	6.0	(1981-2004) – 24 years	8
Abu Simbel (419)	31 36	22 22	9.0	(1981-1995) – 15 years	3
Siwa (417)	25 29	29 12	10.0	(1981-2000) – 20 years	8
Baharia (420)	28 54	28 20	8.0	(1981-2000) – 20 years	8
Farafra (423)	27 58	27 03	10.7	(1995-2004) – 10 years	4
Kharga (435)	30 32	25 27	11.5	(1981-1995) – 15 years	8
Dakhla (432)	29 0	25 29	14.4	(1981-1995) – 15 years	8
Shark El-Auinat (425)	28 42	22 28	10.0	(1982-1987) – 6 years	4 / 8 *

جدول «١» : خطوط الطول والعرض مع ارتفاع الأنيمومتر فوق سطح أرض المحطة مع البيانات المتاحة للدراسة.

متمثلة فى محطات الأرصاد « البريجات ٣٤٧ . كوم أوشيم ٣٨٠».

٣- وادى النيل

«المنيا ٣٨٧ . أسوان ٤١٤ . أبو سمبل ٤١٩ ».

٤- الصحراء الغربية

« سيوة ٤١٧ . البحرية ٤٢٠ . الفرافرة ٤٢٣ . الخارجة ٤٣٥ . الداخلة ٤٣٢ . شرق العوينات ٤٢٥ ».

تعريفات هامة والنموذج المستخدم بالدراسة

تعريفات هامة: بداية يجب التعرف على بعض العناصر الهامة المستخدمة فى هذه الدراسة

DP «VU»

هو مجموع معدل تدفق الرمال (VU) q«سنوى أو موسمى أو شهرى» فى جميع الأتجاهات ويقدر بالوحدات المتجهة.

RDP «VU»

هو المحصلة للقيمة «VU» DPويقدر بالوحدات المتجهة.

RDD (°)

هو اتجاه المحصلة «VU» RDP ويقدر بالدرجات من الشمال الى الشرق.

RDP/DP «index»

هو مؤشر التغير الاتجاهى للرياح وتتراوح قيمه من ٠ الى ١ وكلما زادت قيمته دل على توحد اتجاه الرياح بالمنطقة المدروسة.

النموذج المستخدم بالدراسة هو نموذج فرايبرجر المعدل من قبل بيرس وأخرون ٢٠٠٥ ، ومما جدير بالذكر أن نموذج فرايبرجر الكلاسيكى المعروف ١٩٧٩ له نفس الصورة ولكن تم إدخال بعض التعديلات فى طريقة الحسابات فقط لتكون النتائج أكثر دقة...

وفى العدد القادم بإذن الله تعالى من مجلة الهيئه سنستعرض تعديلاً جوهرياً بالنموذج المعدل تم اقتراحه لمعالجة القصور بنموذج فرايبرجر المعدل ٢٠٠٥ «سنستعرض بعض نماذج القصور» ليصبح النموذج مسايرا ومعتمدا اعتماداً كليا على الأحداث الواقعية لحدوث تحرك الرمال فى الطبيعة بدلا من اعتماد النموذج على الرياح الفاعلة الكلية والتى ربما يحدث تحرك للرمال فى سرعات اقل منها ولا تدخل فى الحسابات ، وربما قد تحدث الرياح الفاعلة ولا تثير الرمال وذلك لأسباب ربما تكون «طقسية - طبوغرافية - جيولوجية». والأن نستعرض النموذج المدروس كما بالصورة الأتية:

$$DP = \sum q = \frac{U^2(U-U_t)}{100} t$$

حيث أن:

U سرعة الرياح المتوسطة بالعقدة على أرتفاع ١٠ متر.

U_t سرعة الرياح الأبتدائية الجارفة للرمال بالعقدة على أرتفاع ١٠ متر «١٢ عقدة تقريبا».

t زمن حدوث الرياح الجارفة «٪» .

$U^2 (U - U_t)$ يسمى معامل الوزن ويقسم على ١٠٠ بغرض تسهيل رسم وردات الرمال.

ولتوضيح كيفية تطبيق النموذج على بيانات الرياح يتم تقسيم البيانات الى ١٦ اتجاه ، كما يتم تقسيم كل مجموعة بيانات منهم الى مجموعات لشرائح مختلفة من سرعات الرياح ، وعلى ذلك فمثلا المتغير i هو أتجاهات الرياح (N, NNE, ..., NNW)

والمتغير j هو مجموعات سرعات الرياح ، وتجرى الحسابات على النحو التالى:

$$q_i (q_N, q_{NNE}, \cdots, q_{NNW}) = \sum_{j=1}^{n} q_{ij}$$

$$DP = \sum_{i=N}^{NNW} [\sum_{j=1}^{n} q_{ij}] X t_{ij}$$

$$OR \quad DP = \sum_{i=N}^{NNW} [q_i] X t_{ij}$$

أما عن الرياح الجارفة فيتم حسابها طبقا للمعادلة الأتية والتى أستخدمها فرايبرجر ١٩٧٩ بناء على باجنولد ١٩٤١:

$$U_t = 5.75 \; V_{0t} \log \frac{10^3}{Z_0} + V_{0t}' \quad V_{0t} < V_{0t}'$$

حيث أن :

V_{*t} (impact threshold velocity- cm/sec) الرياح اللازمة لاستمرار الحركة القفزية للرمال

V_{*f} (fluid threshold velocity- cm/sec) الرياح اللازمة لبدء الحركة القفزية للرمال

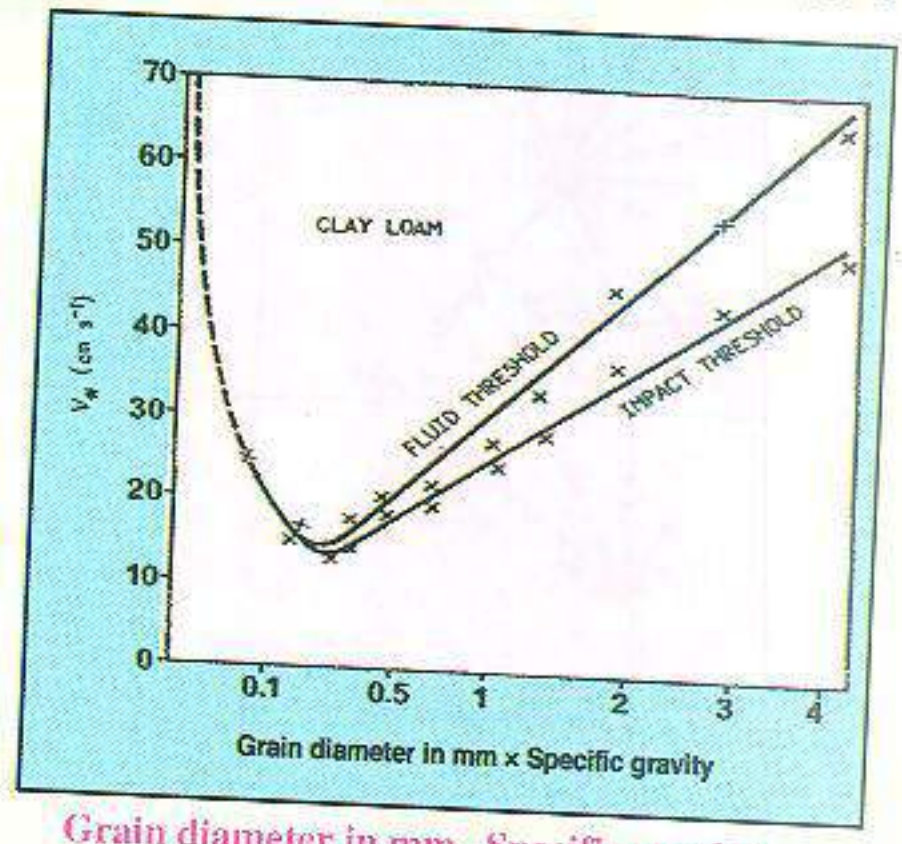
Z_o معامل الخشونة «هو الارتفاع من سطح الأرض الذى عنده سرعة الرياح تساوى صفر وهو ثابت مع تغير سرعات الرياح فوق نفس الموقع لعناصر الخشونة الثابتة لسطح الأرض من أشجار أو مبانى أو جبال أو ... الخ».

ويمكن تعيين السرعات الحرجة السابق ذكرها من المعادلة العامة الخاصة لتلك الغرض « شيبل ١٩٥٨» وهى على الصورة الآتية:

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

حيث أن - نصف قطر حبيبات الرمال ، و g هو ثابت الجاذبية ويساوى ٩٨٠ سم/ث٢ ، π- هى كثافة الكوارتز وتساوى ٢,٦٥ جم/سم٣ ، π- هى كثافة الهواء وتساوى ٣- ١٠ X 1.2 جم/سم٣

أما عن الثابت A فهو يساوى ٠,١ فى حالة V_{*t}، أنظر V_{*f} ويساوى ٠,٠٨٥ فى حالة V_{*t}، أنظر الشكل الآتى ليوضح العلاقة بين السرعات الحرجة وحجم الحبيبات الرملية:



Grain diameter in mm - Specific gravity

خطوات الدراسة ونتائجها

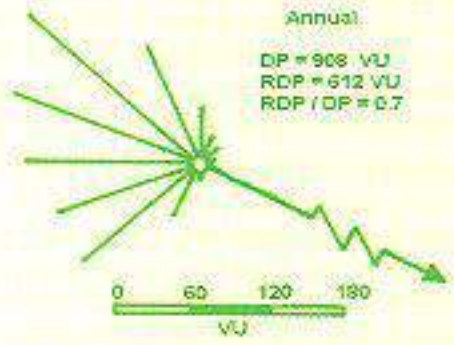
اولا:

● تم رسم وردات الرمال « شهرية وسنوية » - لاستنتاج القيم «VU» DP والقيم «VU» RDP و(*) RDD، وأيضا RDP/DP و يعبر عن مؤشر التغيرات الاتجاهية للرياح ، وتم تلخيص نتائج هذه المرحلة من الدراسة فى الشكل «١» والذى يوضح أشكال وردات الرمال السنوية فقط لكل محطة تحت الدراسة .

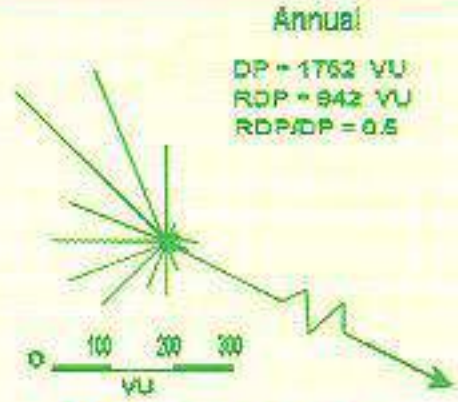
ومن أهم نتائج هذا الجزء من الدراسة

طبقا لتصنيفات فرايبرجر ١٩٧٩ لمستويات طاقة الرياح الجارفة للرمال، منطقة الدراسة تميزت بشكل عام بمتوسط سنوى منخفض لطاقة الرياح « متوسط سنوى لقيمة الـ DPاقل من ٢٠٠ VU»، وذلك فيما عدا منطقة شرق العوينات فتميزت بمتوسط سنوى متوسط لطاقة الرياح « متوسط سنوى لقيمة الـ DP يعادل ٢٤٩ VU». أما عن مؤشر التغير للاتجاه الريحى فتراوح بين القيم العالية «أعلى من ٠,٨ اى يقترب من الواحد » والمتوسطة يتراوح بين «٠,٣ - ٠,٨» مع نظام رياح أحادى عريض ماعدا كل من الخارجة تميزت بنظام أحادى ضيق ، والبحرية تميزت بنظام ثنائى حاد. وبشكل عام تميز كل من فصلى الربيع ثم الشتاء بالقيم العليا لـ DP، بينما تميز فصلى الخريف ثم الصيف بقيمه المنخفضة. وعلى منطقة الدراسة ككل اكتشفنا ان أعلى نسبة من قيم الـ DP« ٤٢.٨ ٪ » حدثت من الاتجاهات المتاخمة N-NNW» لتمثل الاتجاهات الأكثر خطورة» ، بينما أقل نسبة لها« ١.٢ ٪ » حدثت من الاتجاهات المتاخمة ESE-SE»لتمثل الاتجاهات الأكثر أمنا».

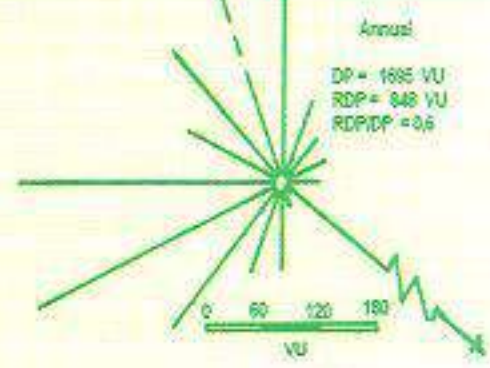
أظهرت الدراسة منطقة « متوسطية الموقع » بالصحراء الغربية تميزت بالقيم الصغرى لكل من DP & RDPوالتى تزداد بشكل عام كلما اتجهنا شمالا وجنوبا. ولو تأملنا خرائط توزيع قيم الزاوايا RDDسنكتشف أن الكثبان الرملية بشكل عام أينما وجدت تدور مع عقارب الساعة كلما اتجهنا جنوبا. اما عن معدلات التغير الأتجاهى للرياح فبسهولة يمكننا اكتشاف أن الرياح الفاعلة تكون أكثر أستقرارا فى اتجاه وحيد كلما اتجهنا جنوبا خاصة الجنوب الشرقى من منطقة الدراسة ، كما تتميز بأعلى معدلات التغير الإتجاهى شمالا خاصة الشمال الغربى من منطقة الدراسة.



