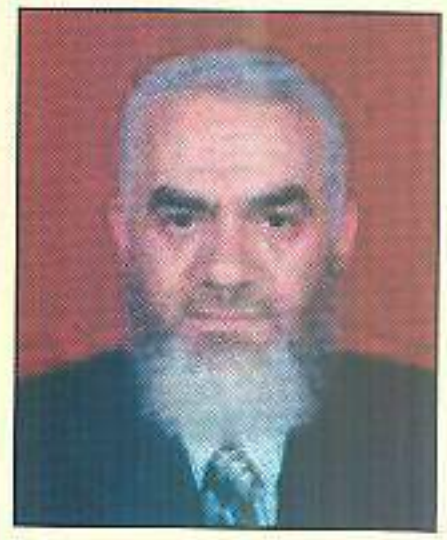
علم الأرصاد الجوية بين النظرية والتطبيق

«الجزء السادس»



إعداد:
مصطفى إبراهيم القلشى
مدير إدارة تشغيل
المحطات السطحية

تناولنا فى الأعداد السابقة تعريف علم الأرصاد الجوية، وتاريخ هذا العلم، وشرحنا أهميته فى كافة نواحى الحياة، ثم تناولنا بالشرح والتفصيل المنظومة التى يتكون منها هذا العلم، وهى الغلاف الجوى، رجل الأرصاد الجوية، عمليات الرصد الجوى، ثم شرحنا من عمليات الرصد الجوى درجة الحرارة، والضغط الجوى، وفى إطار شرحنا لدورة الماء تكلمنا عن بخار الماء، ثم نستكمل شرح العناصر الجوية المتعلقة بالدورة العامة للمياه وفى هذا العدد نتحدث عن التكاثف وما يتعلق به.

علمنا فى العدد السابق أن الماء يتبخر من مصادر مختلفة على سطح الأرض صاعدا فى الغلاف الجوى، بالرغم من أن الغلاف الجوى مليء بالماء، إلا أنه لا يُشكل مستودعا كبيرا للماء مقارنة بالمحيطات، غير أنه يُعتبر مسارا كبيرا يُستخدم لنقل الماء حول الكرة الأرضية أى لكافة أنحاء العالم.

التكاثف Condensation

هو عملية تحول الماء من حالته الغازية إلى حالته السائلة ثم إلى الحالة الصلبة، أو من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة مباشرة عن طريق التسام Sublimation، وبالتكاثف يتحول الماء من حالته الغير مرئية (بخار الماء) إلى حالته المرئية فى صورها المختلفة، والتكاثف هو المرحلة التى تلى تشبع الهواء ببخار الماء فى دورة بخار الماء فى الجو بمعنى أن التكاثف لا يحدث إلا بعد مرور الهواء بمرحلة التشبع حيث يميل الهواء إلى التخلص من بخار الماء الزائد عن حاجة التشبع.

شروط تكاثف بخار الماء فى الجو

لتكاثف بخار الماء فى الجو يلزم توفر شرطين أساسيين

١. توفر نويات التكاثف: وهى جسيمات ذات ميل مائى أى القابلة لامتصاص الماء بشراهة وتسمى نويات التكاثف ذات الميل المائى مثل ذرات ملح الطعام التى تتطاير فى الجو من أسطح البحار والمحيطات والموجودة فى الجو بنسبة عالية بالإضافة إلى ثانى أكسيد الكبريت وأكسيد النتريك.

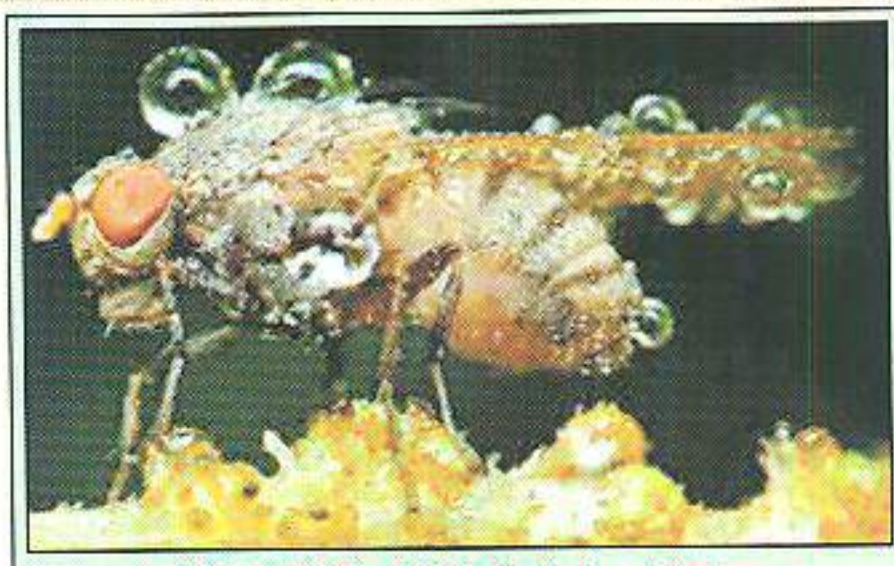
٢. وصول الهواء إلى درجة التشبع ببخار الماء إلى درجة أقل من نقطة الندى يحدث بالقرب من سطح الأرض مكونا الندى والصقيع والضباب ويحدث أيضاً عند المستويات المرتفعة عن سطح الأرض مكونا السحب بأشكالها المختلفة.

وسبب حدوث التكاثف فى الهواء القريب من سطح الأرض هو انه عندما تنخفض درجة حرارة بخار الماء فى الهواء إلى نقطة الندى أو نقطة التجمد يتعرض بخار الماء فى الهواء لعملية التكاثف التى تتخذ صوراً مختلفة منها:

أولا: الندى Dew

وهو عبارة عن قطرات مائية تُشاهد فى الصباح الباكر على أوراق النباتات وأسوار الحدائق وزجاج النوافذ وغيرها من الأجسام الصلبة المعرضة للجو نتيجة لتكاثف بخار الماء فى الهواء الملاصق لها، يوضح الشكل رقم (١) أشكال مختلفة من الندى.

أ- زهرة وقد اكتست بالندى



ب - صورة حشرة وقد تغطت بقطرات من الندى

جـ - جزء من ورقة شجرة وقد تجمل بقطرات الندى

الشكل رقم (١) يوضح أشكال مختلفة للندى

العوامل المساعدة على تكوّن الندى:

١- صفاء الجو وخلوه من السحب أثناء الليل.
٢- سكون الرياح.
٣- انخفاض درجة حرارة سطح الأرض وبالتالى الهواء الملامس لها إلى درجة حرارة نقطة الندى.

فوائد الندى:

يغذى الندى الحشائش الصغيرة ويعمل على انعاش الغلال، ويساهم الندى إلى حد كبير فى تغذية الكثير من النباتات الصحراوية للدرجة التى تجعلها تنمو وتثمر.

ثانيا: الصقيع Frost

أ- الصقيع ظاهرة طبيعية مناخية تختلف عن الثلج، وهو من مظاهر وجود الماء فى الحالة الصلبة، وهو يشبه الندى من حيث أوقات ومواقع تكونه إلا أنه يختلف فى التكوين، حيث يتألف من بلورات صغيرة من الثلج، ويمكن أن تحدث ظاهرة الصقيع فى مختلف المناطق بدءاً من المناطق المدارية وحتى القطبين والشكل رقم (٢) يوضح أشكال مختلفة من الصقيع.

الشكل رقم (٢) يوضح صور مختلفة للصقيع وهو يجمع بين جمال الطبيعة وقسوتها

ب ـ تكتسب دراسة ظاهرة تكون الصقيع أهمية بالغة وذلك للحد من الخسائر فى الزراعات والمحاصيل التى تتأثر بهذه الظاهرة فيتم اختيار المناطق الأنسب للزراعة والتى بها معدلات حرارة (مناخياً) تناسب أطوار نمو المحاصيل منذ نثر البذور وظهور الأوراق ومرحلة استطالة الساق ومرحلة الإزهار والنضوج والحصاد وحتى مرحلة التخزين والتسويق، وإذا كان لابد من زراعة محاصيل فى مناطق تكون الصقيع (مناخياً) فيجب اختيار أنواع من البذور من التى تقاوم الصقيع ودرجات الحرارة الصغرى.

