قوى الطبيعة في خدمتك

oberkandl.com

obeikandl.com

الدكتور محمد جمال الدين الفندي

قوى الطبيعة في خدمتك

اقرأ ١٩٦

دار المعارف بمصر

obeikandl.com

اقرأ ١٩٦ – ابريل سنة ١٩٥٩

obeikandl.com

ملتزم الطبع والنشر : دار المعارف بمصر – ٥ شارع ماسبيرو – القاهرة

تمهيـــد

هنالك بون شاسع واختلاف كلى بين ما نسميه عالم ما وراء الطبيعة وعالم الطبيعة نفسها . ولا يقتصر هذا الاختلاف على تلك الفروق العظمى القائمة بين صفات كل من العالمين كما نتصورها ، بل يمتد الاختلاف أيضاً إلى المبادئ الأساسية والوسائل العلمية التى يعالج بها الإنسان كلا منهما . فنحن عندما نتحدث عن ما وراء الطبيعة إنما نخرج من دنيا المادة إلى عالم الغيب لنخوض فى مواضيع لا يخضع الحكم فيها للتجربة أو المشاهدة كما نفعل فى دراسة أى مسألة طبيعية . وقد شق الإنسان طريقه إلى عالم الغيب هذا بالفلسفة والدين ، واستطاع بذلك أن يجيب على كثير من الأسئلة الصعبة التى طالما جالت بخاطره مثل : حقيقة عالم الأرواح والأشباح ، والغاية من الوجود ، وإمكان الخلود ، وأصل الحياة . . .

أما الحديث عن الطبيعة ومحرابها فإنما ينصب فى أجلى معانيه على الوجود المادى الذى من حولنا ، ودراسة ما توفر لنا على الأرض من كل شىء نلامسه أو نحس به أو يؤثر على

كياننا أو على أجسامنا بطريقة من الطرق . . . من بحار وجبال وصحار ورمال وروعة وجلال ودعة وأهوال وجنات وعيون وبرد وسموم وعواصف وسكون وهدوء وثوران وقسوة وحنان . . . وذلك هو عين محراب الطبيعة الذى طالما تغنى به الشعراء ووصفه الكتاب فى مختلف العصور . ولكننا فى هذا العصر ، عصر العلم وعصر الذرة ، بل وعصر الفضاء الذى يحاول فيه الإنسان الخروج من محراب الطبيعة الذى ألفه ونشأ فى كنفه ليصل إلى عوالم أخرى يجهلها عبر الفضاء الفسيح المترامى الأطراف ؛ لن نقدم لك أيها القارئ ديواناً من الشعر أو فرائد من النثر ؛ ولن ننمق لك الألفاظ لنسبح بك فى عالم الخيال ، حتى ولو تلمست فى محراب الطبيعة الغرام والجمال !

والذى نقدمه لك فى هذا العدد ثقافة عامة فى علم الأشياء ، أو عناصر الطبيعة وطاقاتها ومصادر القوى فيها التى تهمك دراستها والوقوف على حقيقتها وحقيقة تأثيرها المباشر وغير المباشر علينا وعلى إنتاجنا فى بيئاتنا الخاصة . ويمكن أن يتخذ العدد كمطالعات علمية لا غنى عنها لطلاب المدارس الثانوية والتعليم المتوسط بكافة أنواعه .

والكتاب ينبه الأفراد والجماعات ويرشدهم إلى الطرق

العلمية الواجب اتباعها لغرض استغلال الطبيعة ، أو لمكافحتها ومغالبتها كلما لزم الأمر ؛ وخصوصاً للوصول بمدنهم وقراهم وكافة منشآتهم إلى أوج الكمال الجوى المنشود ، كل ذلك بوسائل أغلبها هو قبل كل شيء من وحى الطبيعة نفسها أو من صنعها ! ويبين الكتاب كذلك مصادر القوى الطبيعية المحلية والعامة ، وإمكانيات الاستفادة منها . كما يشرح طبيعة الأجواء اللازم توفيرها إما طبيعيًّا وإما صناعيًّا داخل المصانع والمكاتب والدواوين ونحوها حتى يبلغ إنتاجنا البشرى ذروته العليا ، وحتى تصبح قوى الطبيعة بفضل ما أوتينا من معرفة برداً علينا وسلاماً .

جمال الفندى

obeikandi.com

obeikandl.com

التفاعل بين الإنسان والطبيعة

فى أى موطن يمكن أن يتطرق الحديث عن محراب الطبيعة كما عرفناه إلى البحث والتنقيب فى مجالات عديدة فى هذا الموطن ، مثل طبيعة سطحه وما ادخرت فيه الطبيعة من طاقات ، وطبيعة أجوائه ورياحه وما أمدتها بها الطبيعة من قوى ، ثم ما يلج فيه وما يخرج منه من إشعاعات مختلفة الصفات والألوان . كل ذلك بالإضافة إلى دراسة ما ينبت فيه من نبات، وما يدب على سطحه أو ينتشر فى سمائه من كائنات . وليس من المنطق أن نتصور استقلال هذه المجالات بعضها عن بعض استقلالا يجعلها فى مرتبة عدم الارتباط أو عدم التفاعل المستمر . وإذا شئنا أن نطلق اسم البيئة الطبيعية على مجموعة العناصر التى تحدد لنا طبيعة الجو والسطح معاً فى أى موطن ، فإن كافة البحوث والنظريات العلمية إنما تقرر أن الكائنات الحية ، وعلى رأسها الإنسان بما أوتى من قوة وحيلة ، تتبع البيئة الطبيعية منذ القدم وتتكيف تبعاً لها وتأتمر بأوامرها إما مباشرة أو عن طريق غير مباشر . ومعنى ذلك أنه إذا كان للطبيعة من محراب تقدس فيه وتسرى أحكامها فى ظله فهو لا بد أن يعنى إلى حد كبير أحكام