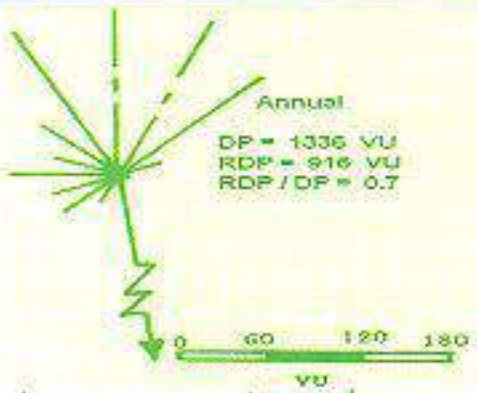
الأسكندريه (١٩٨١-٢٠٠٤)



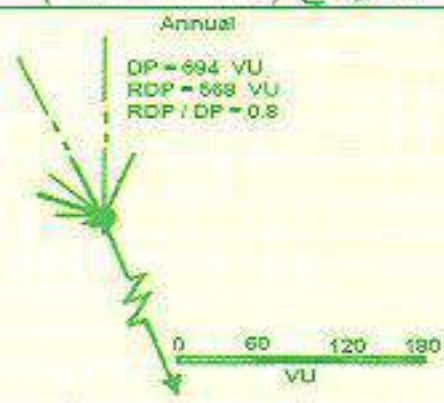
مطروح (١٩٨١-١٩٩٥)



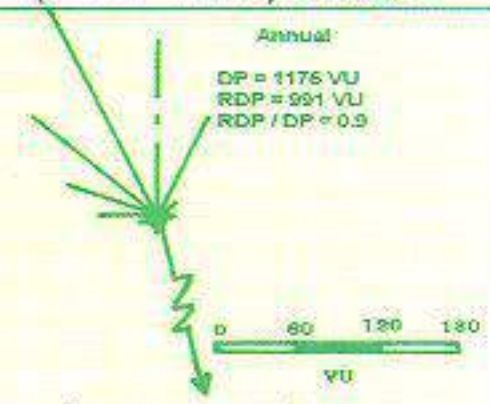
البريجات (١٩٨١-٢٠٠٠)



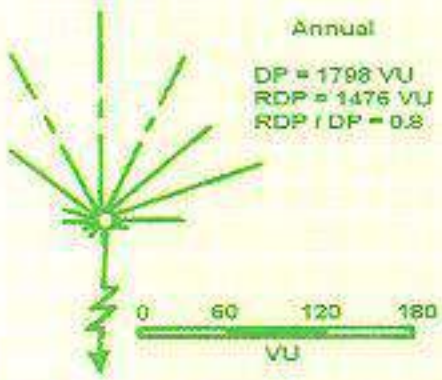
كوم أوشيم (١٩٨١-١٩٩٥)



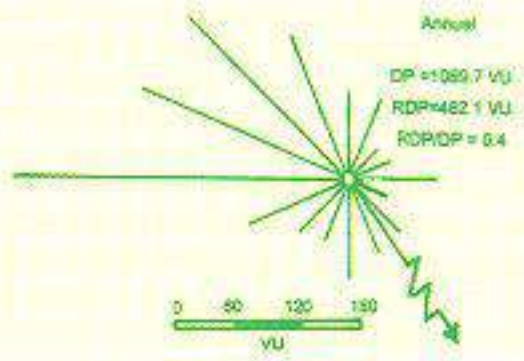
المنيا (١٩٨١-٢٠٠٠)



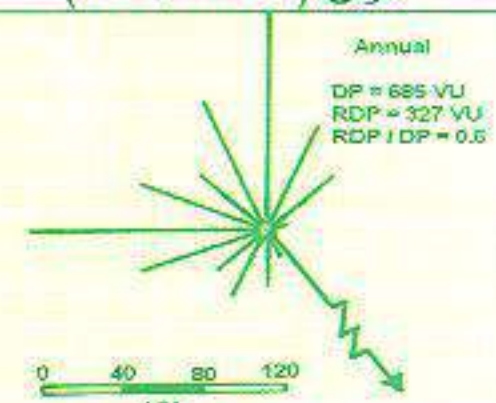
اسوان (١٩٨١-٢٠٠٤)



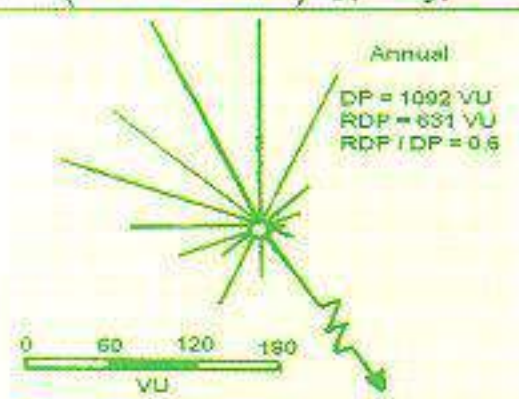
ابو سمبل (١٩٨١-١٩٩٥)



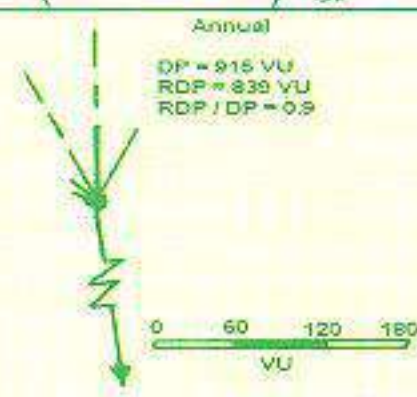
سيوه (١٩٨١-٢٠٠٠)



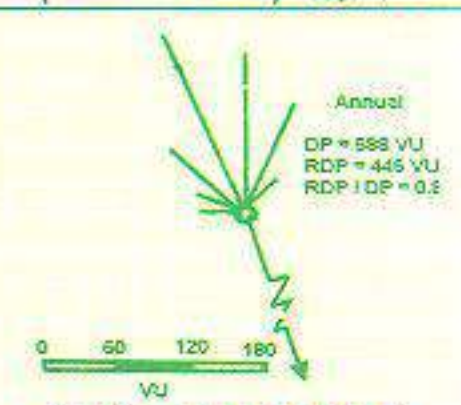
البحريه (١٩٨١-٢٠٠٠)



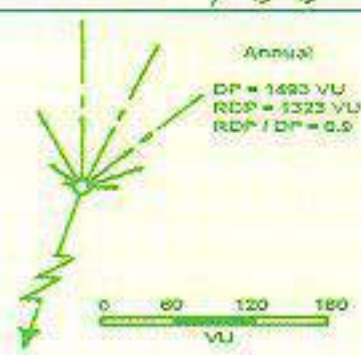
الفرافره (١٩٩٥-٢٠٠٤)



الخارجه (١٩٨١-١٩٩٥)



الداخله (١٩٨١-١٩٩٥)



شرق العوينات (١٩٨٢-١٩٨٧)

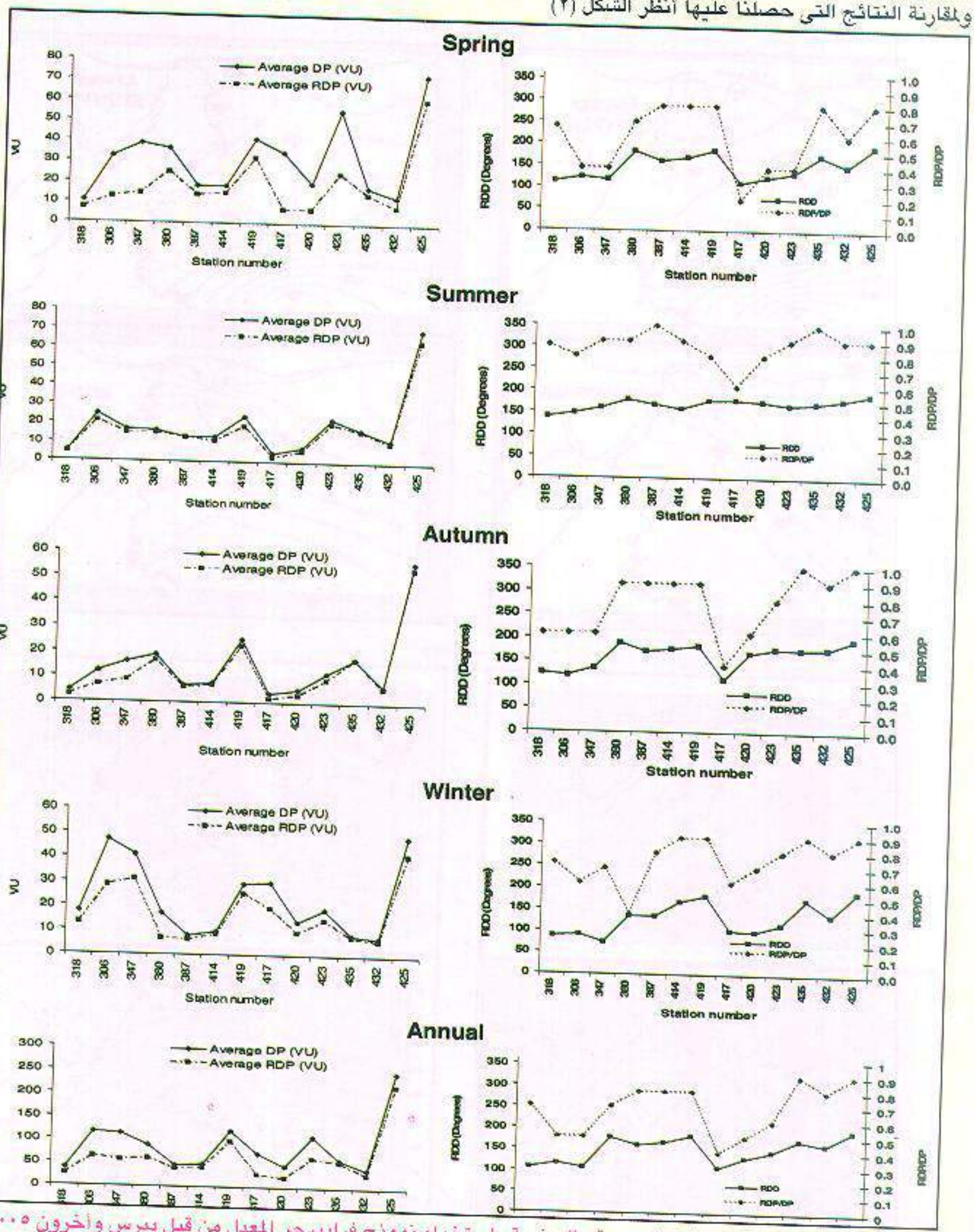
N ↑

E →

الخطوط المتقرحه : أمتداد لخطوط المحصله السنويه RDP (VU) .
الخطوط الغير متصله : أمتداد لخطوط DP (VU)

شـكل «١» : وردات الرمال السنوية لعدد ١٣ محطة أرصاد خلال الفترات الزمنية المبينة.

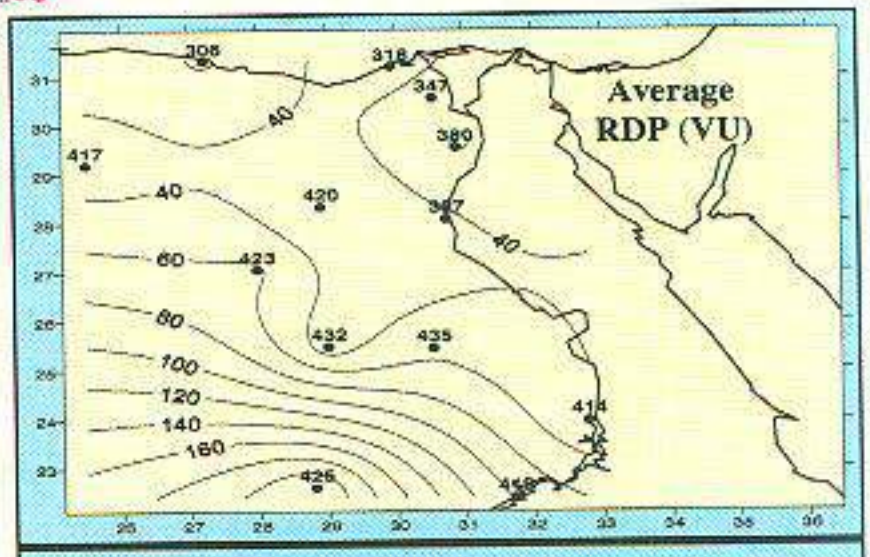
ولمقارنة النتائج التى حصلنا عليها أنظر الشكل (٢)