ج ـ أنواع الصقيع وشروط تشكله طبقاً لاختلاف الأحوال الجوية وخواصها التى تسبب حدوث الصقيع يمكن تمييز الأنواع الآتية:

١. الصقيع المتنقل
Advective frost

يحدث الصقيع فى هذه الحالة عند قدوم كتلة هوائية باردة قطبية المنشأ فيحدث انخفاض ملحوظ فى درجة حرارة الهواء الجافة فى الطبقة الأرضية للجو. وفى هذه الحالة يكون المدى الحرارى اليومى غير كبير، وكذلك الفرق بين حرارتى الهواء على ارتفاع مترين وعند سطح الأرض مباشرة غير كبير أيضاً. ويمكن لهذا النوع من الصقيع أن يستمر من يوم إلى عدة أيام، وقليلاً ما يرتبط بالشروط المحلية لشكل التضاريس.

٢. الصقيع الإشعاعى
Radiative frost

ويحدث بفعل التبريد الشديد للطبقة الرقيقة السطحية من الأرض، وذلك بفعل إشعاع سطح الأرض فى أيام الصحو الخالية من السحب والساكنة الرياح، حيث ينعدم امتزاج الهواء بين طبقات الجو القريبة من السطح والطبقات الأعلى، وعند درجات حرارة الهواء اليومية

المنخفضة والقريبة من الصفر المئوى. وفى مثل هذه الحالة يتراوح الفرق بين حرارة الهواء الجافة على ارتفاع مترين فوق سطح الأرض، وحرارة الأعشاب عند سطح الأرض بين ٢,٥ْس و ٣,٥ْس. وفى بعض المناطق الشديدة القارية مثل المناطق الصحراوية البعيدة عن التأثيرات البحرية يتراوح بين ٤ْس و ٤,٥ْس.

٣. الصقيع التنقلى ـ الإشعاعى
Advective - Radiative frost

ويحدث نتيجة قدوم كتلة هوائية باردة يرافقها تبريد ليلى للطبقة الفاعلة فى المليمترات القريبة من سطح الأرض وظاهرة الصقيع التنقلى أكثر استقراراً وتستمر مدة من ثلاثة إلى أربعة أيام. أما الصقيع الإشعاعى فهو ظاهرة ليلية تشتد لتصل حدها الأقصى قبيل شروق الشمس حيث تسجل حرارة الهواء أكبر انخفاض لها فى اليوم.

كثيراً ما تُسجل ظاهرة الصقيع التنقلى الإشعاعى فى أواخر الربيع وفى بدايات الصيف لبعض مناطق خطوط العرض الوسطى، وخلال الربيع لخطوط العرض الأدنى. كما تُسجل أيضاً فى الخريف وبما يتفق وفترات النمو وخاصة فى فصل الربيع. وقد يحدث الصقيع مباشرة على سطح أوراق النبات مع الإشارة إلى أن حرارة الهواء الجافة فى محطة الرصد الجوى أو الموقع المعنى لا تسجل هذه الظاهرة، وتبقى الحرارة أعلى من الصفر المئوى. ثم إن ترمومتر الحرارة لقياس حرارة التربة لا يسجل هذه الظاهرة لأن نصف حوض الزئبق يكون عادة مغموراً فى التربة، ويكون هذا الانغمار النسبى مصدراً للحرارة، إلا أن الظاهرة تحصل حقيقة وتبلغ درجة الحرارة الصفر المئوى على أسطح الأوراق. وفى هذه الحالة تسمى الظاهرة: الصقيع المبطّن أو المستمر.

د ـ وليس للصقيع فوائد حيث أنه إذا كان الندى يفيد فى نمو النباتات فإن الصقيع يؤدى إلى إتلاف النباتات خاصة عند بداية نموها، وقد ينجم عنه حدوث أضرار بالغة بمزارع الأشجار المثمرة والحدائق، وفى بعض الدول يكون له بالغ الأثر على الاقتصاد القومى ولذلك يلجأ المزارع إلى تدفئة الزراعات إما بوسائل التدفئة المباشرة مثل اشعال مواقد خاصة تصف بين الأشجار المزروعة لتدفئتها ليلا أو تغطية المزروعات بالقش أو البلاستيك ليعمل على رفع درجة حرارة سطح التربة والنبات حتى لايتكون الصقيع، والصقيع لا يتأثر بزيادة سرعة الرياح كالندى.

هـ ـ نظرا للخسائر الكبيرة التى يُحدثها الصقيع فى المزروعات فإنه يتم مراقبة الصقيع وإعطاء التوقعات لمناطق حدوثه حتى يتمكن المزارعون من أخذ الحيطة والاستعداد للمكافحة وتحضير الأجهزة والمحروقات والأيدى العاملة اللازمة لذلك، ويجب مراقبة درجة الحرارة أثناء الليل على مستوى النباتات فالبنسبة للمشاتل والخضروات والنباتات الزاحفة تُراقب درجة حرارة الهواء بالقرب من سطح التربة أما بالنسبة للأشجار المثمرة فتراقب درجة حرارة الهواء على ارتفاع يساوى أقرب غصن لسطح التربة. ويجب الانتباه عند مراقبة الصقيع أن قراءة الترمومتر المبلل فى جهاز السيكرومتر تكون أقرب إلى حرارة أعضاء النبات وخاصة الغضة منها والأكثر تعرضا للصقيع.

طرق مراقبة الصقيع

تُستخدم الطرق الآتية لمراقبة الصقيع فى الدول التى تعانى بشدة من هذه الظاهرة.

١. طريقة الإناء: تُستعمل هذه الطريقة فى حال عدم توفر أجهزة قياس درجة الحرارة، حيث يُستخدم إناء من النحاس أو الألومونيوم ويوضع فيه ماء بسماكة بضعة ملليمترات ثم يوضع على سطح التربة فى الهواء الطلق بين الأشجار وعندما يبدأ الماء بالتجمد يُستدل على حدوث الصقيع.

٢. طريقة مراقبة درجة الحرارة: وذلك بوضع ترمومترات لقياس درجة الحرارة بين الأشجار وعلى ارتفاع يُعادل أخفض الأغصان وتراقب درجة حرارتها وتغيراتها أثناء الليل، كما يمكن استخدام جهاز تزمومتر النهاية الصغرى لسطح الحشائش لمعرفة أخفض درجة حرارة للهواء أو التربة فى الليلة السابقة.

٣. الأجهزة المنذرة بالصقيع: توجد من هذه الأجهزة نماذج مختلفة منها المزود بجرس حيث تُغلق دائرة الجرس قبل حدوث الصقيع، ومنها الإنذار الإشعاعى ويتألف من لوح معدنى بسيط محاط بدلو اسطوانى الشكل مغلق من الأسفل ومفتوح من الأعلى ومزود بترموستات ينذر بحدوث الصقيع قبل ساعة واحدة من بلوغ درجة الحرارة الجافة الصفر المئوى.

ثالثا: الضباب Fog

المظهر الثالث من مظاهر وجود الماء فى الغلاف الجوى والملامس لسطح الأرض هو الضباب، وهو عبارة عن ذرات مائية خفيفة الوزن تتطاير فى الهواء ويزداد ثقلها مع اقترابها من سطح الأرض، وتقل بسببه الرؤية، ويُشترط من الناحية الفنية أن تكون الرؤية أقل من واحد كيلومتر لكى نطلق على هذه الظاهرة الضباب، أما إذا كانت الرؤية أكثر من الكيلومتر الواحد ففى هذه الحالة تُعرف باسم الشابورة Mist ، ويوضح الشكل رقم (٣) بعض أشكال الضباب.

ونظرا لخطورة مثل هذه الظواهر

على سلامة الطيران والنقل البرى والبحرى فقد وضع علماء الأرصاد الجوية مقياسا دوليا (يقيس من ٠ إلى ٩) كما يوضح ذلك الجدول رقم (١)، ويعتمد هذا المقياس على المشاهدة بالعين المجردة السليمة، وذلك تبعا لأقصى مسافة يمكن للعين رؤية معالم الأشياء عندها واضحة الحدود والشكل واللون.

