العواصف الترابية وإمكانية التنبؤ بها عددياً

تكثر العواصف الترابية فى مصر وشمال أفريقيا فى شهر الربيع وتحدث العواصف الترابية على مصر بمعدل ٢٠ ـ ٢٥ عاصفة فى العام. وللعواصف الترابية سلبية على كل مناحى الحياة من صحة ونقل وطيران وزراعة لذلك اهتمت الهيئة العامة للأرصاد الجوية ومراكز التنبؤات العاملة بها بالتنبؤ بهذه الظاهرة ودقتها، لذلك كان واجباً على مركز التنبؤات العددية بالادارة المركزية للبحوث ومسئوليته فى تطوير عملية التنبؤ من خلال النماذج العددية ان يساهم فى تطوير هذه الجزئية.

إعداد:

كمال فهمى محمد محمود

مدير إدارة بحوث تلوث الهواء بالإدارة العامة للبحث العلمي

فقد تم ادخال معادلة الاستمرار لتركيز الغبار الى النموذج العددى متضمنة مراحله (الانبعاث ـ انتشاره افقيا ورآسيا ـ ترسيبه)

$$\frac{\partial C_k}{\partial t} = -u\frac{\partial C_k}{\partial x} - v\frac{\partial C_k}{\partial y} - (\omega - V_{gk})\frac{\partial C_k}{\partial z} - \nabla (k_h \nabla C_k) - \frac{\partial}{\partial z}\left(k_z \frac{\partial C_k}{\partial z}\right) + \left(\frac{\partial C_{sk}}{\partial t}\right)_{source} + \left(\frac{\partial C_{sk}}{\partial t}\right)_{sink} \quad -١$$

فى المعادلة تدل الحدود الثلاثة الأولى على الحمل الأفقى والرأسى للغبار والحدود الرابع والخامس على الانتشار الأفقى والرأسى للغبار وكلها حدود تعتمد كلياً على العناصر الجوية ونواتج النموذج العددى والحد السادس على مصادر انبعاث الغبار من التربة والحد الأخير على ترسيب الغبار وسيتم مناقشة الحدين الأخيرين بالتفصيل.

أولاً: ـ يحسب التركيز المنبعث من التربة Ck من المعادلة (٢) حيث تعبر K على اربعة أنواع من الجسيمات تم تقسيمها حسب نصف قطرها كما هو موضح بجدول (١)

$$C_{sk} = \text{const}\ \frac{F_{sk}^{eff}}{ku_{@}} \quad (٢)$$

حيث U تمثل السرعة الاحتكاكية الحرجة للهواء و K تمثل ثابت كارمان

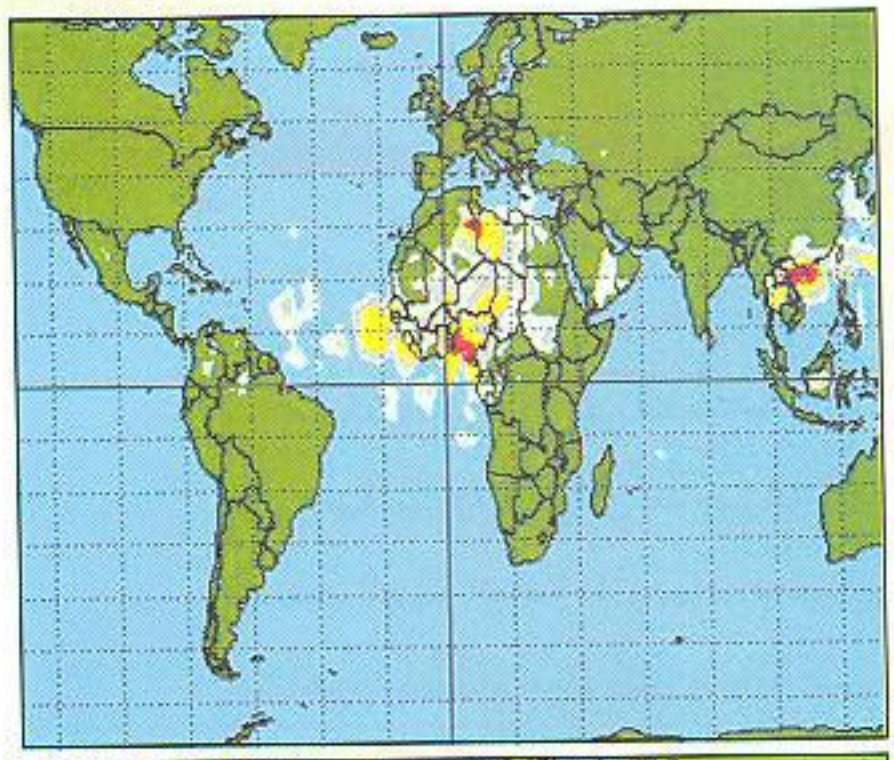
جدول (١)