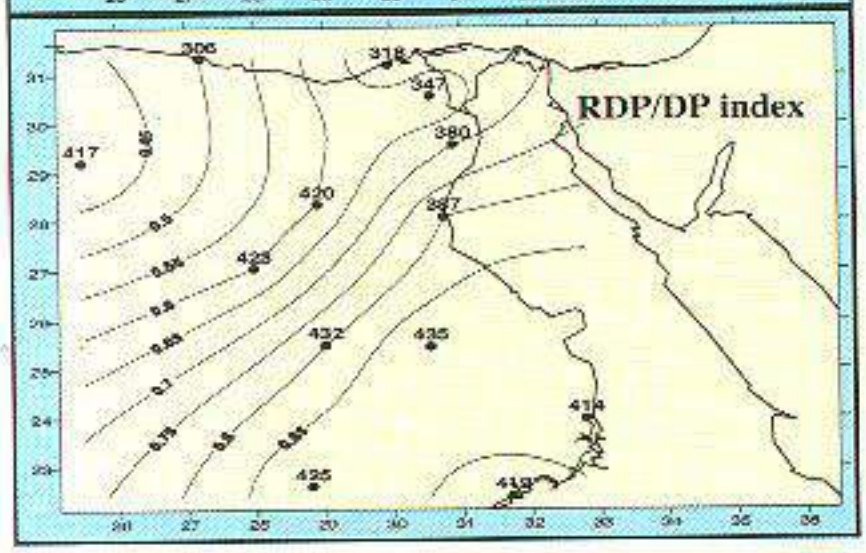


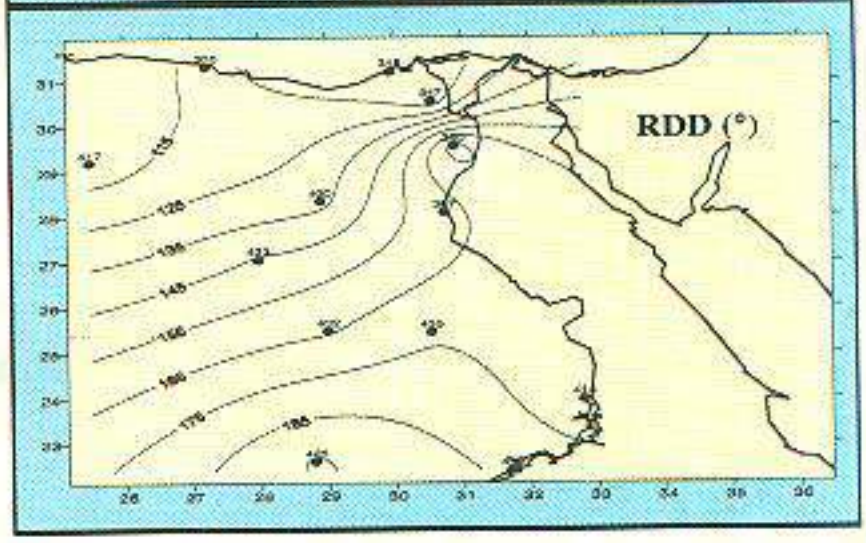
شكل «٢»: مقارنة عامة للنتائج الموسمية والسنوية باستخدام نموذج فرايبرجر المعدل من قبل بيرس وآخرون ٢٠٠٥

ويمكننا توزيع النتائج السنوية والموسمية التى حصلنا عليها على خرائط خاصة ، أنظر شكل «٣»