أنواع الضباب

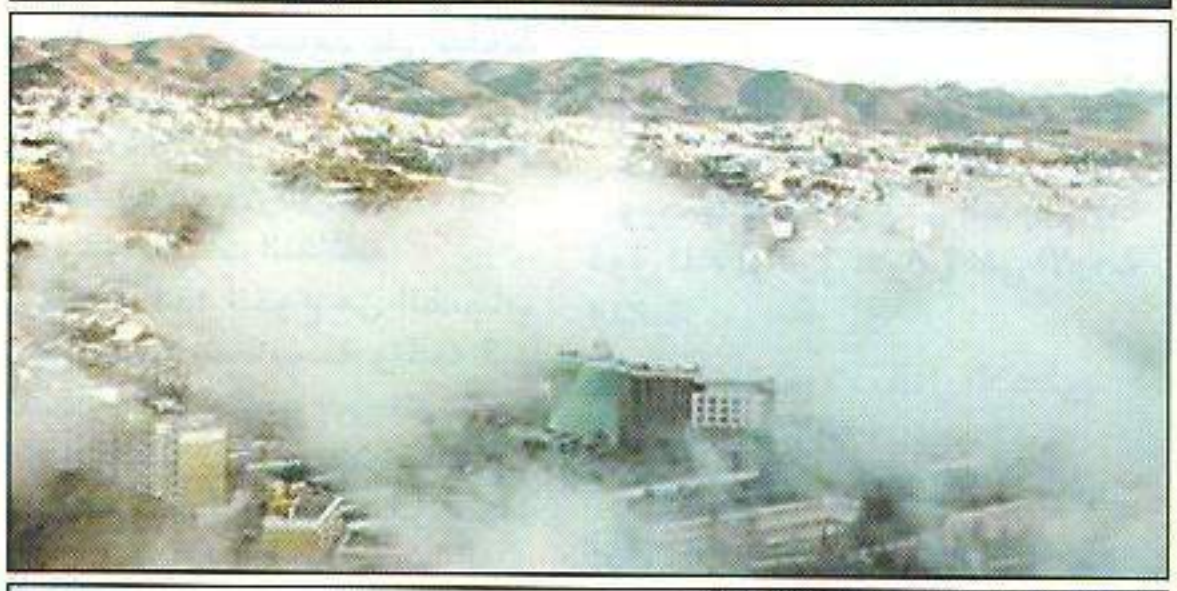
١. ضباب الإشعاع:
Radiation Fog

فى الليالى الصافية عندما تفقد الأرض حرارتها بالإشعاع أسرع من فقدان الهواء الذى فوقها لحرارته وبعد ذلك تنخفض درجة حرارة الأرض لتصبح أبرد من الهواء الذى فوقها فينتج عن ذلك انقلاب حرارى فوق سطح الأرض ويلازمه حالة من حالات الاستقرار (ويلاحظ أن الانقلاب الحرارى بالإشعاع لا يحدث فوق سطح البحر).

وإذا كانت الرطوبة النسبية عالية فى أول الليل فقد تنخفض درجة حرارة سطح الأرض عن نقطة الندى للهواء الملامس لسطح الأرض إلى ما دون نقطة الندى ويحدث التكاثف (بشرط وجود نوبات التكاثف وهى دائما متوفرة).

فإذا كان الهواء ساكنا والشروط السابقة متوافرة نجد أن التكاثف يتم فيتكون الندى إذا كانت درجة الحرارة أكبر من الصفر سلسيوس ويتكون الصقيع إذا قلت درجة الحرارة عنه.

أما الرياح الخفيفة فتحدث حركة مزجية بسيطة وسرعان ما يتوزع بخار الماء الموجود وكذلك البرودة فى طبقة تقدر بعشرات الأمتار فوق سطح الأرض وفى هذه الطبقة يحدث التكاثف وينتج الضباب الذى يسمى ضباب الإشعاع والرياح المناسبة لهذا التكوين هى ما كانت سرعتها محصورة بين نحو ٢ ـ ٥ عقدة أما



الشكل رقم (٣) يوضح بعض أشكال الضباب المختلفة

إذا زادت سرعة الرياح عن ذلك تزداد الحركة المزجية وتسبب تكون السحاب الطبقى المنخفض.

وقد يحدث فى بعض الأحيان أن تتكون السحب الطبقية نتيجة لتبريد الهواء وتنخفض قاعدته حتى تلامس سطح الأرض فيتكون الضباب. كما أن تضاريس الأمكنة تلعب دورا كبيرا فى انتشار الضباب ففى الأراضى غير المستوية نجد أن الضباب يتكون فى المنخفضات والفجوات.

ومما تقدم نجد أن الظروف الواجب توافرها لتكوين ضباب الإشعاع هى ما يلى:

١- ليلة صافية.

٢- هواء مستقر.

٣- رطوبة نسبية عالية فى أول الليل تساعد على وصول درجة حرارة سطح الأرض إلى درجة أقل من نقطة الندى للهواء الملامس.

٤- رياح خفيفة سرعتها ما بين نحو ٢ - ٥ عقدة تساعد على حدوث حركة مزجية تعمل على انتشار الرطوبة والبرودة فى الطبقة الملامسة لسطح الأرض.

٥- وجود نويات التكاثف.

ويتكون هذا النوع من الضباب فوق سطح اليابسة ولكنه قد ينتقل بعد تكونه إلى الساحل بفعل الرياح. ويحدث ضباب الإشعاع عادة عند الفجر ولكنه يتكون أحيانا قبل منتصف الليل وقد تزداد كثافة الضباب بعد شروق الشمس نتيجة لزيادة الحركة المزجية الناشئة عن التسخين بفعل أشعة الشمس أو لازدياد سرعة الرياح. وضباب الإشعاع هو فى النوع الغالب الحدوث فى مصر ومنطقة الشرق الأوسط. وفى مصر يحدث هذا النوع فى أى وقت من أوقات السنة عند توافر الشروط المذكورة عالية.

نوع الضباب	الرقم الدولى	مدى الرؤية الأفقية
ضباب عاتم	٠	٥٠ متر
ضباب كثيف	١	٢٠٠ متر
مشاهدة رديئة جدا	٢	٥٠٠ متر
مشاهدة رديئة	٣	١ كيلو متر
شابورة	٤	٢ كيلو متر
مشاهدة ضعيفة	٥	٤ كيلو متر
مشاهدة معتدلة	٦	١٠ كيلو متر
مشاهدة واضحة	٧	٢٠ كيلو متر
مشاهدة جلية جدا	٨	٥٠ كيلو متر
صفاء نادر	٩	أكثر من ٥٠ كيلو متر

جدول رقم (١)

٢- ضباب الانتقال الأفقى:
Advection Fog

ويحدث هذا النوع من الضباب إما فوق الماء أو فوق الأرض على الأوجه التالية:

أ- ضباب الانتقال الأفقى فوق الماء:

يحدث ضباب الانتقال الأفقى فوق الماء حين يبرد الهواء بمروره من أسطح بحار دافئة إلى أسطح مياه باردة إلى نقطة الندى ويحدث التكاثف مكونا للضباب ويعرف هذا النوع باسم ضباب البحر Sea Fog كما يتكون ضباب الانتقال الأفقى أيضا فوق الماء إذا مر هواء دافئ من أرض دافئة إلى سطح ماء بارد وفى نفس الوقت يمد البحر الهواء بالبخار فبعد وقت يتشبع الهواء ويتكون الضباب.

ب- ضباب الانتقال الأفقى فوق الأرض:

ويتكون فوق الأرض حين يمر الهواء الرطب من سطح بحر على سطح أرض باردة تكون درجة حرارتها أقل من نقطة الندى لهذا الهواء الآتى من البحر ويحدث هذا النوع عادة فى الشتاء حين تكون درجة حرارة الماء أعلى من سطح الأرض ويبقى فى بعض الأحيان لعدة أيام.