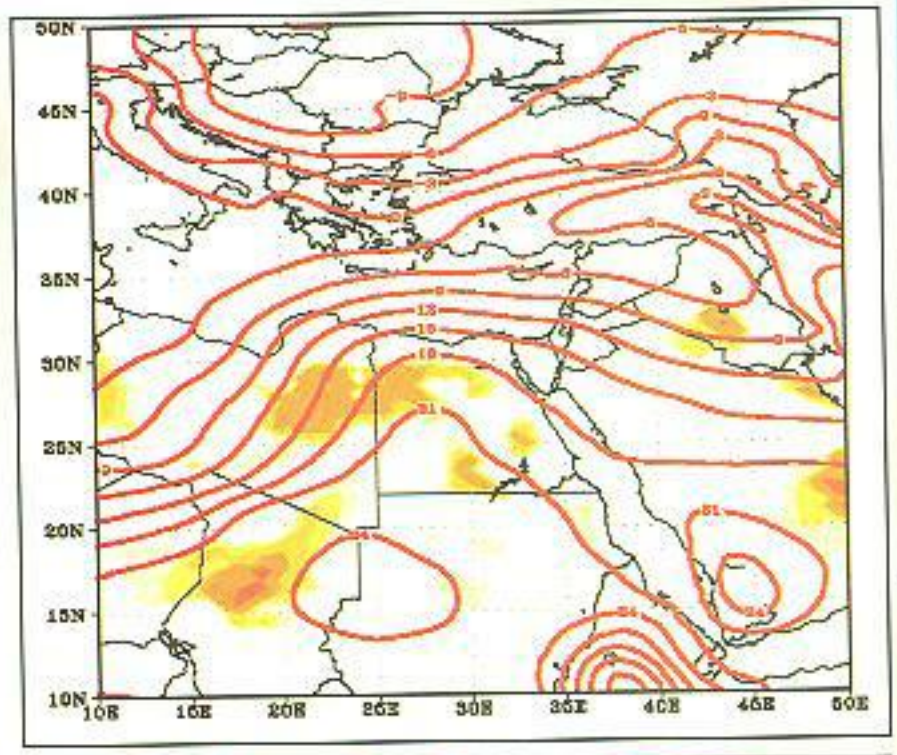
نوع الجسمات K = 1, 2, 3, 4	التوزيع الحجمى	نصف القطر R_k (um)	كثافة الجسيمات ρ_k(g cm^{-3})	γk
Clay	dM/d log r = const	0.5-1 (.73)	2.5	0.08
Small silt	dM/d r = const	1-10 (6.1)	2.65	1.00
Large silt	dM/d r = const	10-25 (18)	2.65	1.00
Sand	dM/d r = const	25-50 (38)	2.65	0.12

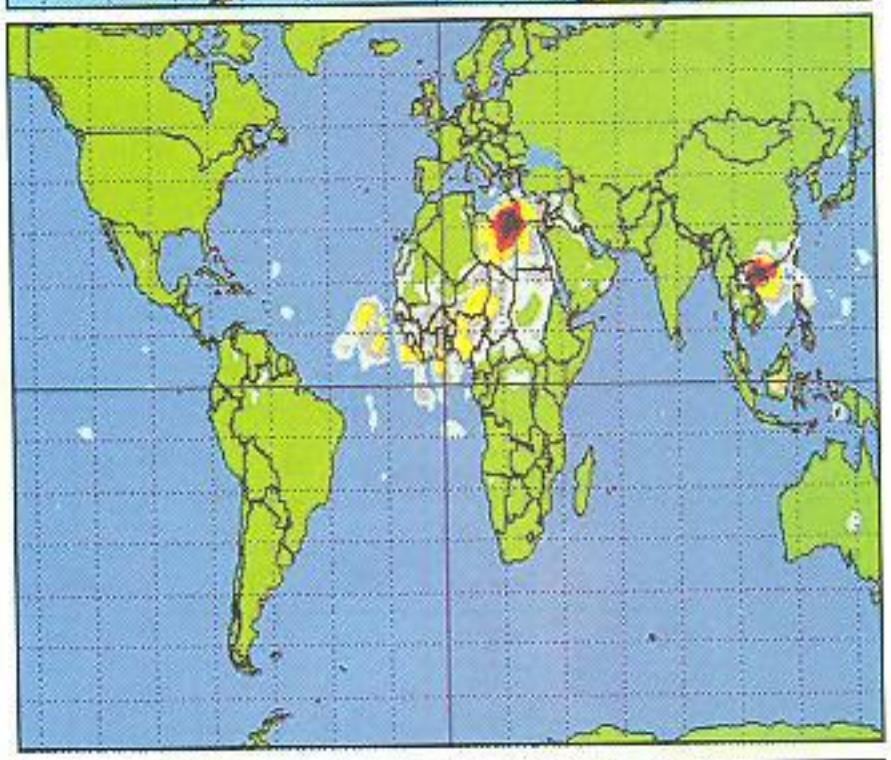
F تمثل الفيض الرأسى من السطح ويعبر عنه ب