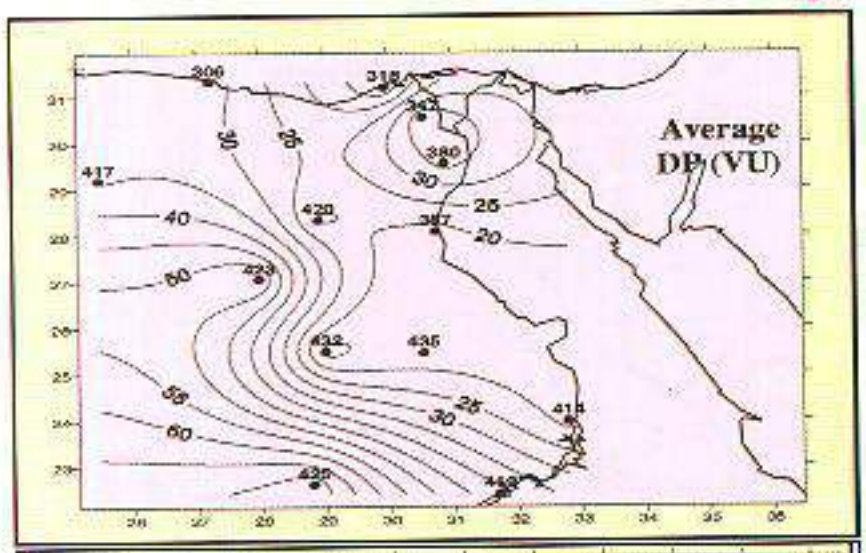
التوزيع السنوى

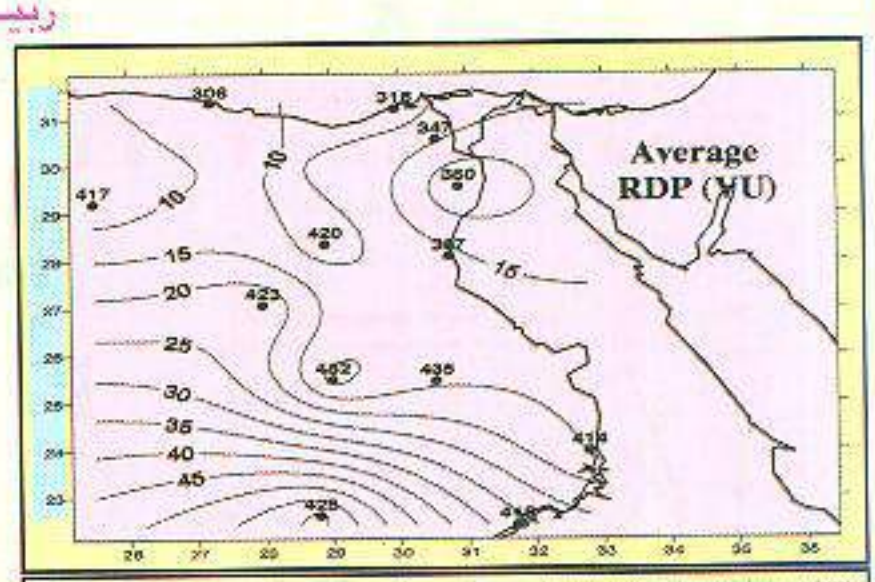


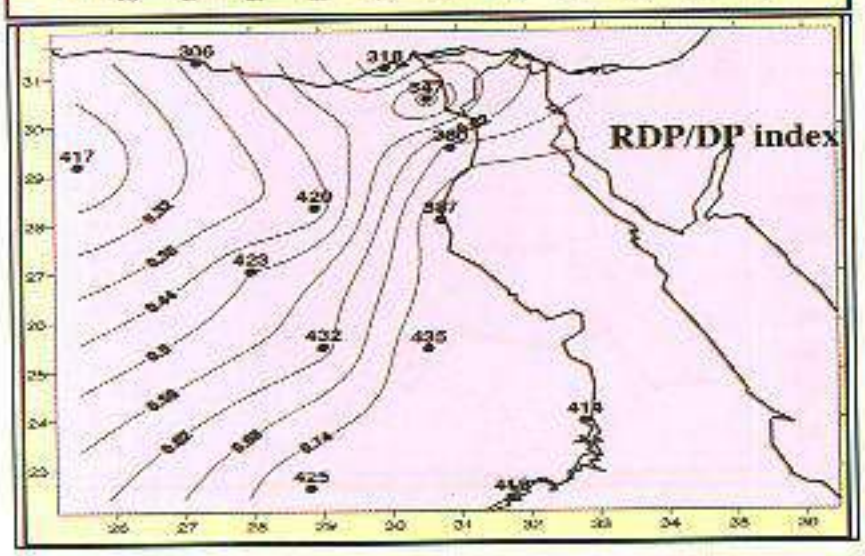


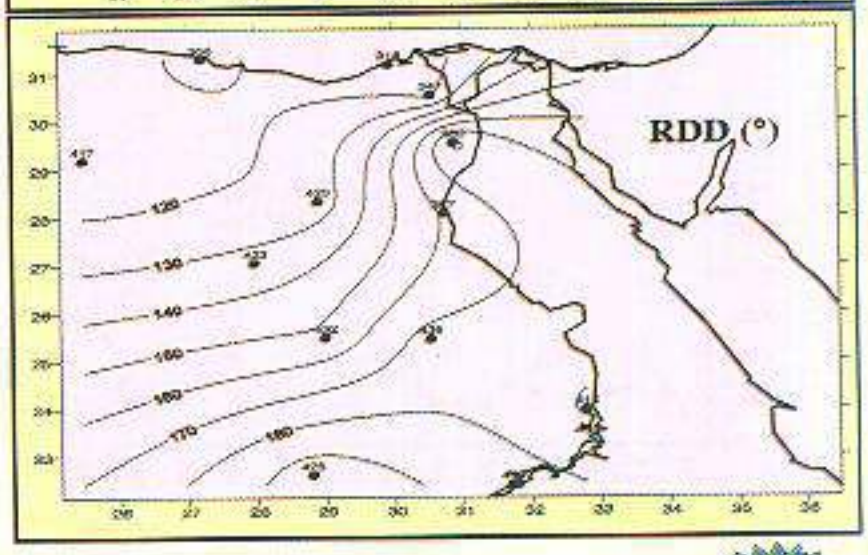


ربيـــــع

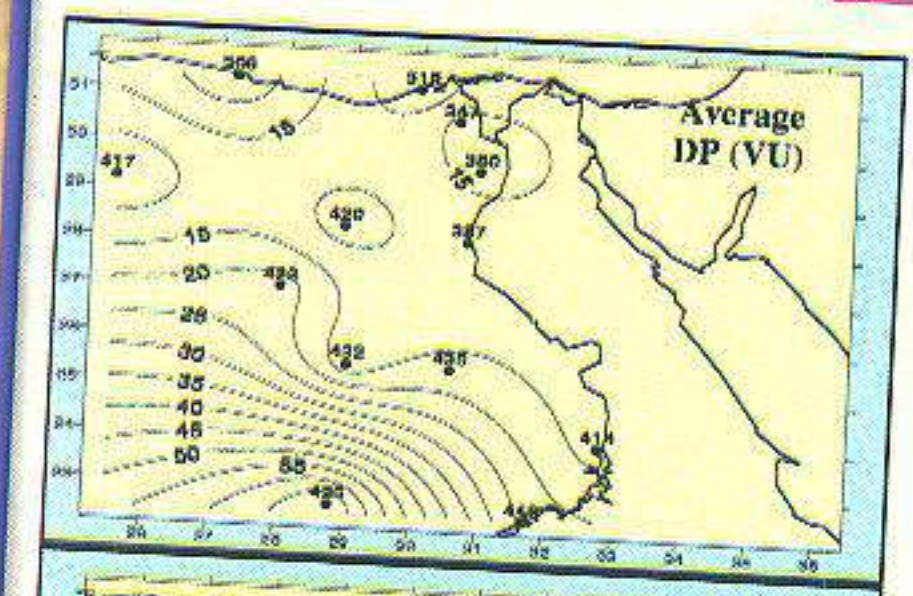


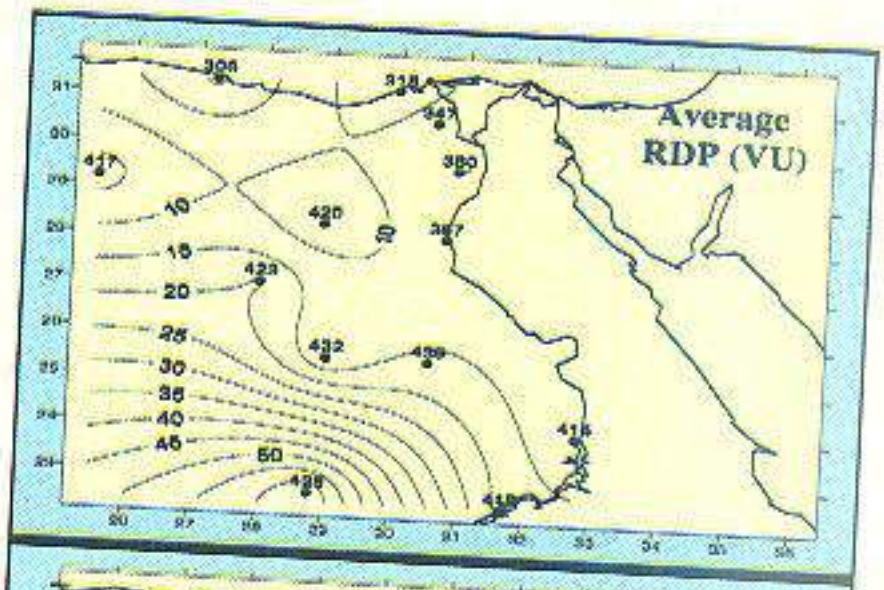


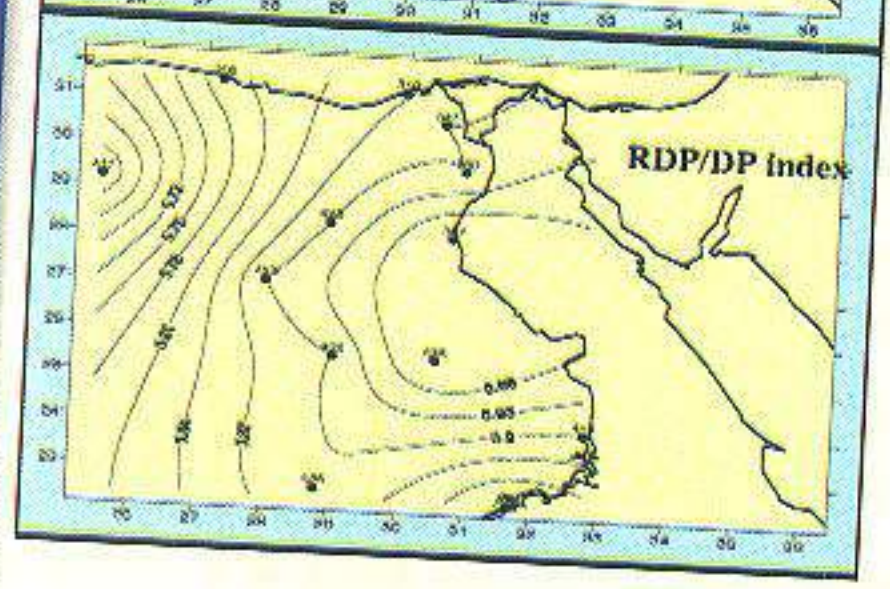


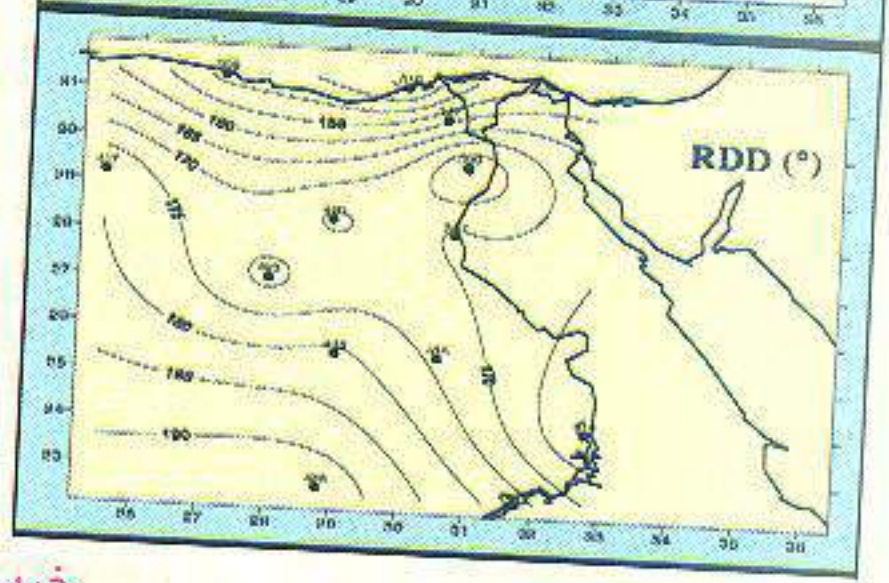


صيـــف

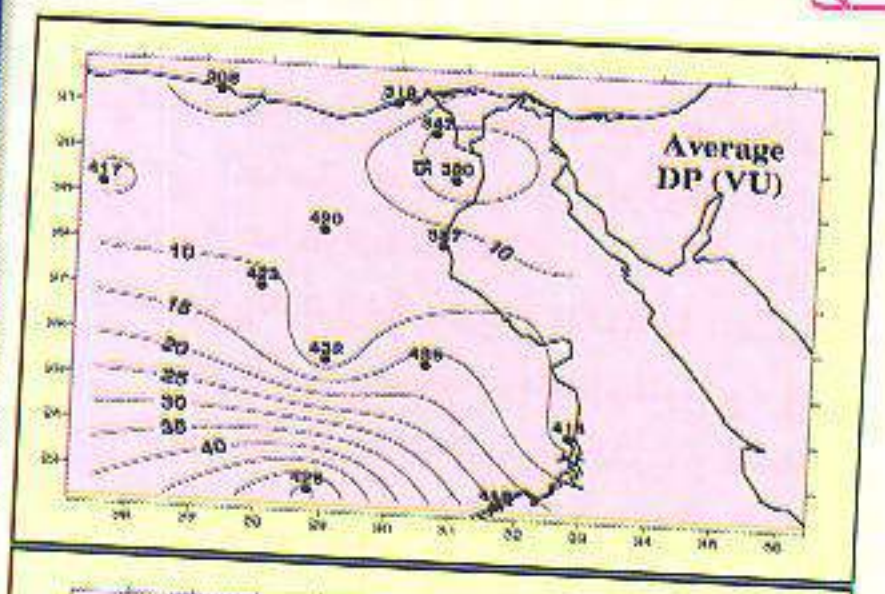


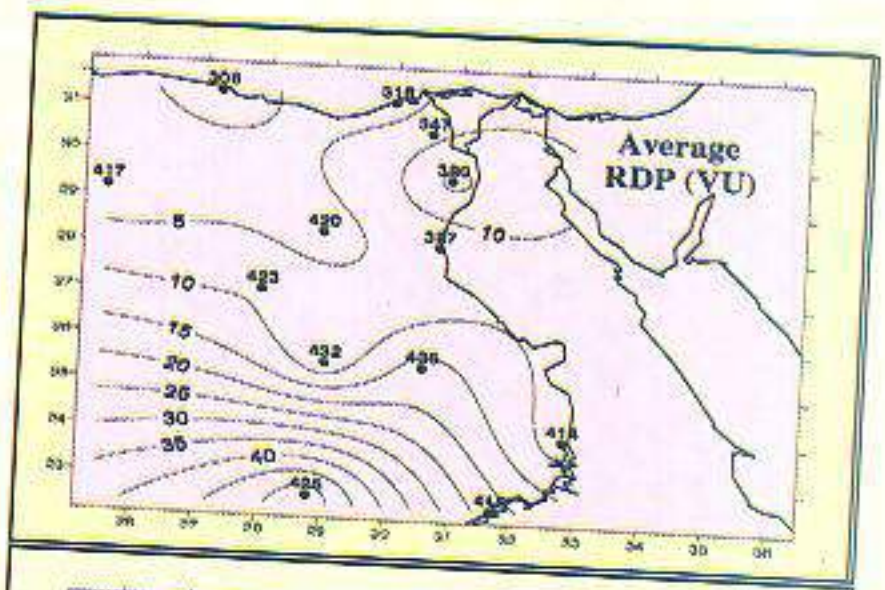


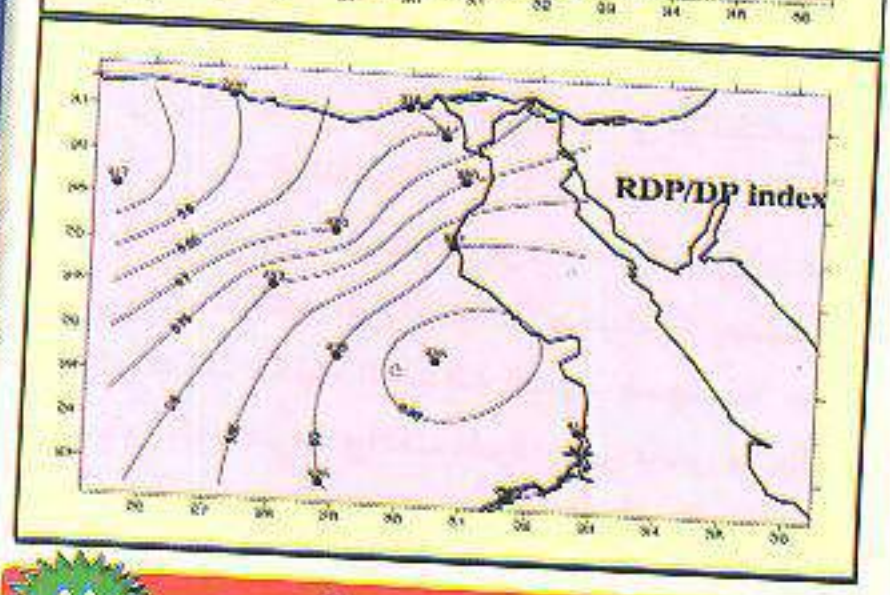


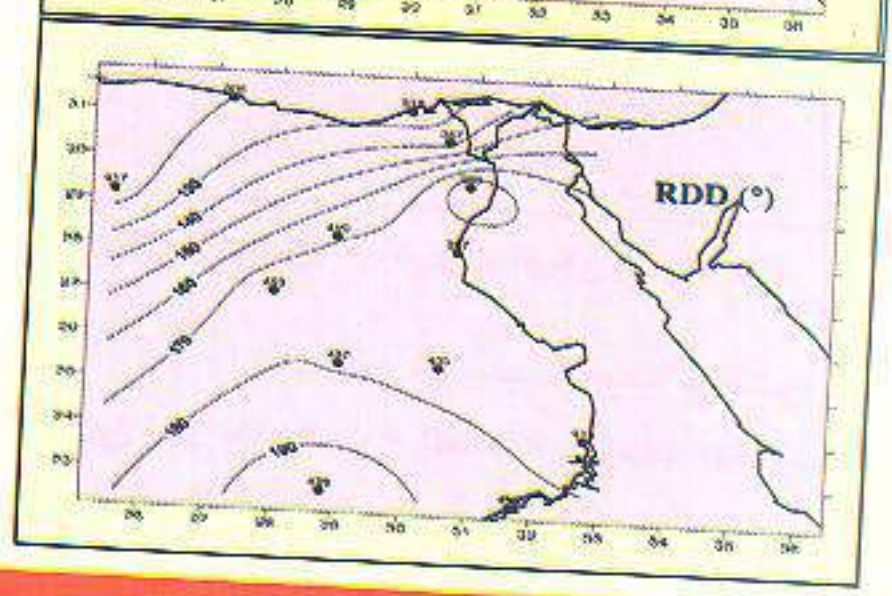


خريـــف

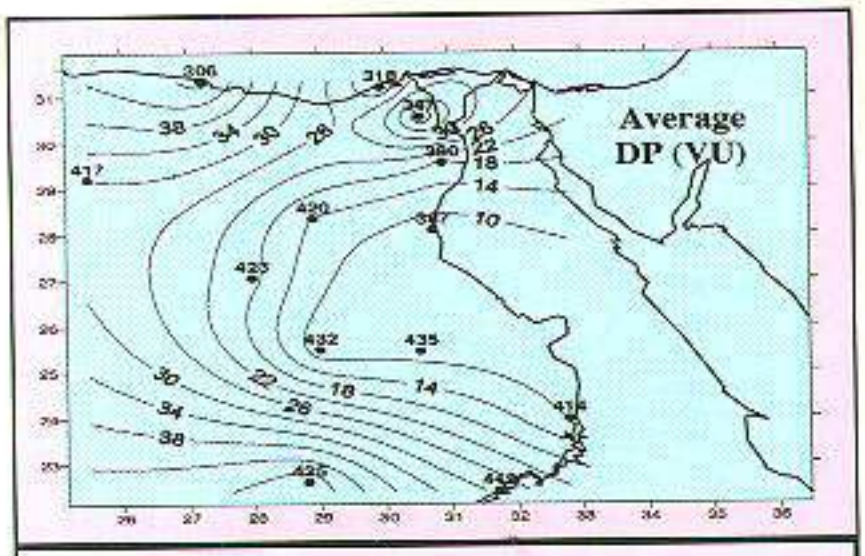


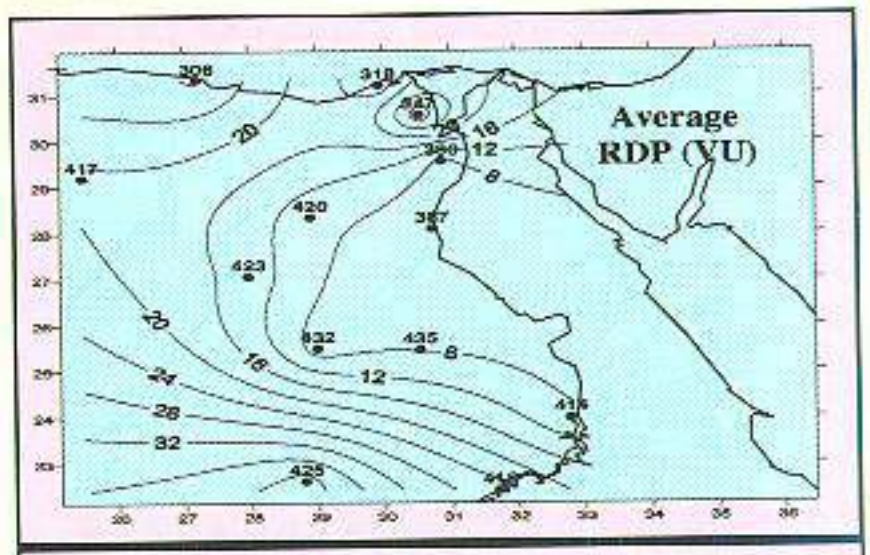


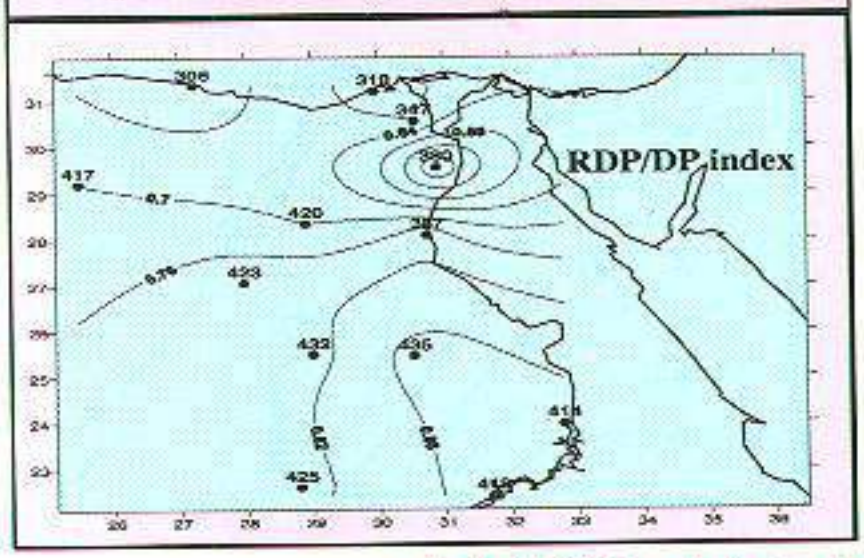


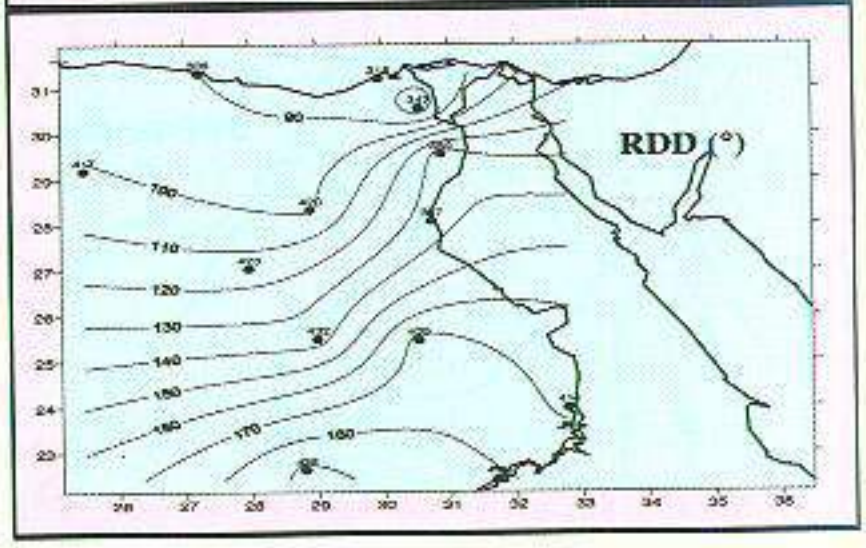


شـــــــتاء









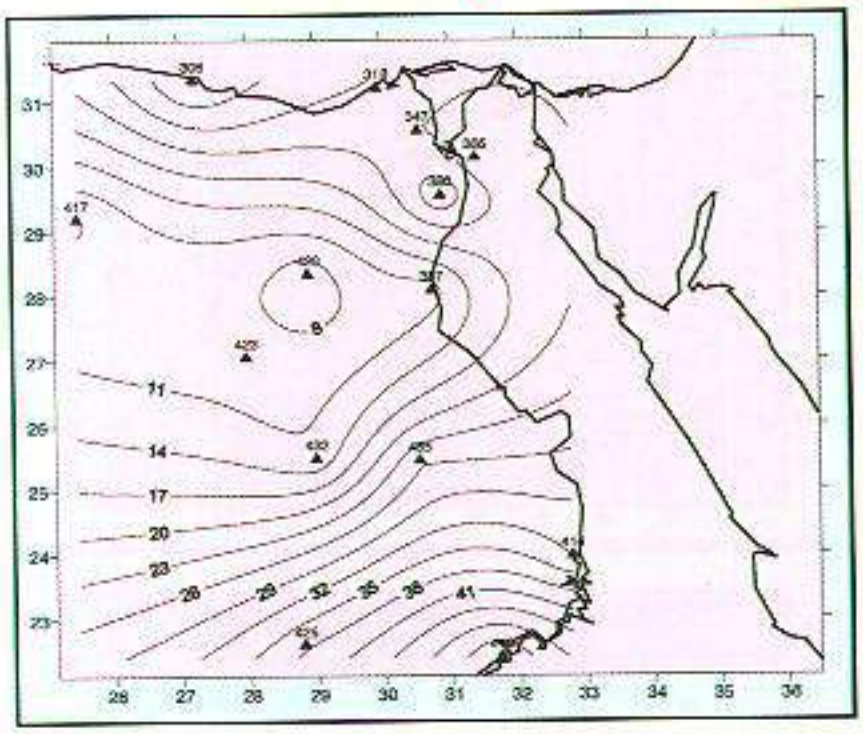
شكل «٣٠»: توزيع للنتائج الموسمية والسنوية على منطقة الدراسة .

ثانيـــا:

● دراسة تفصيلية للرياح الفاعلة أو الجارفة للرمال على المناطق المذكورة ، وقد أجريت الدراسة على نحو من الخطوات الآتية:

١» تقييم التكرارات للرياح الفاعلة السنوية كنسبة مئوية من البيانات الخام للرياح ، وقد اظهرت الدراسة أن اعلى تكرارات للرياح الفاعلة قد حدثت على مطروح شمالا وأبو سمبل وشرق العوينات جنوبا. أنظر الخريطة رقم « ٤»

٢» دراسة التغيرات « بالزيادة أو بالنقصان» لتكرارات الرياح الفاعلة «٪» F وايضا لسرعاتها «kt»M خلال ساعات اليوم أثناء شهور العام واستنتاج العلاقة الرياضية الإحصائية بينهم إن وجدت، حيث كانت العلاقة بينهم ضعيفة جدا بمحطتى البحرية والفرافرة «هى نفس منطقة ضعف تكرارات الرياح الفاعلة» ، أنظر العلاقات



خريطة « ٤ »: توزيع تكرارات الرياح الفاعلة «٪».

من «١» الى «١١» . وقد تم رسم خريطة كونتورية لتوزيع سرعات الرياح الفاعلة بمنطقة الدراسة، أنظر الخريطة رقم «٥».

Station 318: $M(kt) = 14.51 + 0.31 \sin(2\pi F(\%) / 40.4 - 4.77) + \xi_{318}$; $r^2=0.71$ (1)

Station 306: $M(kt) = 15.52 + 1.44 * \exp(-0.5 * (\ln(F(\%) / 18.68) / 0.18)^2) + \xi_{306}$; $r^2=0.93$ (2)

Station 347: $M(kt) = 14.48 + 0.76 / (1 + (F(\%) / 9.64)^{-191.1}) + \xi_{347}$; $r^2=0.70$ (3)

Station 380: $M(kt) = 15.03 + 1.15 * \exp(-0.5 * (\ln(F(\%) / 18.61) / 0.32)^2) + \xi_{380}$; $r^2=0.81$ (4)

Station 387: $M(kt) = 13.4 + 1.14 / (1 + \exp(-(F(\%) - 5.64) / 0.34)) + \xi_{387}$; $r^2=0.86$ (5)

Station 414: $M(kt) = 14.39 + 1.46 / (1 + ((F(\%) - 16.96) / 3.50)^2) + \xi_{414}$; $r^2=0.98$ (6)