٣- ضباب المزج
Mixing Fog

حين يمتزج الهواء الدافئ الرطب بهواء أبرد منه ورطب أيضا فإن المزيج قد يكون عبارة عن هواء فوق مشبع ويحدث التكاثف. ويحدث هذا النوع بالقرب من سطح الأرض ويسمى الضباب الناتج من هذه العملية باسم ضباب المزج. ويجب

ملاحظة أن الامتزاج التام بين كتلتين من الهواء كل منهما من أصل مختلف لا يمكن أن يحدث إلا عند الحد الفاصل بين الكتلتين. ويتكون هذا الضباب عادة عند مرور الجبهات الحارة حين يمتزج الهواء الرطب الدافئ خلف الجبهة والهواء الرطب البارد أمامها ، وقد يسمى هذا النوع من الضباب فى هذه الحالة باسم ضباب الجبهات Frontal Fog)).

٤. ضباب البخر:
Steaming Fog

حين يمر الهواء فوق سطح مائى دافئ نجد أن بخار الماء يتزايد فى الهواء فإذا كان سطح الماء أدفأ بكثير من الهواء البارد نجد أن كمية بخار الماء قد تكون كافية لتوصيل الهواء إلى حالة التشبع ويعقب ذلك تكون الضباب الذى يسمى ضباب البخر.

والنوع المتكون بتلك الطريقة لا يكون كثيفا لأنه بتسخين الهواء من أسفل تحدث حالة من حالات عدم الاستقرار التى تسبب حركة مزجية شديدة تسبب بدورها انقشاع الضباب حال تكونه ، وفى حالة وجود انقلاب حرارى قرب سطح الأرض فقد يساعد ذلك على تكون ضباب أسفل الانقلاب وهذا النوع من الضباب يحدث فى المناطق القطبية كما قد يحدث فوق البحيرات والأنهار فى الطقس البارد ويسمى دخان البحار Sea Smoke

٥. ضباب أمطار الجبهات
Frontal Rain Fog

فى أثناء مرور الجبهات الحارة يسقط المطر من الهواء الحار الموجود فوق السطح الجبهى إلى الهواء البارد الموجود أسفلها وبذلك يتبخر الماء فى الهواء مسببا زيادة كمية بخار الماء فى الهواء البارد ومشبعا إياه بالبخار ، فعندما يكون سطح الجبهة قريبا من سطح الأرض يتكون الضباب الذى يسمى ضباب أمطار الجبهات.

تأثير الضباب على مدى الرؤية:

يسبب الضباب اضمحلال مدى الرؤية الأفقية السطحية بدرجات متفاوتة حسب غزارة قطرات الماء بها ويصل مدى الرؤية فى الضباب من صفر حتى أقل من ١٠٠٠ متر. أما إذا وصل مدى الرؤية إلى ١٠٠٠ متر أو أكثر فتسمى هذه الظاهرة "شابورة- Mist"

الضباب والإنسان
إعاقة الضباب لوسائل النقل:

إن أكثر ما يبرز جلياً من أخطار الضباب هو إعاقته للمواصلات والنقل بكل أشكاله الجوى والبحرى والبرى، حيث يتسبب الضباب فى إلحاق خسائر مادية كبيرة، إضافة للخسائر البشرية التى تحصل نتيجة الحوادث التى يسببها. ولقد طُورت أنظمة متعددة من أجل تبديد الضباب Fog dispersion خاصة فى المطارات وعلى طرق المواصلات السريعة.

الأضرار الصحية للضباب:

تظهر الآثار الصحية الضارة للضباب على المرضى المصابين بالآفات الرئوية والتى يؤدى الضباب إلى تفاقمها، وخاصة إذا حوت ذرات الضباب على تراكيز حامضية، إذ يتضاعف تأثيرها فى الإنسان والممتلكات المادية والأثرية والزراعية فتسرع فى تلفها وتآكلها وتدميرها.

وإلى اللقاء فى العدد القادم إن شاء الله تعالى.

المراجـــــع

١. الأرصاد الجوية للطيران (الطبعة الثانية - القاهرة ١٩٧٢)
وضع عبد القادر محمد العاملى، خليل عبد الفتاح خليل
٢. الميتورولوجية بقلم محمود حامد محمد (مطبعة الاعتماد بمصر ١٩٤٦)
٣. الموقع الإلكترونى للأرصاد الجوية الأردنية.
٤. الموقع الإلكترونى للأرصاد الجوية بسوريا.
٥. الموقع الإلكترونى ويكيبيديا الموسوعة الحرة (/ar.wikipedia.org/wiki/ويكيبيديا)
٦. الموسوعة العربية Arab Encyclopedia (http://www.arab-ency.com)

الخصائص المناخية لفصلى الشتاء والصيف فى مصر وآثارها الجغرافية

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه فى الآداب من قسم الجغرافيا

الجزء الثالث

إعداد
عبير مرسى عبد الغفار سالم
مدرس مساعد بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الفيوم

التأثير الحرارى فى التربة

تؤثر اختلافات درجة الحرارة اليومية خاصة إذا كانت مفاجئة وتتصف بالمدى الحرارى اليومى الكبير تأثيرا قويا فى تفتت حبيبات التربة ففى أثناء النهار تسخن التربة مع ارتفاع درجة الحرارة ولكنها تبرد أثناء الليل وتقل درجة حرارتها عن حرارة الهواء ولهذه التدفئة والبرودة أثر خاص كعامل من عوامل التفتت ويعنى ذلك أن كل تغيير فى درجة الحرارة ينتج عند اختلاف فى قوى الضغط لابد أن يترتب عليه فى النهاية حدوث تشققات ونتيجة لبطء التوصيل الحرارى تكون درجة حرارة السطح الخارجى للتربة مختلفة فى أغلب الأحيان عنها فى الأجزاء الداخلية ويسبب هذا الاختلاف فى السخونة والبرودة تفتت الطبقات السطحية ويطلق على هذه الظاهرة التى يزيد من سرعتها فى بعض الأحيان تجمد الماء الموجود «التقشر» ولا ينتهى مفعول درجة الحرارة بل يستمر على مادة الاصل سواء أكانت نارية أم رسوبية أم متحولة ثم فى النهاية على التربة الناتجة مما ينتج عنه تغيير الخواص الفيزيائية للتربة وقوامها.

كما تؤثر درجة الحرارة والرطوبة النسبية تأثير مباشرا فى معدلات فقد الماء من سطح التربة فعندنا ترتفع درجة الحرارة وتنخفض الرطوبة النسبية تفقد كمية كبيرة من مياه التربة بفعل التبخر ويترتب على ذلك انخفاض كفاءة الرى مما يؤدى الى اختلاف كمية المقنن المائى للفدان تبعا لاختلاف معدلات التبخر وطبيعة المحاصيل الزراعية ونسيج التربة فخلال فصل الصيف الذى يتميز بارتفاع درجة الحرارة يرتفع الفاقد من المحتوى المائى للتربة نتيجة لارتفاع معدلات التبخر لذلك يصبح من الضرورى صرف كميات إضافية من مياه الرى لتعويض كمية الفاقد منها بالتبخر.

فعلى سبيل المثال يبلغ متوسط المقنن المائى للفدان نحو ٢٠م٣/يوم بالأراضى الطينية ونحو ٣٠م٣/يوم بالأراضى الرملية والجيرية المستصلحة لارتفاع معدل نفاذية التربة فيها بالمقارنة بالأراضى الطينية، وفى شبه جزيرة سيناء نتيجة لارتفاع معدلات التبخر فقد أدى ذلك الى ارتفاع نسبة الفاقد من المحتوى المائى للتربة على طول امتداد أراضيها وساعد هذا على زيادة تركيز الأملاح الذائبة وبخاصة فى أراضى النطاقات الشمالية حيث أدى اختلاط ماء الأراضى بمياه البحر ومياه بحيرة البرودين الى زيادة ملوحته واقتراب الماء فى قطاع التربة إلى المستوى الذى يصل الى تأثير التبخر مما يؤدى الى ارتفاع نسبة الفاقد من المحتوى المائى للتربة وزيادة نسبة تركز الأملاح بها.

المطر وغسل التربة

يعتبر غسل التربة Soil Leaching المحصلة النهائية لأكثر من عملية من عمليات التجوية بالنسبة لتكوين التربة وينتهى غسل التربة بذوبان المواد القابلة للذوبان «سواء عضوية أو غير عضوية» بالطبقة العليا من التربة لطبقة التحويل ثم رشح المواد المذابة وإعادة ترسيبها فى الطبقات الأعمق من قطاع التربة وخاصة طبقة التراكم، فيؤدى سقوط المطر إلى ذوبان كربونات الكالسيوم فى الطبقة السطحية فتتسرب المواد المذابة الى أعماق أكبر فى باطن الأرض فتؤدى الى تكلس الطبقات السطحية من التربة، ويتوقف مقدار المواد المذابة نتيجة غسل التربة على عوامل كثيرة منها كمية المطر وتركزه ودرجة

الحرارة وقوام وتركيب التربة المعرضة للغسل.