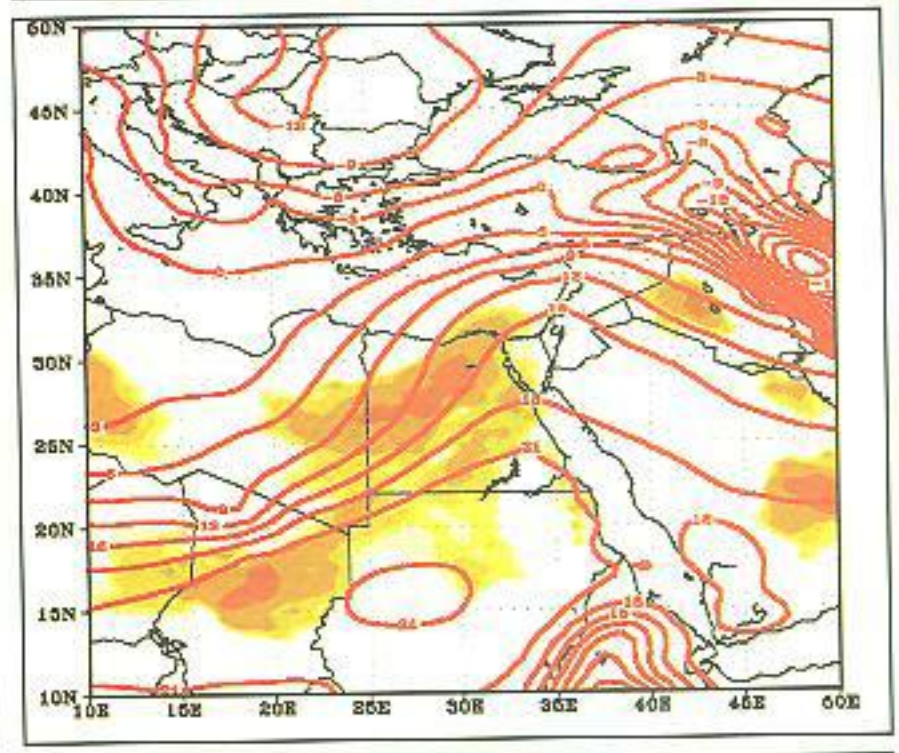
$$(F_{kl})_{eff}(i,j) = \delta_{kl}(i,j)\,\Gamma_1(i,j)$$