Station 419: $M(kt) = 14.84 + 3.29 \sin(2\pi (F(\%)) / 15.64 + 0.61)^2 + \xi_{419}$; $r^2=0.77$ (7)

Station 417: $M(kt) = 14.32 + 2.31 / (1 + ((F(\%) - 35.19) / 7.20)^2) + \xi_{417}$; $r^2=0.54$ (8)

Station 420: (علاقه ضعيفه أحصائيا)

Station 423: (علاقه ضعيفه أحصائيا)

Station 435: $M(kt) = 14.44 + 0.76 / (1 + (F(\%) / 16.27)^{-197.3}) + \xi_{435}$; $r^2=0.74$ (9)

Station 432: $M(kt) = 11.26 + 0.85 \sin(2\pi (F(\%)) / 9.63 - 3.98)^2 + \xi_{432}$; $r^2=0.62$ (10)

Station 425: $M(kt) = 14.57 + 3.40 / (1 + ((F(\%) - 30.76) / 5.27)^2) + \xi_{425}$; $r^2=0.83$ (11)

حيث أن $\xi_{425}, \ldots, \xi_{306}, \xi_{318}$ هى معاملات التصحيح للمعادلات من (١) الى (١١) أنظر جدول (٢)

جدول «٢»: معاملات التصحيح للمعادلات المذكورة اعلاه.

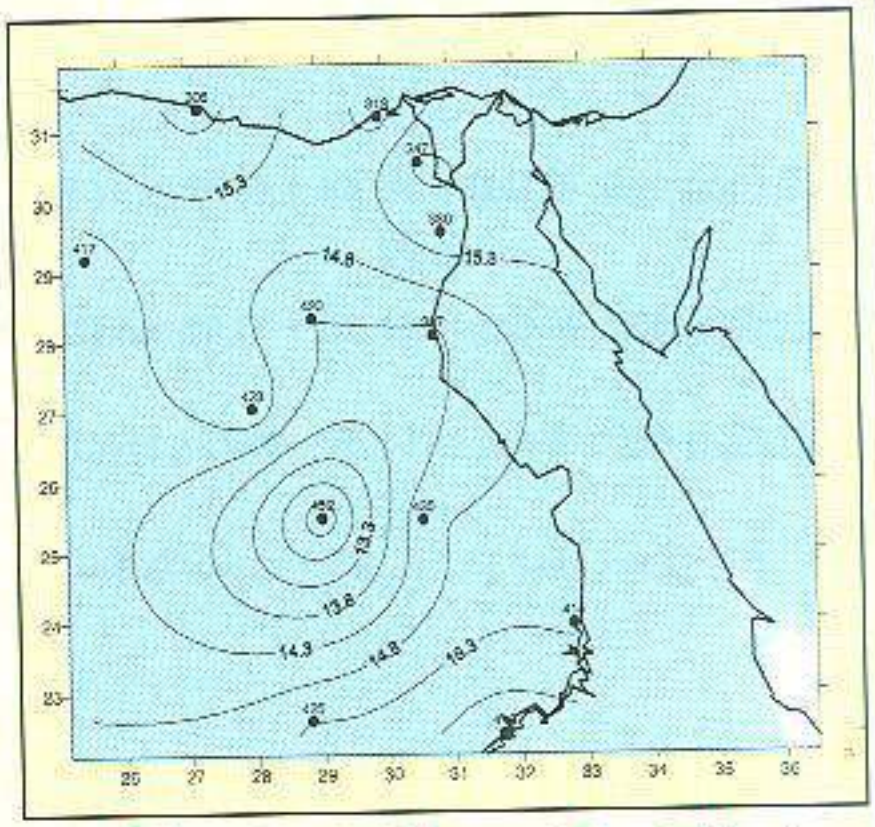
وقت الرصد اليومى	ξ_{318}	ξ_{306}	ξ_{347}	ξ_{380}	ξ_{387}	ξ_{414}	ξ_{419}	ξ_{417}	ξ_{435}	ξ_{432}	ξ_{425}
00	-0.012	-0.116	0.325	-0.056	0.362	-0.050	0.065	0.020	0.360	0.251	0.024
03	0.065	0.084	-0.275	-0.127	0.006	-0.133	-0.335	-0.168	0.160	0.023	-0.772
06	-0.098	0.284	0.225	0.173	-0.004	0.156	-0.767	0.033	-0.140	-0.022	0.130
09	0.050	0.075	0.000	0.360	-0.340	0.056	0.700	-0.110	0.000	-0.193	0.044
12	0.001	-0.037	0.167	0.226	-0.040	0.002	0.314	-0.006	0.100	0.120	0.002
15	-0.001	0.026	0.167	0.057	-0.040	-0.045	0.288	0.006	-0.100	0.027	-0.043
18	-0.053	-0.099	-0.333	-0.276	0.063	-0.027	-0.525	-0.072	-0.340	-0.360	-0.011
21	0.048	-0.216	-0.275	-0.356	-0.008	0.041	0.261	0.296	-0.040	0.154	0.626

مع ملاحظة أن سرعات الرياح الفاعلة تكون أقل مايمكن على المنطقة المتوسطة للصحراء الغربية . ويجب التنويه على أن القيمة الصغرى للرياح الفاعلة كانت ١٢ عقدة على جميع المحطات «تم اتخاذها كقيمة قياسية» فيما عدا على محطة الداخلة فتم تعيينها بالدراسة الماثلة لتكون ٩ عقدة أى أقل من القيمة القياسية المعروفة لتحرك الرمال.

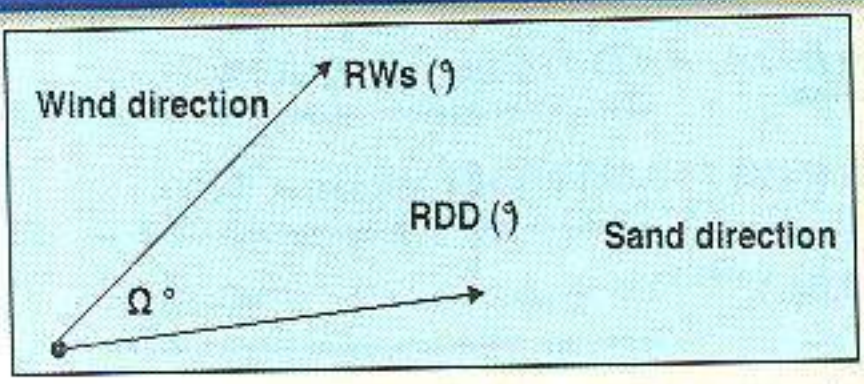
«٣» تعيين محصلة الرياح الفاعلة مقدار- **Rws (kt)** واتجاها (°) **Rwa** وذلك باستخدام نظرية فيثاغورث للتحليل الاتجاهى. وقد أتت النتائج مؤكدة بأن هناك فارق بين زاوية تحرك الرمال وزاوية تحرك الرياح وتتغير هذه الزاوية مع المكان والزمان ، أى أن **(IRADD-Rwdl)**

وقد تم دراسة سلوك تغاير الزاوية المذكورة من حيث الزيادة والنقصان مع الزمن لكل المحطات المدروسة ، وجاءت النتائج لتؤكد أن محطات الدراسة تنتمى إلى ثلاث مجموعات متشابهة السلوك للزاوية المذكورة، أنظر الشكل «٤».