وبتطبيق معامل غسل التربة تبعا لمعادلة كروثر «Crowther» وتاخذ الصيغة التالية: معامل غسل التربة = متوسط المجموع السنوى للمطر - ٣,٣ «المتوسط السنوى لدرجة الحرارة».

وفيه درس كروثر التاثير المشترك لكل من المطر ودرجة الحرارة على غسل التربة كما يتضح من نسبة «السيلكا/ الألومنيوم» فى مكونات الطين وهى حبيبات التربة التى تقل أقطارها عن ٠,٠٠٢ ملليمتر فى التربة فى ظروف مناخية وجيولوجية متباينة.

وبتطبيق معامل كروثر «Crowther» على فصل الشتاء بناء على المعدلات الفصلية للمطر ودرجة الحرارة ظهرت نتائج المعادلة ايجابية فى كل من الاسكندرية، ومرسى مطروح ودمياط والعريش أى إنها تربات مغسولة لارتباطها بالنمط المناخى الرطب فى الشمال.

أما باقى المواقع والتى ترتبط بالنمط المناخى الجاف وشبه الجاف ذات معامل غسل سالب وتعرف بانها تربات غير تامة الغسل ويفسر ذلك كمية الجير الكبيرة المزيحة من خلال مياه الصرف لأراضى النمط المناخى الرطب بغض النظر عن حالة التربة أو نوع معاملتها بالإضافة الى ما يفقد منها من عنصر الماغنسيوم الذى ينعكس على قابلية التربة لأن تصبح حمضية، وتسهم المحاصيل الزراعية بدرجة واضحة فى تقليل فقد جميع المغذيات عن طريق الصرف ولهذا أهمية خاصة بالنسبة لعنصر النيتروجين الذى يكون الفقد فيه عادة ضئيلا جدا من الأراضى المزروعة لذلك يجب عدم ترك الأراضى بورا خلال موسم الصيف فى النمط المناخى الرطب (شمالا).

تعرية التربة
Soil Erosion

يقصد بتعرية التربة نزع وفصل حبيبات التربة ونقلها من الطبقة السطحية بفعل المياه أو الرياح أو كليهما معا إلى مكان آخر ويترتب على ذلك انخفاض فى القدرة الإمدادية للعناصر الغذائية فى التربة اللازمة للإنبات فضلا عن ذلك انخفاض قدرتها فى الاحتفاظ بالماء أو المحتوى الرطوبى بين جزئياتها وينتج عن إزالة طبقة التربة السطحية انكشاف الطبقة تحت السطحية Subsoil وهى غير خصبة ويؤدى ذلك إلى تدنى فى خصوبة التربة وتدهورها ثم تصحرها.

وتعد تعرية التربة من خلال النحت المائى أو النحت الهوائى من المشكلات التى تهدد الزراعة فى مناطق كبيرة من العالم ففى كل عام تجرف مياه الأمطار ومياه الرى ما يقرب من ٧٥ مليون طن من التربة تلقى بها فى المحيطات والبحار وبعضها يلقى فى البحيرات.

وتتمثل الأسباب الرئيسية فى انجراف التربة وتعريتها إلى فعل الماء والرياح وعمليات الانهيارات الأرضية فوق السفوح المنحدرة، وهناك ثلاثة أشكال للانجراف مرتبطة بالمناخ وهى الانجراف الريحى والانجراف المطرى والانجراف الاخدودى.

● أولا: الانجراف الريحى:

تقوم الرياح بجرف الجزء العلوى الخصب من التربة ونقله عن طريق تفتيت الحبيبات الدقيقة المكونة لها، وتزداد قوة الرياح فى جرف التربة بزيادة سرعتها وخاصة إذا كانت محملة بحبيبات التربة، فحينئذ يتسبب اصطدام هذه الحبيبات سريعة الحركة بكتل التربة ومجمعاتها فى تفتيت حبيبات أخرى منها وتصبح بدورها عرضة للتحرك كذلك ورغم إن للرياح تأثيرا مباشرا فى نقل حبيبات التربة إلا ان الأثر الأكثر فاعلية يرجع إلى فعل الحبيبات التى تحملها الرياح على تلك التى لم تزل ملتصقة بالتربة، وترتبط قابلية التربة للانجراف بالرياح ارتباطا وثيقا بما تحتويه التربة من الرطوبة فالتربة المبللة لا تذروها الرياح أما مع انخفاض المحتوى الرطوبى فينشط عمل الرياح وتنقل حبيبات التربة بعد تفتيتها وفصلها بعدة طرق أهمها:

- القفز: تتحرك حبيبات الرمل وأحجامها من ٠,١ -٠,٥ مم عن طريق حركة القفز حيث ترتفع الحبيبات فى الهواء ثم تسقط على الأرض مرة أخرى بعد مسافة قصيرة من ١-٢ متر فى اتجاه منصرف الرياح وعندما تعود الحبيبات إلى الأرض ربما تقفز مرة أخرى أو تستقر عندما تصطدم بالسطح ولكن فى كلتا الحالتين تعمل على بدء الحركة لحبيبات أخرى ويتسبب عن ذلك إزالة لحبيبات من سطح التربة (صفر-٥سم) وفى معظم الحالات تحدث التعرية بحركة القفز بسرعة تصل إلى ٠,٨ م/ث عند منسوب ٣٠ سم وقد يصل مجموع التربة المنقولة بطريقة الزحف من ٥٪ إلى ٢٥٪.

بينما نجد أن حركة التعلق للحبيبات تعمل على إزاحة الحبيبات الدقيقة لأقل من ٠,١ مم عن طريق اصطدامها بالحبيبات القافزة وتظل الحبيبات الدقيقة عالقة فى الهواء لمدة محددة وتحدث الحركة بالزحف حيث تنقل الحبيبات التى تتراوح أحجامها من ٠,٥ -٢مم.

وقد ساعدت عملية تعرية الرياح للتربة إلى زيادة الكثافة الظاهرة لحبيبات الرمل الخشن نتج عنها ارتفاع نسبى وملموس فى مسامية ونفاذية جزئيات التربة كما ترتب عليه انخفاض فى نسب حجم الحبيبات من الطين ويرجع ذلك لفعل تذرية الرياح لها عن طريق التعلق ويؤثر ذلك على فقدان التربة من مكوناتها الدقيقة والتى تشتمل فى اغلب الاحيان على المواد العضوية اللازمة لخصوبة التربة.

وعلى سبيل المثال فقد بلغت كمية

فقد التربة بفعل الرياح فى منطقة الشيخ زويد بسيناء نحو ٧١. ٨٦ طن/ هكتار/سنة بينما ارتفعت كمية الفقد للتربة ليصل إلى ٧٨. ١٣٠ طن/ هكتار/ سنة فى سهل البهادا شرق جبل المغارة، ويمكن حماية التربة من الانجراف الريحى بإتباع طرق التمهيد اللائقة التى تجعل التربة خشنة لخفض سرعة الرياح مما يقلل من شدة انجراف التربة.

تجميع حبيبات التربة الدقيقة ولصقها ببعضها لتكون جزئيات أثقل وأكبر حجما من الحبيبات المفردة وذلك بواسطة المخصبات الزراعية، عمل العوائق أو أحزمة الوقاية على مسافات لتقليل سرعة الرياح، تغطية سطح التربة دائما بزراعة النباتات وترك بقايا جذور النباتات فى التربة لاصطياد التربة المنحوتة.

كما تعد الرياح أحد عوامل النقل المهمة كما أن لها أثرا مهما عندما تكون محملة بالأتربة الناعمة وتتعرض معظم مناطق مصر للعواصف الترابية والرملية والتى ينتج عنها نزع مواد من إحدى المناطق ونقلها إلى منطقة أخرى وفى اثناء نقل الغبار وترسيبه يحدث تحات بين بعض الحبيبات وبعضها لذلك فان السبب فى استدارة بقايا الصخور فى بعض المناطق الغربية الجافة يرجع إلى فعل الرياح.