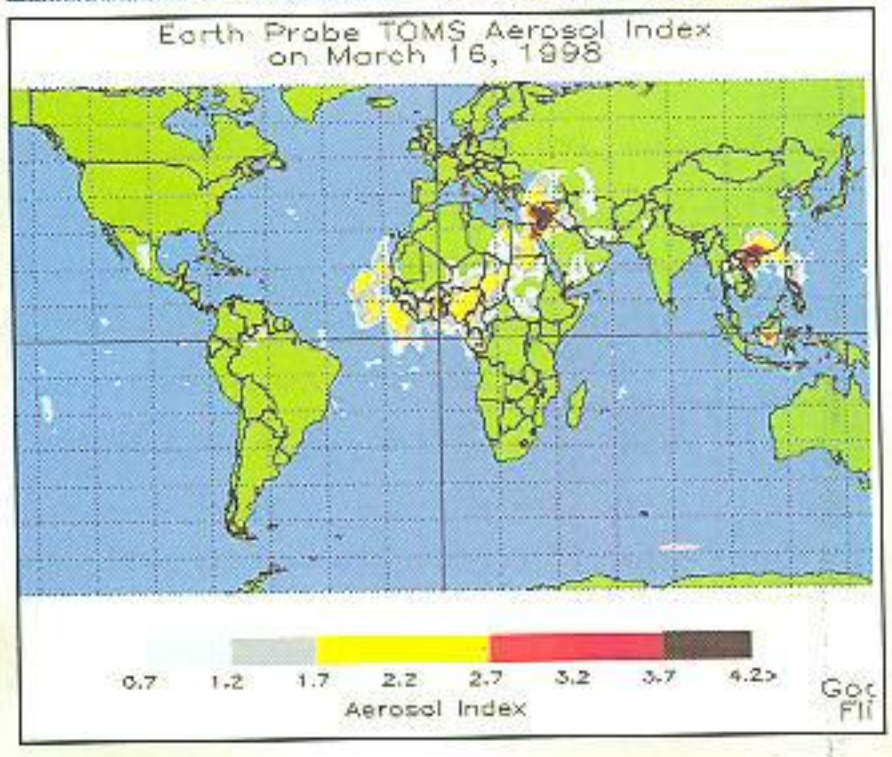
ويعبر رياضيا عن $\delta_{kl}(i,j)$ ب $\delta_{kl}(i,j) = \alpha(i,j)\,\beta_k\,\gamma k(i,j)$

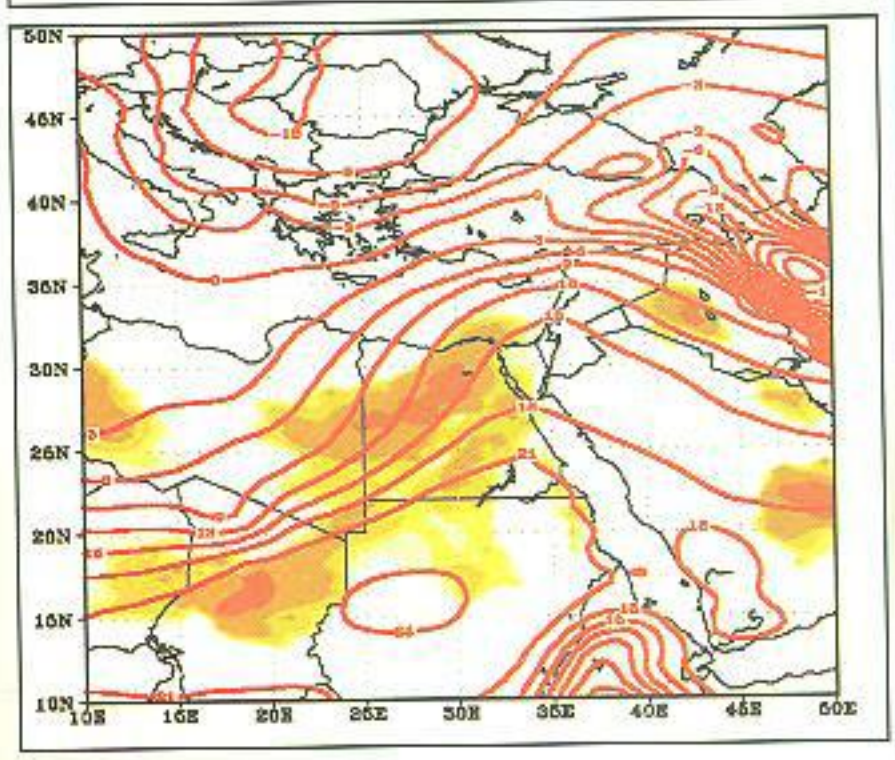












وعليـــه اثبت النمـوذج كـفـاءة فى التنبـؤ بالظواهر الترابية مكاناً وشدة ولكن يظـــل هناك هناك قصور فى التحقيق من قيمة تركيز الغبـــار فى الغلاف الجوى لعدم وجـــود اجهزة تقوم برصد تركيز الغبار ومن ثم مقارنتـــه بالقيمة المتنبىء بها.