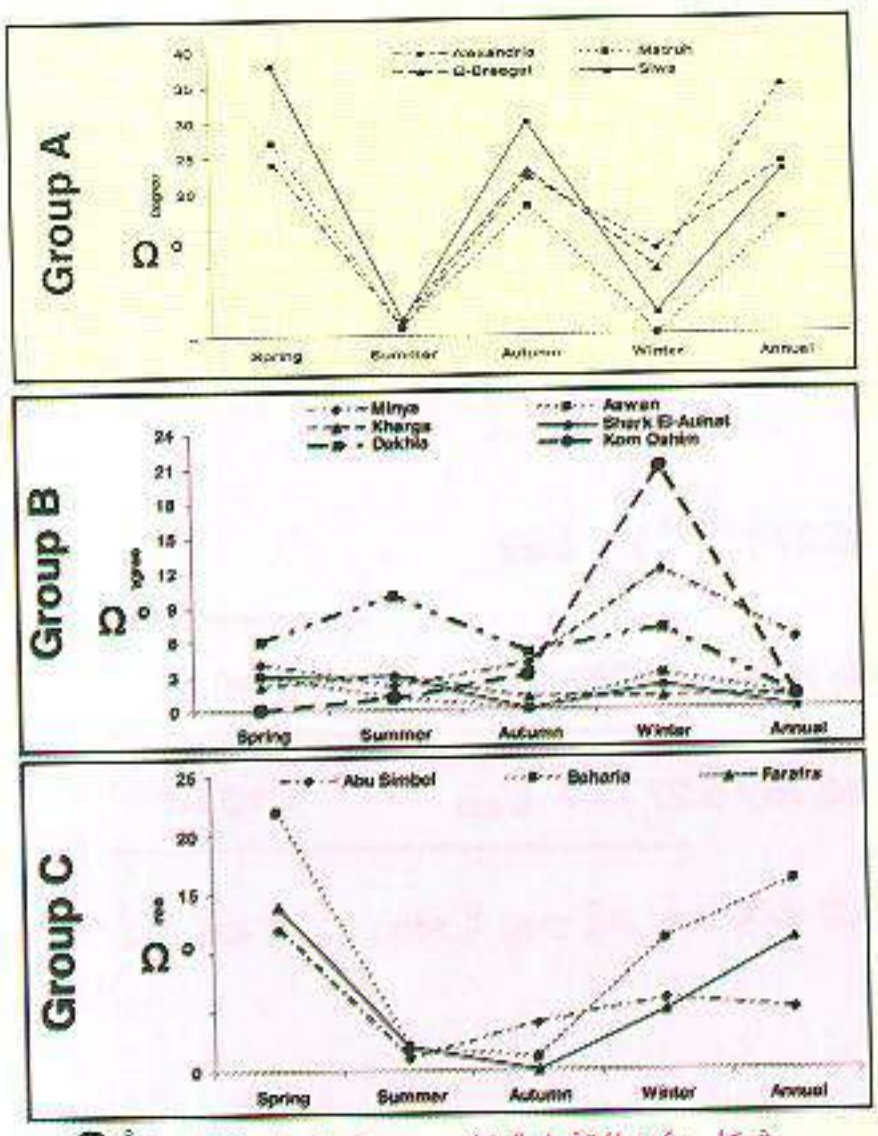
وتم اختبار أرتباط الزاوية Ω° مع العديد من العوامل المناخية منها الضغط الجوى والرطوبة النسبية



خريطة «٥» توزيع سرعة الرياح الفاعلة «kt».



والحرارات المتوسطة والعظمى والصغرى والفرق بينهم والبخر النتح الممكن والأمطار ومعامل رطوبة التربة بالإضافة إلى القيم التى تم الحصول عليها من الدراسة الماثلة ، وكانت نتيجة الاختبارات ثلاث علاقات احصائية معقده لكل مجموعة محطات :



شكل «٤»: التشابة الموسمى لسلوك الزاوية Ω° مع محطات الدراسة.

For Group A, Ω° is a function of (RDP/DP index, T_{min} , P/PET);

$$\Omega = 37.12 + 0.88\,(Y1+Y2+Y3) + C_A \;;\; r^2 = \cdot.\text{VV} \quad \text{---------- (A)}$$

Where:

$Y1 = -38.35\ (RDP/DP)$; $Y2 = 17.23 / [1+((T_{min} - 11.88)/0.85)^2]$;

$Y3 = -1.1 \sin[(2\pi\,(P/PET)/0.48) - 1.13]^2$; T_{min} : Minimum temperature

P/PET : Potential evapotranspiration. ; Ca: Correction Factor

جدول «٣»: معاملات التصحيح للمعادلة « A».

Month	Alexandria	Matruh	El Breegat	Siwa	Month	Alexandria	Matruh	El Breegat	Siwa
1	5.9960	-6.3833	-0.9347	-6.4887	7	4.4728	0.7504	3.5378	-1.6803
2	1.7709	-6.7609	2.3140	-7.3478	8	2.0398	-0.7461	1.7879	2.0433
3	3.5118	-6.0073	5.4978	0.2818	9	1.1201	-1.7810	2.7279	-4.4002
4	1.9390	-1.9215	14.5255	3.1601	10	3.1185	7.2308	-4.2644	12.0311
5	4.7295	-3.0320	0.1851	-15.1377	11	8.2302	-4.4734	-4.1444	-2.9827
6	-0.2478	4.4505	-0.5322	-3.2091	12	-2.9668	-4.8415	-0.7039	-6.4650

For Group B, Ω° is a function of (RW_S/MW_S index, MW_S , T_{mean});

$$\Omega = -0.725074 + 1.033\,(Y1+Y2+Y3) + C_B \quad ; \quad r^2 = ٠.٧٩٩ \quad \text{---------- (B)}$$

Where:

$$Y1 = 287.96 / [\,1+((\,(RW_S/MW_S) - 0.31\,)/0.05)^2\,]\,;$$

$$Y2 = 24.61 / [1+((MW_S-12.90)/0.38)^2] \quad ; \quad Y3 = 16.98 / [1+((T_{mean} - 13.4\,)/0.00013\,)^2]\,;$$

T_{mean}: Mean temperature. ; C_B : Correction factor.

جدول «٤»: معاملات التصحيح للمعادلة « B».

Month	Kom Oshim	Minya	Aswan	Kharga	Dakhla	Shark El-Auinat
1	-0.3561	3.2427	-1.9787	-2.5228	1.0028	-0.8284
2	1.3726	-3.3475	1.1169	-1.3569	0.7387	-0.6911
3	-4.1151	5.3467	2.0786	-1.5538	4.7106	2.0293
4	-1.9098	2.0502	-0.1824	-1.2897	-6.3054	0.1519
5	-0.0221	-0.4098	-1.0279	-2.6157	-4.5470	0.1289
6	-1.7001	-0.9849	2.1388	0.5152	3.0998	1.6018
7	-0.9561	0.0461	-0.2263	3.0151	1.2904	3.2585
8	-0.9573	2.0151	-1.1545	0.0151	-0.0915	0.3590
9	0.4598	-1.0951	-1.8553	0.6673	0.4319	-0.3414
10	2.4761	0.1187	-0.9922	-0.6347	1.3075	1.2387
11	-1.8375	1.9433	-2.3054	-3.3945	-0.9759	1.2791
12	0.2905	2.8148	3.0058	-2.5881	-1.0140	0.8068

For Group C, Ω° is a function of ((DP-RDP), T_{min}, RW_S);

$$\Omega = 2.56 + 0.936\,(Y1+Y2+Y3) + C_C \quad ; \quad r^2 = ٠.٨٢٨ \quad \text{---------- (C)}$$

Where: $Y1 = 13.1 \exp[-0.5\,(\ln((DP-RDP)/56.5\,)/0.24\,)^2\,]$;

$$Y2 = 5.78/[1+(T_{min}/11.3)^{25675.1}]$$

$$Y3 = 4.91 \exp[-0.5\,((\,RW_S - 8.89\,)/1.203)^2]\,;$$

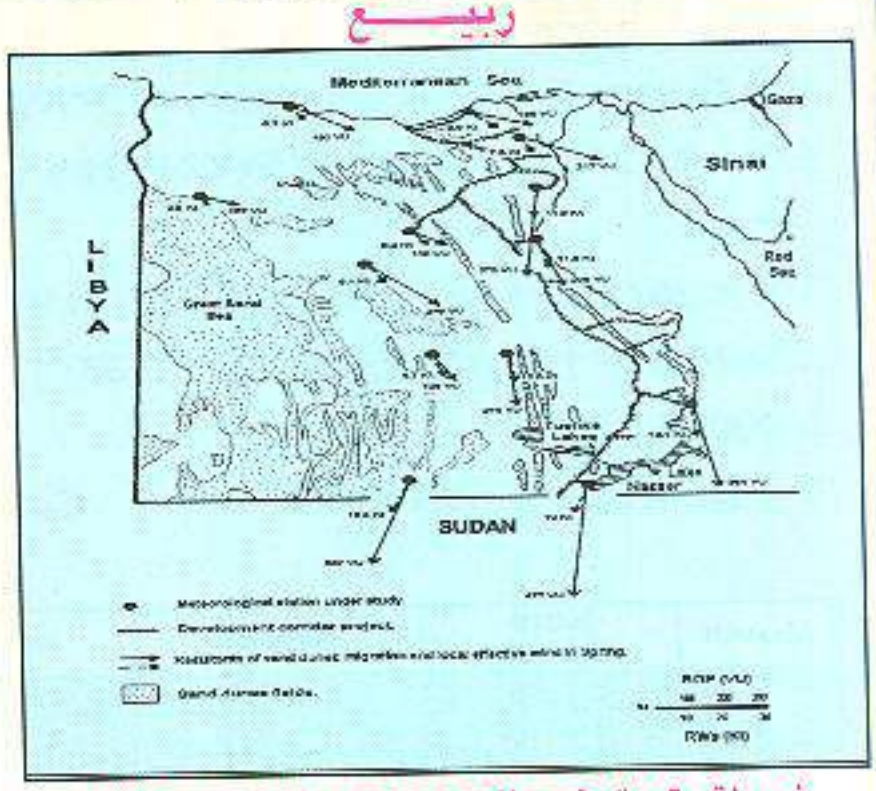
C_C: Correction factor.

وتم تلخيص النتائج السابقة على خرائط موسمية ، حيث تظهر بالخرائط منطقة الدراسة ومحطات الأرصاد الجوية موضحا عليها المسارات العامة للكثبان الرملية وكذلك الاتجاهات العامة للرياح والزاوية بينهم ، كما توضح الخريطة أماكن المشروعات الحيوية مثل « بحيرة ناصر - بحيرات توشكى - مدن محافظة الوادى الجديد - مشروع ممر التنمية والتعمير » ، ومن ثم يمكننا ببساطة شديدة اكتشاف المناطق الأكثر خطورة بالمنطقة المدروسة بشرط أن تتلاقى اتجاهات تحرك الرمال والرياح الفاعلة بزاوية متعامدة أو شبة متعامدة مع مناطق ترسيب طبيعية سواء انخفاضات لسطح الأرض أو عوائق «طبيعية كالجبال أو التلال أو أراضى صخرية - صناعية كالمبانى وخلافه» ومن ثم تقل سرعة الرياح وتتخلى عن احمالها من الرمال لتحدث الكارثة على منطقة الترسيب ، أنظر الخرائط من «٦» الى «٩» :

جدول «٥»: معاملات التصحيح للمعادلة « C ».

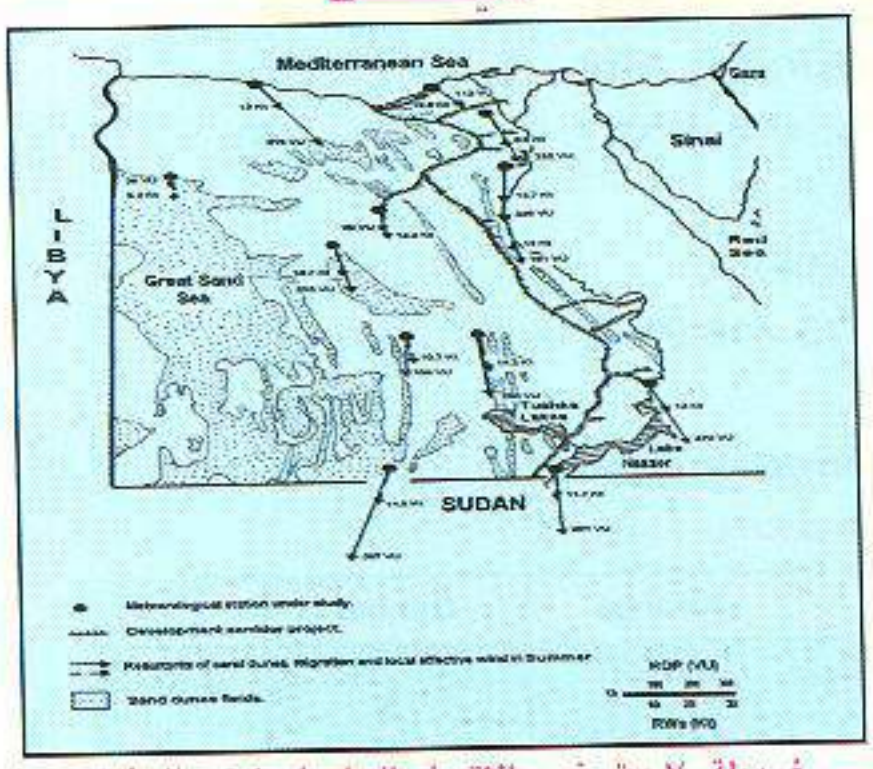
Month	Abu Simbel	Baharia	Farafra	Month	Abu Simbel	Baharia	Farafra
1	-2.9665	-0.8235	-2.0959	7	-3.1661	0.4428	1.4494
2	-1.9955	-1.4408	-5.6038	8	1.1730	2.4369	-0.5528
3	1.2426	1.8566	-0.0577	9	1.4480	5.4402	-2.5891
4	-1.4298	-1.9910	1.8256	10	2.4402	2.7806	0.4369
5	2.7879	1.0953	-0.3619	11	-1.5598	-3.4862	4.2674
6	-1.6292	-2.0704	0.4402	12	0.0286	0.6718	1.5560