● **ثانيا: الانجراف المطرى :**

تحدث التعرية المائية للتربة فى المناطق الجافة وشبه الجافة تحت ظروف المطر السيلى ويطلق على نزح التربة ونقلها تحت تاثير الجاذبية بفعل الأمطار انزلاق التربة فعند سقوط الامطارمن النوع الجارف كما يحدث فى المنطقة الجنوبية من سيناء والبحر الأحمر فإن التربة السطحية تفقد تدريجيا ويعنى هذا فقدا فى الخصوبة الطبيعية حيث أن الجزء الناعم المزاح من التربة هو أكثر اجزائها خصوبة، وبهذا تؤثر السيول والامطار الغزيرة فى انزلاق الجزء العلوى من التربة مما يعنى عدم تحقيق الاهداف المرجوه من أى سياسة اقتصادية للنشاط الزراعى إذا تصبح طبقة الحرث مكونة من نحت التربة التى تكون فى العادة أقل خصوبة ومن أكثر آثار الانجراف بهذه الطريقة وضوحا اطماء الخزانات تلك الظاهرة التى تقلل من السعة التجزئية لها فى جهات عدة، كما ترتفع كثيرا من نفقات صيانتها.

ويمكن تقسيم أنواع التعرية المائية حسب تحرك الماء على سطح الارض إلى الانواع الاتية:

١- التعرية بالرذاذ
Splash Erosion

عندما تسقط قطرات المطر على سطح الأرض فإن كل قطرة تصطدم بالأرض يكون لها تاثير يشبه انفجار القنبلة ونتيجة لذلك يحدث تفتيت للجزئيات المتجمعة الكبيرة إلى حبيبات منفردة صغيرة الحجم.

٢- التعرية الغطائية (الصفحية)
Sheet Erosion

تحدث هذه التعرية خصوصاً لو كان سطح التربة ناعماً منتظم الانحدار ويكون بطيئاً عادة ولا يدرك بالعين المجردة بل يحتاج لقياسات محددة وتحدث التعرية الغطائية إذا كانت سرعة سقوط المطر أعلى من نفاذية الأرض للماء فيتراكم الماء على سطح الأرض ثم يبدأ تدفقه نحو المناطق المنخفضة حاملة كميات ضخمة من جزئيات التربة الناعمة وما بها من مواد غذائية فى شكل محاليل غير ملحوظة تنتقل خلال أخاديد دقيقة تكونت بفعل المطر مما يجعلها تفقد خصوبتها تماماً وتتدهور خصائصها.

٣- التعرية فى قنوات صغيرة (مسيلات)
Rills Erosion

عندما تسقط الأمطار على أرض منتظمة الانحدار تمتلء الفجوات والتشققات الأرضية الموجودة فى التربة ومع زيادة كمية الماء يبدأ فى التدفق حتى يفيض على جوانب هذه الفجوات الصغيرة والتشققات مسبباً نحر هذه القنوات الصغيرة من القاع ومن الجانبين، ثم تتجمع هذه المسيلات فى شكل قنوات أكبر ولكنها غير عميقة.

ويعد الانجراف المطرى أو انزلاق التربة من أكثر الظواهر الجيومورفولوجية شيوعاً فإليه يرجع الجزء الأكبر من استواء الجبال وتكوين السهول والهضاب والوديان وبهذه الطريقة نشأت الرواسب التى تظهر كصخور رسوبية.

وللانجراف المطرى وخاصة الانجراف السيلى مرحلتان أحداهما الفصل والتفتيت والآخر النقل بواسطة الطفو والدحرجة والجر والرش وتؤثر العوامل المناخية من صقيع وسقوط مياه الأمطار فى عملية فصل التربة وتفتيتها، أما الرش والجريان السطحى لمياه السيول والأمطار فهو يعمل على نقل الجزئيات التى تفتتت من التربة ويكون معظم التفتيت والنحت فى الخلجان راجعاً إلى جريان الماء أما الأراضى التى تكون أسطحها تفتقر للغطاء النباتى فإن قطرات مياه الأمطار واصطدامها هى التى تسبب معظم ما يحدث للتربة من تفتت أو نتيجة لذلك تختفى تقريباً مجمعات التربة التى تتعرض لمثل هذه الضربات وفى حالة عدم انزلاق الطبقة المفتتة بواسطة الجريان السطحى، فإنها تتحول إلى قشرة صلبة عندما تجف، وهذه الطبقة تصبح غير ملائمة للزراعة حيث تجد البادرات مشقة فى اختراقها.

هذا وتتفاوت قدرة الأمطار الهاطلة على تعرية التربة حسب حجم قطراتها وقوة هطولها وتوزعها ففى حالة الأمطار الخفيفة تكاد تنعدم التعرية إذا وجدت الأمطار وقتاً كافياً للتسرب عبر تشققات ومسام التربة أما فى حالة الأمطار السيلية الغزيرة فإن للتعرية تكون أشد والأمطار تشكل خطراً على بناء التربة وتعرضها للتعرية إذا تجاوزت ٣٠ مم خلال ٢٤ ساعة ذلك لأن تركز الهطول فى ساعات قليلة

وبكميات كبيرة يقلل من فرص تسرب المياه فى التربة وتعمل على تحريك ذراتها السطحية وجرفها مع السيول، ولازدياد حجم قطرة المطر وقوة الدفع الذى يضرب فيه سطح الأرض أثر على تعرية التربة فقد أثبتت التجارب التى أجراها بعض الجيومورفولوجيين أن القوة تكمن فى قطرة ماء يبلغ قطرها ٢.٥ ملم تستطيع تحريك جزئى من التربة يصل وزنه إلى ٤٦ جراماً فإذا تضاعفت أحجام القطرات لمرة واحدة ازدادت الطاقة الكامنة فيها ١٠٢ مرة.

وتنشأ الشقوق فى الأودية الجافة بالصحارى المصرية نتيجة عمليات الترطيب والتجفيف والذوبان والتميؤ وإعادة التملح عن طريق نمو البلورات الملحية، وتتأثر رواسب الوحل الصلصالية بدخول الماء داخل كتلة الصلصال مما يؤدى إلى تضخم حجم الكتلة وانتفاخها الأمر الذى يعرضها إلى زيادة الحجم والتمدد خلال فترة الترطيب التى تحدث خلال الأمطار السيلية ثم يحدث الانكماش أو التقلص خلال فترة الجفاف ومع تكرار تلك العملية يزداد حجم الشقوق، وتعود هذه العملية إلى ركود المياه على سطح التربة حيث تحتجز المياه فقاعات من الهواء فى فراغات المسام لتلك الرواسب من الوحل الصلصالى وعندما يكون البلل قد تم بسرعة عقب الأمطار السيلية كما هو الحال فى المناطق الجافة وشبه الجافة ومنها مصر فإن الهواء لا يستطيع الخروج وفى النهاية ينفجر مسبباً تغييراً فى ترتيب جزئيات المادة ومع تكرار حدوث هذه العملية تتعمق التشققات فى داخل التربة لتشمل الطبقة تحت السطحية ايضا وتحدث التفاعلات مثل الإذابة والتميؤ لعادة التربة فى حالة تكرار وجود الماء وجفافه ويحدث تروق لرواسب الصلصال فى المناطق المنخفضة من الأودية وينفصل فى صورة رقائق صفائحية.

ثالثا: الانجراف الأخدودى:

التعرية الأخدودية:

وهو شكل من أشكال الانجراف المطرى حيث يتوقف على عدة عوامل أهمها كمية الأمطار وكثافتها وشدة انحدار ميل الأرض وطولها وحجم منطقة سقوط المياه وشكلها وتجمعها وطبيعة التربة السطحية وتحت السطحية إذ أن التضاريس المحلية وأحياناً الأساليب المتبعة فى الزراعة تؤدى إلى تركز المياه فى أخاديد بعد عاصفة مطرية كما تعمل مياه الرى فى حالات كثيرة على حفر جداول صغيرة فى الجهات المنخفضة من الحقل وتحمل معها كميات ضخمة من مفتتات التربة.