وهو عامل يظهر خصائص التربة أى يعتمد اساساً على نوع

وطبيعة التربة ونوع الغطاء النباتى الذى يؤثر فى كمية الغبار المنبعث ويسمى معامل انتاجية الغبار وفيه a{I,J} تمثل الجزء الصحراوى فى نقطة الشبكة {I,J} = مساحة الجزء الصحراوى فى الشبكة على المساحة الكلية للشبكة. والشبكة هى وحدة بمساحة محددة ولتكن على سبيل المثال ١٠ كم × ١٠ كم وهى الوحدة المكونة للمساحة الكلية وتعتبر نقطة بالنسبة للنموذج العددى.

Bk تمثل نسبة تواجد الأربعة انواع السابقة فى كل نوع تربة حيث انه تم تقسيم انواع التربة دولياً الى ٧ أنواع نسبة الى مساهمة الأربعة أنواع فى تركيبة هذا النوع مثلا النوع الذى يتألف من مساهمة أكبر للجسيمات ذات نصف قطر كبير يختلف عن النوع الذى يتألف من مساهمة أكبر للجسيمات ذات نصف قطر صغير كما هو موضح بالجدول (٢).

جدول (٢)

L	Zobler	Cosby et al.	Bkd (franctions)		
	Texture classes	Soil types	Clay	Silt	sand
1	Coarse	Loamy Sand	0.12	0.8	0.8
2	Medium	Silty Clay Loam	.34	.56	0.1
3	Fine	Clay	.45	.3	.25
4	Coares-Medium	Sand Loam	.12	.18	0.7
5	Coarse-Fine	Sand Clay	.40	.1	0.5
6	Meduium-Fine	Clay Loam	.34	.36	0.3
7	Coarse-Medium-Fine	Sand Clay Loam	.22	.18	0.6

γk(i,j) تمثل النسبة بين الكتلة المتاحة للرفع والكتلة الكلية وموضحة بالجدول (١).

$f_l(i,j)$ فيض الغبار العمودى ويعطى بالمعادلة (٣)

$$f_s^{ij} = \text{const}\,(u_\phi^{ij})^3\left[1-\left(\frac{u_{*t}^{ij}}{u_\phi^{ij}}\right)\right] \quad - ٣$$

حيث u*t تمثل السرعة الاحتكاكية الحرجة لخروج الغبار من التربة اى تحتها لا يزاح الغبار من التربة ويتم تعيينها بدلالة رطوبة التربة معادلة (٤).

$$u_{*tk} = u_{*tkd}\sqrt{1+1.21(w-w^0)^{0.68}} \quad - ٤$$

ويتم تعيين رطوبة التربة الملاصقة لحبيبات التربة (adsorbed water) بدلالة نسبة clay الموجودة فى التربة معادلة (٥).

$$w^0 = 0.0014(\%clay)^2+0.17(\%clay) \quad - ٥$$

ثانياً :- يمكن حساب كمية الغبار المترسبة حيث يتم الترسيب بطريقتين جافة أو مبللة. بالنسبة للترسيب المبلل ويتم بواسطة المطر كما هو موضح بالمعادلة (٦).

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial z}\left(\phi c\,\frac{\partial p}{\partial t}\right) \quad - ٦$$

تمثل معدل الهطول و ϕc تمثل معامل الغسيل ويساوى ٥٠٠٠٠٠ وهذا فى حالة سقوط المطرفقط أما فى الترسيب الجاف اى فى حالة عدم وجود مطر فيتم الترسيب الجاف تبعاً للمعادلة (٧).

$$\left(\frac{\partial c_k}{\partial t}\right)_{ddep} = -\frac{flux}{\Delta z} = -\frac{v_d c}{\Delta z} \quad - ٧$$

حيث تمثل Az اتساع الطبقة الدنيا فى النموذج العددى Vd تمثل سرعة الترسيب.

فى الترسيب الجاف تم تصور انتقال الجسيمات من الغلاف الجوى الى الأرض كانتقال الحرارة أو الكهرباء خلال مجموعة من المقاومات. أولها من الغلاف الجوى للطبقة الدنيا من الغلاف الجوى ثم خلال الطبقة الدنيا للغلاف الجوى ثم استقرارها على سطح الأرض.

وتم التحقق من كفاءة النموذج العددى من خلال تشغيله على مجموعة من الحالات والتى اثبتت كفاءة النموذج للتنبؤ بالعواصف الترابية مكاناً وشدة لمدة ٣ أيام وذلك بمقارنة النتائج بصور الأقمار الصناعية (aerosol index) كما هو واضح بالصور الآتية لحالة ٩٨/٣/١٤ ببيانات أولية ٩٨/٣/١٢ (١٢٠٠).