ربيـــــع



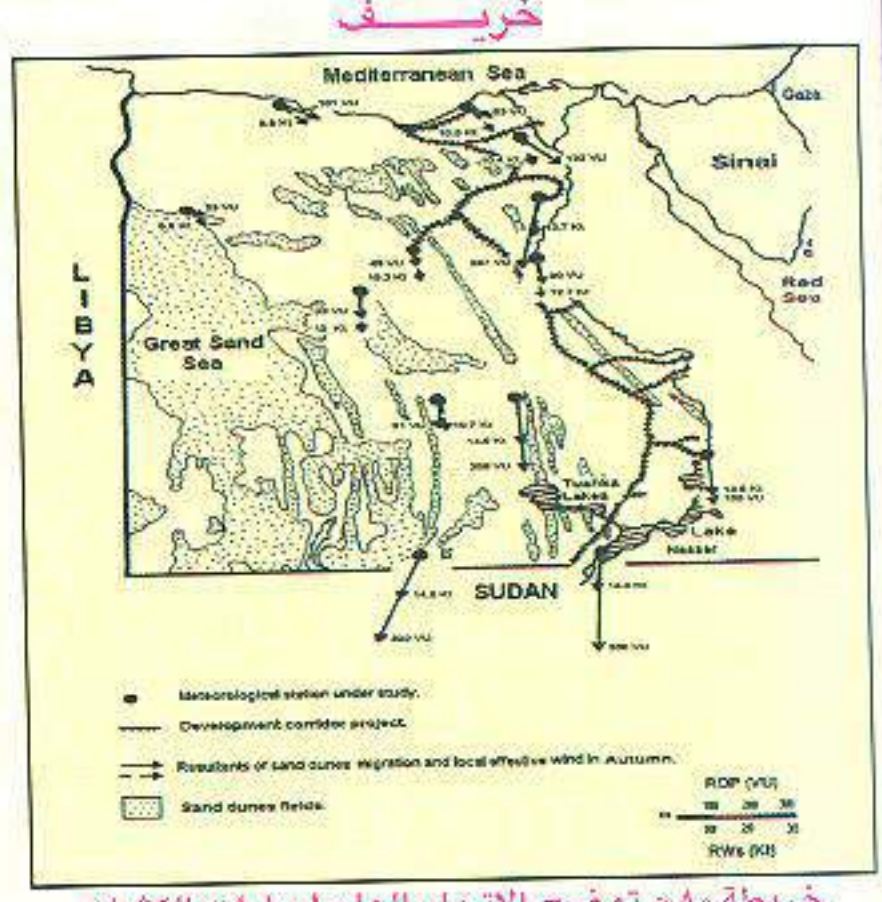
خريطة «٦»: توضح الاتجاه العام لمسارات الكثبان الرملية والرياح الفاعلة فى موسم الربيع .

صيـــــف



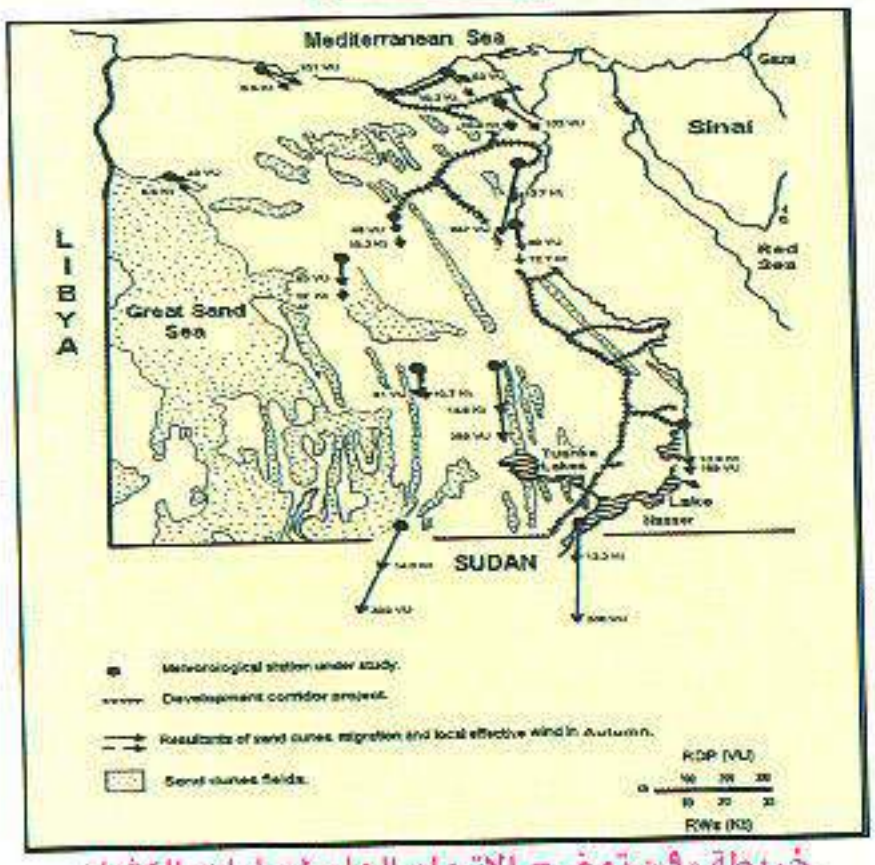
خريطة «٧»: توضح الاتجاه العام لمسارات الكثبان الرملية والرياح الفاعلة فى موسم الصيف .

خريـــــف



خريطة «٨»: توضح الاتجاه العام لمسارات الكثبان الرملية والرياح الفاعلة فى موسم الخريف .

شـــــتاء



خريطة «٩»: توضح الاتجاه العام لمسارات الكثبان الرملية والرياح الفاعلة فى موسم الشتاء .

ومن أهم نتائج هذا الجزء من الدراسة

(أ) بتحليل الخريطة الكنتورية لتوزيع النسب المئوية «٪» للترددات السنوية للرياح الفاعلة بالنسبة للبيانات السنوية الخام للرياح ، وقد اتضح قيماً عظمى جنوباً «أبو سمبل ٥٣,١ ٪» خلال شهرى سبتمبر وأكتوبر ، و شمالاً «مطروح ٣٢,١ ٪ » خلال شهر يوليو مع ملاحظة انخفاضا واضحاً لقيم تكرارات الرياح الفاعلة عند محطة « البحرية ٦,٤ ٪ » والمنطقة المحيطة بها.

(ب) تم أستنتاج علاقات رياضية تربط بين التغيرات خلال ساعات اليوم أثناء شهور السنة لتكرارات الرياح الفاعلة «٪» F ولسرعاتها «kt» M وذلك لجميع المحطات تحت الدراسة فيما عدا محطتى البحرية والفرافرة « منطقة انخفاض نسبة تكرارات الرياح الفاعلة». كما لوحظ أن أعلى تكرارات خلال ساعات اليوم للرياح الفاعلة تحدث بين أوقات أرصادية «١٢ - ١٥» لمعظم المحطات و بنسب حدوث للتكرارات تختلف من محطة لأخرى فيما عدا محطات البريجات وكوم أوشيم فقد لوحظ أن أعلى تكرار للرياح الفاعلة خلال ساعات اليوم بين أوقات أرصادية متأخرة عن باقى المحطات «١٥ - ١٨» وبمتوسط نسبة حدوث «٥٤,٢٪ ، ٣٨,٨٪ » على التوالى ، واختلفت أيضاً محطة أبو سمبل فكانت بين أوقات أرصادية متقدمة عن باقى المحطات « ٠٩ - ١٢» وبمتوسط نسبة حدوث «٦٠,١٪ » والجدير بالذكر ان محطة أسوان تميزت بتوزيعين شبة منتظمين لتكرارات الرياح الفاعلة خلال ساعات اليوم فكانت بين أوقات أرصادية « ٠٩ - ١٨» ، «٢١ - ٠٦ » وبمتوسط نسبة حدوث «١٦,٣٪ ، ٨,٧٪ » لكل من الفترتين على التوالى.

(ت) تم حساب محصلة الرياح الفاعلة «مقدار» RW_s «kt» - اتجاه (°) «RW_d» وتم الحصول على الآتى:

١- اكتشاف زاوية الفرق بين اتجاهى الرمال والرياح $\Omega = |RW_d(°) - RDD(°)|$ ° والمتغيرة مع الزمان والمكان قد فتحت مجالا يستحق البحث فى دراسات قادمة بإذن الله ويتلخص فى اجابة تساؤل هام الا وهو هل التحرك الفعلى فى الطبيعة بحقول الكثبان تكون فى اتجاه RDD أم فى اتجاه «RW_d» أم فى اتجاه يرتبط بعلاقة ما مع كل منهما ؟؟!!! وبكل تأكيد الاستعانة بصور الأقمار الصناعية المتتبعة لحركة الكثبان الرملية ستكون خير دليل مرشد نحو الاجابة الشافية.

٢- تم أستنتاج النسبة $\frac{RW_s}{MW_s}$ حيث أن «MW_s «kt هى المتوسط الشهرى للرياح الفاعلة، وذلك لتعبر عن مؤشر جديد للتغير الاتجاهى للرياح المحلية شهرياً ، كطريقة بديلة لتعيين قيمة $\frac{RDP}{DP}$ وتم الحصول على علاقة رياضية خطية بينهم .

$$\frac{RDP}{DP} = 0.0133+0.9663\ \frac{RW_s}{MW_s} + C\ ;\ r2=084 \quad ---(12)$$

ثالثـــاً:

● تم دراسة باقى العوامل المناخية بخلاف الرياح ، حيث تم الاستعانة بدراسة سابقة من قبل شبارة «٢٠٠٥» عن الأمطار «P«mm و كميات البخر النتح الممكن «PET «mm/day على جمهورية مصر العربية الذى يعتبر دراسة هامة للتفاعلات بين الحرارة والرطوبة والإشعاع والرياح ، وبناء على ذلك يمكن استنتاج ما يسمى بـ مؤشر رطوبة التربة « P/ PET» بالدراسة الحالية ، وقد تم رسم خرائط كنتورية لتوضح توزيعات كل منهم على جمهورية مصر العربية بشكل عام . أنظر الخرائط من «١٠» الى «١٢».

ومن أهم نتائج هذا الجزء من الدراسة

ملاحظة أن معامل رطوبة التربة بشكل عام يقل عن ٠,٢ على جميع أنحاء الجمهورية حتى على أكثر الأماكن وفرةً للأمطار وأقلها بخراً « منطقة رشيد على الساحل الشمالى الغربى للدلتا = P/PET «0.144» وهذا يدل على أن القطر المصرى ككل يعانى فقراً شديداً لمقومات الإنبات الطبيعية ، وهذا يعتبر مؤشر هام لانعدام الغطاء النباتى الطبيعى على الأراضى الصحراوية الرملية بمصر والذى يعتبر الدرع الواقى الطبيعى ضد خطر تحرك الكثبان الرملية وهجومها على المناطق والطرق الحيوية ، لذلك يمكننا القول بأن عامل رطوبة التربة لايمثل أهمية تذكر لتثبيت الكثبان الرملية أو الأراضى الرملية بشكل عام فى أجواء القطر المصرى ولكن عامل الرياح هو العامل الفعال والوحيد المتحكم فى نشاط حركة الكثبان الرملية، ومن المعروف بشكل عام أن الغطاء النباتى على الأراضى الرملية يقوم بتثبيتها بشكل فعال ولكن يجدر بالذكر والتنويه على أن نشاط الرياح أيضا يؤثر على الغطاء النباتى الضعيف بكشف جذوره وربما اقتلاعه وتعرية الحبوب المدفونة بغرض الإنبات الحديث، ونعود لنؤكد أن الرياح هى العامل الرئيسى والمتحكم فى إثارة الأراضى الرملية بمصر مما يجعلنا لنؤكد أن دراسة الرياح بشكل مستفيض يمثل نواة أساسية للتنمية فى الصحراء المصرية بشكل عام.

كما أظهرت الدراسة إهداراً- يثير القلق لكميات ضخمة من الموارد المائية عن طريق البخر بمنطقة بحيرات ناصر وتوشكى، ويظهر تساؤل محير بالفعل لماذا لم يتخذ المسئولين بالدولة حتى الآن إجراءات التنمية بحفر قنوات مائية لتحويل مياه النيل المهدرة

بالبحر المتوسط إلى منخفض القطارة ...أقول مياه النيل وليس مياه البحر المتوسط ؟؟؟ أليس هذا المشروع كان أفضل بكل المقاييس من العمل التنموى الذى أثبت فشله بمنخفض توشكى فتوقف إلى الحد الذى نراه عليه الآن فقد كان مقررا ان تمتد قنوات المياه العذبة الى مدن محافظة الوادى الجديد ولكن ظهر شبحا الكثبان الرملية والبخر ليتوقف المشروع عند هذا الحد !!!!!!!!!! ؟؟؟؟ نعود الى منخفض القطارة الذى يتميز بمعدل بخر أقل بكثير ومعدلات أمطار أعلى ورياح شمالية غربية لا تمثل خطورة على حدودها الشمالية والشمالية الغربية ؟؟؟؟ أليست هذه المنطقة هى الدلتا القديمة منذ آلاف بل ملايين السنين؟؟؟ ويجب التنويه والملاحظة أن مناطق الكثبان الرملية هى وفيرة للمياه الجوفية أى أن التسرب لمياه النيل خلال رمال المنخفض سيكون محدود للغاية. لو امتلأ منخفض القطارة بمياه النيل لأصبح بمثابة العصا السحرية بالصحراء القاحلة والتى ستحول الحياة المنعدمة و الجافة الى واحات خضراء واسعة المدى ؟؟؟ أليست مصرنا الحبيبة فى أشد الحاجة الى ذلك ؟؟؟؟؟؟

التوصيات العامة

أولاً : بالنسبة لمشروع توشكى.