ويمكن الوقاية من ذلك بالغطاء الخضرى كالغابات أو الحشائش أو التغطية الصناعية بالقش وهذه الوقاية تقلل من تفتت آفاق التربة العلوى إلى الحد الأدنى لأنها تمتص الطاقة الناتجة من اصطدام قطرات المطر.

الرياح وحركة الأشكال الرملية:

تلعب الرياح دورها الجيومورفولوجى الهام بصورة مباشرة خاصة فى الأقاليم الجافة والمناطق الساحلية حيث تترك الرياح بعض الملامح المورفولوجية الرئيسية التى تعكس بوضوح خصائصها من حيث السرعة والاتجاه.

وتعتبر حركة الأشكال الرملية من أهم الخصائص التى تهم الإنسان بصفة عامة فلو أن الأشكال ارتبطت بمكان نشأتها لما اهتم بها الإنسان هذا الاهتمام الكبير ويرجع اهتمام الإنسان بحركة الأشكال الرملية واتجاهاتها ومعدلات حركتها إلى مهاجمتها مناطق الاستقرار البشرى والزراعة والطرق فتعمل على إعاقة الحركة وتصل إلى هجرة الإنسان فى أحيان كثيرة، هذا ويوجد ثلاثة أنواع من الحركة ترتبط كل منها بالأخرى فحركة الرياح ونظام هبوبها واتجاهاتها وسرعتها يأتى فى المقام الأول ثم حركة الرمال وطريقة حركتها بالقفز أو الزحف أو التعلق بالإضافة إلى مقدرة الرياح على حمل احجام معينة من الرمال واخيراً حركة الكثبان ومعدلات امتدادها وطبيعة حركة الرياح على أسطح الغرود وعلاقتها بتوزيع الأشكال الرملية ونظام البيئة الداخلية.

وتعد الرياح والرمال معاً أهم العناصر التى يجب أن تتوفر لتكون الأشكال الرملية كما تعد الرياح العامل الرئيسى والمسئول عن تكوين وتشكيل حركة الكثبان الرملية وسوف نوضح فى الصفحات التالية أثر الرياح فى حركة الأشكال الرملية، حيث يتوقف معدل حركة الرمال على عدة عوامل منها سرعة الرياح واتجاهاتها ومدة هبوطها وحجم حبيبات الرمال والتضاريس المحلية والرطوبة وكثافة الغطاء النباتى ومصدر الرمال وحجم الكثبان الرملية.

هذا ويعتبر زحف الرمال من المخاطر البيئية التى تهدد الطرق والعمران والأراضى الزراعية بالكثير من المناطق الصحراوية بمصر وخصوصاً وأن الرمال تغطى ما يزيد على ١٦٠ ألف كم٢ بها حوالى ١٦٪ من مساحتها وأربعة أضعاف المساحة الزراعية والآهلة بالسكان ويتواجد فى الصحراء الغربية ما يقرب من ٩٠٪ من مساحة هذه الرواسب ومما ساعد على ذلك هو أن غالبية مساحتها تقع فى مركز المناخ القارى الشديد الجفاف والمتميز بقلة الأمطار أو انعدامها فضلاً عن تعرضها إلى ثلاث كتل هوائية موسمية تؤثر على حركة وانتقال الرمال مما أسهم فى تكوين اقليم بحر الرمال والعوينات وهو أحد أكبر مناطق للتجمعات الرملية فى العالم حيث تبلغ المساحة التى تشغلها حوالى ١٣٥ ألف كيلو متر مربع.

وتوجد الرواسب الهوائية (الرملية) فى مصر فى تسع مناطق رئيسية هى:

أ- شبه جزيرة سيناء وتغطى الرمال

حوالى ٤٠٠٠ كم٢ بها موزعة على ثلاث مناطق الأولى هى منطقة السهول الرملية جنوبى البحر المتوسط (السهل الساحلى) وشرقى قناة السويس والثانية منطقة الهضاب والمنخفضات التركيبية فى وسط وشمال سيناء أما المنطقة الثالثة فتشمل السهول الساحلية والداخلية وبعض الأجزاء المرتفعة نسبياً بجنوب وغرب سيناء، ومن أهم المناطق التى تعانى من زحف الرمال بسيناء مناطق النخيل بالساحل الشمالى كما تشهد بعض أجزاء الطريق الساحلى محميه رأس محمد بالطرف الجنوبى منها زحفاً مستمراً للرمال مما يستدعى تنظيفه من حين لآخر.

ب- منطقة الساحل بين ابن قير شرقاً والحدود مع ليبيا غرباً وتغطى الرمال حوالى ٥٠٠٠ كم٢ بها ومن أهم المناطق التى تظهر بها مناطق ابن قير وبرج العرب وسيدى عبدالرحمن والسلوم ومما يذكر أن الرمال قد زحفت على مزارع الزيتون بقرية فوكه الواقعة إلى الشرق من مرسى مطروح كما انها تزحف على بعض الطرق والأماكن الأخرى.

جـ - منطقة صحراء شرق الدلتا وتغطى الرمال حوالى ١٥٠٠ كم٢ بها ومن أهم الأماكن التى تعانى من حركة الكثبان «الرمال» بها منطقة الخانكة حيث توجد كثبان الخانكة التى تشرف على طريق الاسماعيلية بالقرب من القاهرة ولكن نظرا لزحف العمران على تلك المنطقة فى الوقت الحاضر فقد تم تثبيت الكثير من كثبانها بتكسيتها بالحجر الجيرى والمواد الاسمنتية لاستغلالها فى البناء.

د - منطقة وادى النطران والتخوم الغربية للدلتا وتغطى الرمال حوالى ٣٠٠٠ كم٢ بها ومن أهم المناطق التى تظهر بها قاع المنخفض وبعض الأجراء الواقعة إلى الشمال والجنوب منه.

هـ - منطقة الفيوم ووادى الريان وتغطى الرمال حوالى ٣٠٠٠ كم٢ بها ايضا وقد أشارت الدراسات إلى ان الرمال قد غطت بعض الأراضى الزراعية بجنوب وجنوب غرب منخفض الفيوم بسمك يتراوح بين ٣ - ٣,٥ مترا كما غطت بعض قنوات الرى.

و- منطقة منخفض القطارة وسيوه وتغطى الرمال حوالى ١٠ آلاف كم٢ بها وتتميز بوجود الكثير من الكثبان الرملية النشطة والتى يزحف بعضها على منطقة حقول الغاز الطبيعى بأبى الغراديق.

ز - منطقة الواحات الوسطى والجنوبية وتشمل مناطق الفرافرة وأبو محرق والخارجة والداخلة وتغطى الرمال حوالى ٤٥٠٠كم٢ بها ويميزها وجود غرد أبو محرق الذى يمتد لمسافة تزيد على ٣٠٠كم٢ من مشارف منخفض البحرية شمالا حتى منخفض الخارجة جنوبا وتتمثل اهم مخاطر زحف الرمال بتلك المنطقة فى زحفها على الطرق الرئيسية وبخاصة الطريق الذى يربط قرية الخارجة بقرى منخفض الداخلة والذى يتعامد مع بعض البراخين التى تقف كحجر عثرة احيانا فى طريق مرور السيارات بحيث تضطر إلى الالتفاف حولها مما قد يعرضها للكثير من المخاطر.

وقد تعرضت ايضا بعض المزارع والقرى مثل قرية موشية بغرب منخفض الداخلة لزحف الرمال حيث يعيش السكان بها بالمستوى الرابع فوق ثلاثة مستويات سكنية طمرت تحت الرمال.

ومما تجدر الاشارة إليها أن حركة الكثبان الهلالية فى مناطق الخارجة والداخلة تتراوح سرعتها ما بين بضعة امتار و ٢٥ مترا فى السنة وتتميز الكثبان الصغيرة بانها أسرع فى حركتها من الكثبان الكبيرة.

ح - منطقة بحر الرمال العظيم والعوينات وتغطى الرمال حوالى ١٣٥٠٠٠ كم٢ بها وأهم ما يميزها هو زحف الرمال العظيم وتراكمها فى مناطق الاستطلاح الزراعى بأبى منقار بالهامش الغربى لمنخفض الفرافرة.