البحيرات محفوفة بالمخاطر خاصة الجانب الشمالى والشمالى الغربى منها نظرا لتاثرها طوال فصول السنة بالرياح وحيدة الاتجاه والتى تمر أولا بكثبان منخفض الخارجة الممتد طولياً من الشمال الى الجنوب، حيث أن مؤشر التغير الاتجاهى للرياح الفاعلة أكبر مايمكن ٠,٩ على منخفض الخارجة، كما أظهرت الدراسة أن نسبة الرياح الفاعلة بمنطقة البحيرات سنوياً تتراوح تقريبا مابين ٣٨ الى ٤٤ ٪ من البيانات الخام للرياح السنوية ، ومتوسط سرعتها يتراوح بين ١٥,٣ الى ١٥,٨ عقدة ، وقد أظهرت الدراسة أيضا انعدام الأمطار تقريبا بالمنطقة مع ارتفاع لنسبة البخر النتح الممكن الى أكثر من ٨,٥ مم /يوم ، ونظرا لتقاطع مسار بحيرات توشكى مع أكثر من ٤٠ خطا من خطوط الكثبان الرملية الدائمة الحركة من الشمال الى الجنوب بمعدل يتراوح بين ٢٠ و ١٠٠ متر فى السنة تبعا لأحجامها « الباز ٢٠٠٧» ، نوصى الجهات المعنية بالبدء من الآن فى عمل المصدات اللازمة للرياح أو عمليات تثبيت للكثبان الرملية المتحركة لحماية شمال البحيرات خاصة الشمال الغربى منها لاتساع حقول الكثبان الرملية هناك ومنع أى عمليات توسع إضافية للمسطح المائى للبحيرات تحت مسميات التنمية كإمداد البحيرات الى مدن محافظة الوادى الجديد بشق ترع أو قنوات مائية ويمكن استبدال الحاجة لذلك عن طريق مواسير أو أنابيب لنقل المياه لأماكن الحاجة اليها .

ثانياً : بالنسبة لبحيرة ناصر.

أظهر هذا الجزء من الدراسة « أحد مظاهر قصور النموذج المدروس» أن منطقة جنوب البحيرة «أبو سمبل » تتعرض لأخطار الكثبان الرملية أضعاف قدر تعرض شمال البحيرة للخطر نفسه «أسوان » ، ولكن سيتم التحفظ على هذه النتيجة فهى غير نهائية !!!!!!! حيث أنه عند أستكمال الدراسة ظهرت نتائج عكسية مما يتناقض ويتنافى مع النتيجة التى تم الحصول عليها بتطبيق نموذج فرايبرجر المعدل من قبل بيرس وآخرون ٢٠٠٥ !!!!!!!!!! « سيتم عرضه بالعدد القادم بإذن الله بمجلة هيئة الأرصاد الجوية »

ثالثاً : بالنسبة للمشروع المقترح ممر التنمية والتعمير ومناطق المدن الجديدة بالصحراء الغربية بالوادى الجديد.

تم تدعيم الخريطة المنشورة بكتاب ممر التنمية والتعمير«٢٠٠٧» للعالم الدكتور فاروق الباز « والتى يظهر فيها الممر ومحاوره العرضية الأثنى عشر مع حقول الكثبان الرملية بالجانب الغربى لنهر النيل والدلتا والصحراء الغربية» باتجاهات تحرك الكثبان الرمليه (*)RDD مع اتجاهات محصلة الرياح الفاعلة (*) RWd خلال فصول السنة الأربعة بمنطقة المشروع ومناطق محافظة الوادى الجديد « الخرائط

جدول «٦»: معاملات التصحيح C للمعادلة « ١٢ ».

St. no. & Month	318	306	347	380	387	414	419	417	420	423	435	432	425
1	0.08	0.05	0.12	-0.08	0.08	0.02	0.05	0.13	0.04	-0.01	0.01	0.02	-0.02
2	0.09	0.06	0.12	-0.05	0.08	0.00	0.01	0.12	0.01	0.03	0.01	0.02	0.00
3	0.06	0.11	0.06	-0.05	-0.04	0.00	0.11	0.05	-0.06	0.00	0.04	-0.10	0.05
4	-0.01	-0.01	-0.12	-0.04	-0.05	-0.02	0.07	0.03	-0.07	-0.13	0.00	-0.04	0.01
5	-0.04	-0.18	-0.21	0.00	0.01	-0.01	0.10	-0.14	-0.17	-0.20	0.00	-0.02	-0.04
6	-0.04	0.02	-0.02	-0.01	0.07	0.04	0.13	0.02	-0.09	0.00	0.04	0.02	0.05
7	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.13	-0.43	0.05	-0.05	0.03	0.02	-0.05
8	-0.07	0.00	-0.04	0.01	0.03	0.00	0.00	0.04	0.03	-0.02	0.02	0.11	0.00
9	-0.07	-0.07	-0.03	0.01	0.03	0.01	0.07	0.06	-0.01	-0.01	0.01	0.01	-0.02
10	-0.10	-0.02	-0.10	0.02	0.03	0.00	0.07	-0.12	-0.16	0.00	0.01	0.02	-0.05
11	0.00	0.09	0.13	-0.05	-0.02	-0.01	0.05	0.12	-0.10	-0.07	-0.01	-0.10	0.00
12	0.06	0.09	0.12	-0.04	-0.05	-0.02	0.00	0.10	0.06	0.04	-0.01	-0.04	-0.09

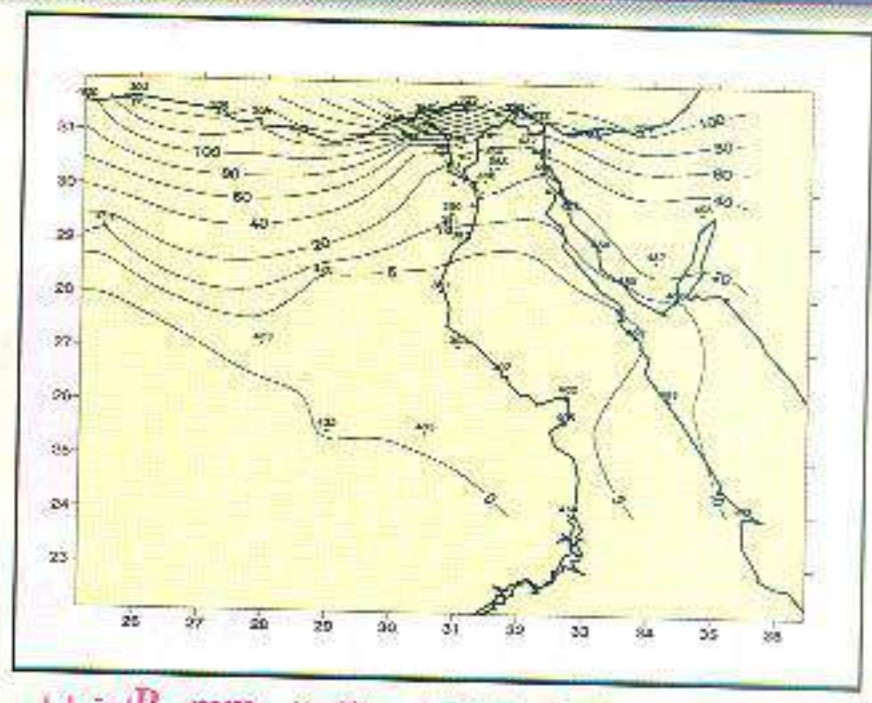
السابق عرضها من «٦» الى «٩» ومن خلال هذه الخرائط يمكن وبسهولة تحديد المناطق المتعرضة للخطر من المشروع المقترح أو مناطق المدن الجديدة بالصحراء الغربية والتى تتقاطع بزاوية متعامدة أو شبة متعامدة مع اتجاهات RDD(°) بشرط أن تلاقى هذه الاتجاهات أولاً كميات من الرمال متاحة بقدر كاف لحدوث المخاطر وثانياً مناطق منخفضة عن مستوى سطح الأرض حول المنطقة المدروسة أوعوائق طبيعية أو غير طبيعية لأحداث عمليات الترسيب الطبيعية للرمال ، ومن ثم نوصى بضم الدراسة الماثلة مع دراسات جيولوجية وجغرافية لمنطقة المشروع ومناطق المدن الجديدة بالصحراء الغربية وذلك لاتخاذ القرارات المناسبة إما بالتخطيط لعمل مصدات للرياح أو تثبيت ميكانيكى للكثبان الرملية أو ماشابه ذلك من إجرآت الوقاية المتاحة والمناسبة.

شكر واجب

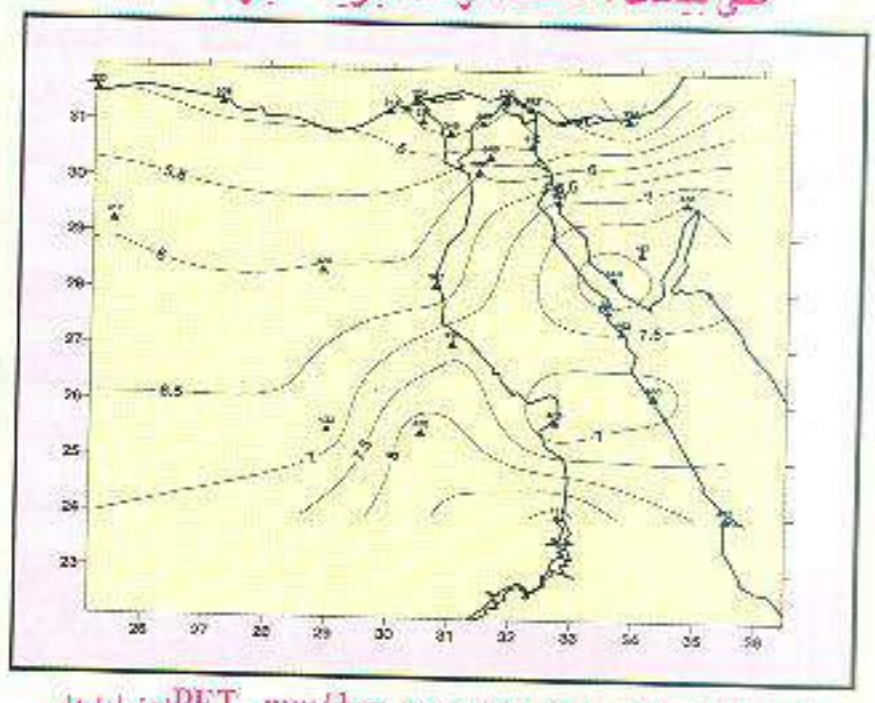
تتوجه الباحثة بالشكر والعرفان الى الأستاذ الدكتور / محمد مجدى عبدالوهاب أستاذ الأرصاد الجويه بقسم الفلك والأرصاد الجوية -كلية العلوم - جامعة القاهرة لإشرافه العلمى ورعايته وعطائه الغير محدود لاستكمال مشوار الدراسة مع الباحثة أمتدادا للمرحوم الأستاذ الدكتور / محمد الشهاوى أستاذ الديناميكا الجوية بقسم الفلك والأرصاد الجوية

(رحمة الله تعالى وأسكنه جنة الفردوس لما قدمه من علم نافع)

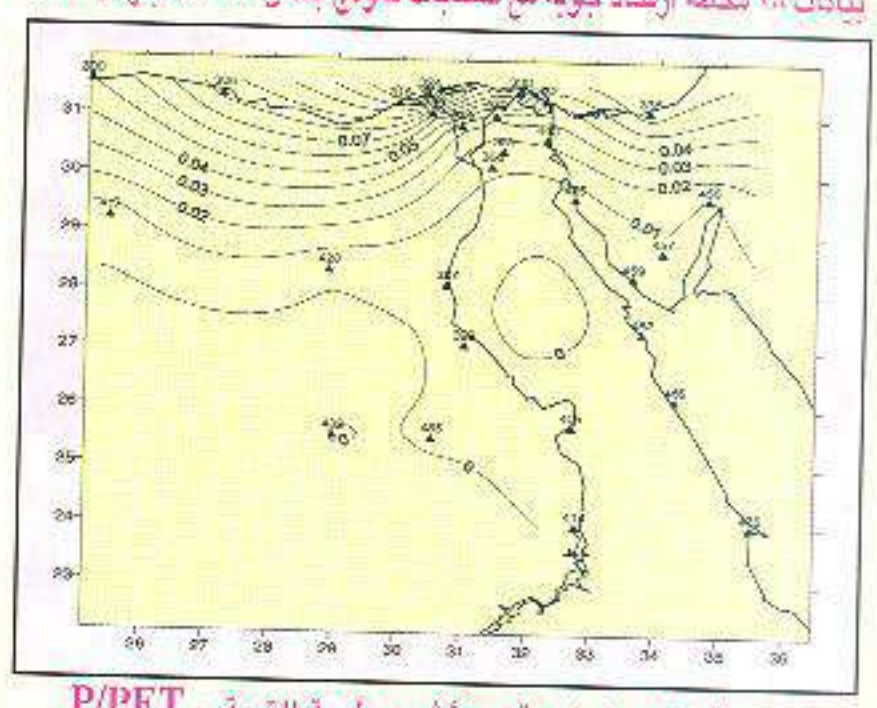
كما تتوجه الباحثة بخالص الشكر والإمتنان الى الأستاذ الدكتور / محمد محمود عيسى رئيس مجلس إدارة هيئة الأرصاد الجوية حاليا ورئيس الإدارة المركزية لبحوث الأرصاد الجوية والمناخ سابقا لما قدمه مشكورا للباحثة من خبراته الثمينة فى مجال التحليل الإحصائية وتوجيهات سيادته لاختيار موضوع البحث.



خريطة «١٠» : توزيع خطوط تساوى الأمطار «mm» P/اعتمادا على بيانات ٥٩ محطة أرصاد جوية «شبارة ٢٠٠٥».



خريطة «١١» : توزيع البخر النتح الممكن «mm/day» PET/اعتمادا على بيانات ٢٨ محطة ارصاد جوية مع حسابات نموذج بنمان ١٩٦٣ «شبارة ٢٠٠٥».



خريطة «١٢» : توزيع قيم مؤشر رطوبة التربة « P/PET » على مناطق الدراسة الحالية .