ط - الصحراء الشرقية وتنتشر الرمال بها فى مناطق متفرقة وخاصة بعض المناطق الساحلية وأهمها منطقة برنيس.

هذا وعلاقة الرياح بالرمال قوية حيث تقوم الرياح بحمل ونقل وإرساب الرياح وتتم عملية نقل الرمال بثلاث طرق هى:

١ - التعلق Suspension

حيث تتحرك المواد الناعمة التى يقل حجمها عن ٠,٦ ملم بواسطة التعلق وكلما ارتفعنا كلما كان حجم الحبيبات اكثر نعومة وتمثل الحمولة العالقة نسبة محدودة من حمولة الرياح.

٢- القفز Saltation

تمثل الحبيبات المنقولة بالقفز نحو ٧٥٪ من جملة الرواسب المنقولة وتتراوح أقطارها بين ٠,١٥ - ٠,٢٥ مم، وتتحرك حبيبات الرمال بالسفى عندما تصل سرعة الرياح ١٩,٨ كم / ساعة.

٣- الزحف Creep

تحرك الرياح الرمال كبيرة الحجم بالزحف لعدم قدرتها على حملها لتكون حمولة عالقة أو قافزة، وتمثل حوالى ٢٠٪ من الرمال المنقولة والرمال التى تنقل بالزحف هى الرمال متوسطة الحجم «٠,٢٥ - ٠,٥ مم» والرمال الخشنة «٠,٥ - ١مم» والأكثر خشونة «٢مم» ويتم دفعها على سطح الارض بضعة ملليمترات ولا يزيد معدل حركة هذه الحبيبات عن ١سم / دقيقة مقابل بضعة أمتار فى الدقيقة للحبيبات المنقولة بالقفز، وتبدا عملية زحف الكثبان الرملية عندما تتجاوز سرعة الرياح ٣٢,٤كم/ ساعة.

وقد أشار «LOBECK.A.K.١٩٣٩» إلى أن عاصفة ترابية يمكنها أن تحمل حتى ٤٠٠٠ طن من التراب ميل مكعب من الهواء «٨٧٥م٣/كم٢»، وبذلك فعاصفة ترابية قطرها ٣٠٠ ميل «٥٠٠كم» تستطيع أن تحمل أكثر من

جدول«١»
السرعة الأولية الحدية اللازمة لحركة الرمال المختلفة الأحجام

اصناف الرمال الزاحفة فى العاصفة	أقطار الرمال «مم»	سرعة الرياح الحدية متر/ ثانية
رمال دقيقة	٠,١ : ٠,٢٥	٤,٥ : ٦,٧
رمال متوسطة النعومة	٠,٢٦ : ٠,٥٠	٦,٨ : ٨,٤
رمال خشنة	٠,٥١ : ١	٨,٥ : ١١,٤
رمال شديدةالخشونة	١,١ : ٢	١١,٥ : ١٣

١٠٠ مليون طن «٩٠ مليون طن مترى» من التـــراب، وهذا يكفى لتكون تل ارتفاعه ٣٠٠م «١٠٠قدم» وعرضه عند القاعدة «٣كم «٢ميل».

ويذكر عاشور ١٩٩٣ أن معظم ما تحمله الرياح يقل حجم الحبيبات عن ١ مللم وعـــادة مـــا يتـــراوح بين ٠,١٥ ، ٠,٣ مللم ونادرا ما يزيد رفعه عن ٢ مللم عن سطح الأرض حيث أن سرعة الرياح التى تتطلب لتحريك الحبيبات التى حجمها ١مللم تكون سرعتها ١٤٤ كم /ساعة وهذه سرعه كبيرة جدا لا تحدث الاانددرا. ويوضح الجـــدول «١» الســـرعـــات الأوليـــة «الحـــدية»اللازمـــة لتـــحـــريك الرمـــال المختلفة الأحجام.

يتضح من الجدول السابق أن معدل زحف الرمال يتناسب طرديا مع سرعة الرياح بالإضـــافـــة إلى تأثره بحـــجم الذرات وكثافتها النوعية وكثافة الهواء.

حيث تعتبر حركة الرمال نتاج لخصائص الرياح حيث تتحكم الرياح فى حركة الرمال عن طريق عمليتى النقل والإرساب وتختلف قدرة الرياح على تحريك حبيبات الرمال تبعا لاختلاف قوتها وهناك نوعان من حركة الرمـــال على سطح الأرض وهمـــا الانســـيـــاق الرملى وزحف الكثـــبـــان الرملية.

أولا: الانسياق الرملى:

يعرف ايضا بسفى الرمال أو زحف الحبيبات الرملية فوق اسطح الكثبان الرملية والفرشات الرملية عندما تصل سرعة الرياح إلى ٥,٥ مترا فى الثانية وتتـوقف هذه العـمليـة على سـرعـة الرياح وقوتها من جهة ومدى جفاف السطح وتفكك حبيباته من جهة أخرى، وهناك علاقة وطيدة بين عملية حركة الرمـال والانسيـاق الرملـى وكـيمـة الانســيـــاق الرملى ومـــدى تضـــرس السطح الرملى الذى تنســـاق عليـــه الرمـال لذا فإن قطر حبـه الرمل تؤثر تأثيرا كبيرا على السرعة الأولية الدنيا (السرعة الحرجة) للرياح اللازمة لبدء الانســيـــاق الرملى ويمكن حـــســـاب السرعـة الحـرجـة ٠ (vt) باستـخدام نموذج (Bagnold, 1941» حيث تحسب السـرعـة الحـرجـة بالسنتـمـيـتـر فى الثانية كما يلى:

$$Vt=680(d)1/2 \times \log (30/d)$$

حيث أن (vt) السرعة الأولية الحدية للرياح «السـرعـة الحـرجـة» لبـدء الانسياق الرملى «سم/ ثانية»

و 1/2(d) = $\sqrt{\text{قطر حبة الرمل}}$ (مم) أى الجـذر التـربيـعى لقطر حـبـة الرمل المنقولة بالملليمتر، لذا فـان احـجـام الحبيبات الرملية تعد أكثر المتغيرات تأثيرا على سرعـة الرياح التى يبـدأ عندها تحرك حجم الرمال.

ولحساب الكمية النسبية من الرمال التى يمكن أن تتـحـرك من الاتجـاهات المختلفة خلال شهور السنة باكملها أو خـلال كل شـهـر من شـهـور السنة تسـتـخـدم مـعـادلة «lettau» والتى استخدمها (Fryberger,1979,p.146) لتحقيق نفس الغرض.

معادلة «١» ك = س٢ (س - س ١)

حيث تمثل «ك» المعدل السنوى للرمال المتـحـركـة وتمثل «س» مـتـوسط سرعـة الرياح فى كل فئة من فئات سرعة الرياح بديلا عن السرعة الحرجة ويستخرج من هذه المعادلة رقم يعبر عن الكمية النسبية للرمـال التى يمكن أن تتـحـرك بواسطة الرياح خلال الفترة الزمنية التى يتوقع أن تهب خـلالها ولذلك يجب أن يضـاف عامل الزمن إلى المعادلة السابقة، وعندما يضاف عامل الزمن إلى المعادلة السابقة فإن الرقم الناتج يسمى الرمال المتوقع تحركها وهو عبارة عن مقياس للكمية النسبية من الرمال المتوقع تحركها خلال فترة زمنية محددة وتسمى الوحدات التى يمثلها الرقم الخاص بالكمية النسبية من الرمال والمتوقع تحركها الوحدات المتجهة Vector Units وبذلك تصبح الصيغة النهائية للمعادلة كما يلى:

معادلة «٢» ك = س٢(س- س ١) ز.

حيث تمثل «ز» الفـتـرة الزمنيـة التى تهب خلالها الرياح وذلك كنسبة مئوية من مجموع أيام السنة.

المقالة جزء من رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه فى الأداب من قسم الجغرافيا
تحت إشراف

أ.د. يوسف عبدالمجيد فايد
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب - جامعة القاهرة
أ.د. محمد صبرى محسوب سليم
أستاذ الجغرافيا الطبيعية -
كلية الآداب - جامعة القاهرة
أ.د. محمد محمود عيسى
رئيس مجلس إدارة
الهيئة العامة للأرصاد الجوية

البقية العدد القادم