البيئة الطبيعية ، أو تلك الصفات الكونية المستمدة من الوجود المادى والتى ميز بها كل موطن . ولا يقتصر سريان هذه الحقيقة وتطبيقها على الأحياء التى على اليابس فحسب ، بل نجدها قائمة أيضا فى المحيطات والبحار . فالمعروف أن البيئة الطبيعية لأى منطقة من البحر أو المحيط هى المحدد الأول لكائنات هذه المنطقة من حيث النوع والكم ، والأساس الفريد الذى يقوم عليه نظام التغذية فيها .

والإذ ان هو الذى يهمنا فى هذا الموضوع كله ، وهو يتصل فى حياته بالبيئة الطبيعية التى تحددها عناصر الوجود المادى ، أو صفاته المحلية ، التى تتوفر إما بالطبيعة فقط وإما من صنع الإنسان وتدبيره فى مجال معين وإما من صنع الطبيعة والإنسان معاً ، عن طريق وجوده المادى أو الجسمانى ، وهو فى تفاعل دائم معها . وفى الغالب كان ظهور الإنسان أول ما نشأ فى بيئة طبيعية خاصة ، ثم أخذ نسله ينتقل من مكان إلى آخر ، جرياً وراء الرزق ، أى لاعتبارات غذائية أو اقتصادية كما نسميها اليوم ، أو هرباً من غوائل الطبيعة وكوارثها كلما قست عليه ، أو تحت ضغط أخيه الإنسان وفراراً منه ، أو حتى فراراً من الحيوانات الضارية إلى غير ذلك من الأسباب .

وانتقاله هذا من مكان إلى آخر جعله يتكيف تدريجياً على مر العصور بالعوامل الطبيعية السائدة فى كل مكان جديد نزح إليه . ولم يصل هذا التكيف فى حالة الإنسان فقط ، الذى يمثل آخر مراحل التطور على الأرض ، إلى درجة التغيير الفعلى فى تشريح الجسم وتركيبه ، وإنما ظهر فى الألوان والسحن والطباع والعادات . . . وهكذا تأقلمت أغلب أجناس البشر وتحددت صفاتها على مر الأجيال والعصور . ولم تكن الطبيعة لتحرم الإنسان الأول من تلك المزايا إبقاء عليه وحفظاً له من الانقراض والتلاشى .

وأكبر عناصر الطبيعة تأثيراً على الإنسان بطريقة مباشرة درجة الحرارة ، ويظهر أثرها عليه أول ما يظهر فى لون بشرته ، ولهذا نجد أن أهم مزايا البشرة الداكنة الوقاية من الشمس وأشعتها المحرقة ، بينما الجلد الأبيض يلائم البرودة والاحتفاظ بما يتولد فى الجسم من حرارة ، أما الأسمر والأصفر والأحمر فهى ألوان متوسطة تلائم المناطق الصحراوية أو المتوسطة الحرارة . ولمثل هذه المزايا الطبيعية للألوان يرجع السبب المباشر لتنوع أجناس البشر واختلاف ألوانهم وسحنهم إلى تأثير درجة الحرارة وتباينها من موطن إلى آخر على سطح الأرض . فهناك فروق ظاهرة بين

أجناس البشر التى تجوس خلال ثلوج القطب وأهويته الباردة ، والشعوب البيضاء التى تستهدف لهبوب الرياح الغربية المعتدلة الممطرة ، والعرب السمر المنتشرين من حوض البحر المتوسط إلى صحارى الرياح التجارية الجافة الدافئة ، والأجناس السوداء المتغلغلة فى المناطق الاستوائية المطيرة الحارة .

ولقد جاء أغلب التقدم المادى عن طريق جهود الإنسان فى سبيل تذليل عقبات الطبيعة التى صادفته ، كحماية نفسه ومجتمعه والحصول على القوت . . . وابتدأت الحضارة عندما عرف الإنسان الزراعة ، لأن الزراعة اقتضت إقامته بمكان لا يتحول عنه ، والإقامة استدعت السكن بكوخ ، فنشأت صناعة البناء ، وصار استئناس بعض الحيوانات ، ثم سار ركب الحضارة وئيداً حتى عهد الصناعة .

ويظهر تأثير البيئة أيضا ، وخاصة درجة الحرارة ، واضحاً جليا فى طباع أجناس البشر وعاداتهم ، فالأجواء المتقلبة تدفع بأهلها إلى احترام القوة دون سواها ، والأجواء المعتدلة توفر النشاط الفكرى والبدنى ، أما المناخ الاستوائى الحار الرطب فيدعو إلى الخمول والتكاسل . ويعتبر بعض العلماء (لاعتبارات لا لزوم للتقيد بها) أن أصلح الأجواء للإنسان وأكثرها موافقة

له ، ليبلغ إنتاجه حده الأعلى ويرتفع مستوى فكره ونشاطه إلى الذروة القصوى ، ما تراوحت فيه درجة الحرارة بين ١٥ و ٢٥ درجة سنتجراد مع رطوبة متوسطة أو مرتفعة قليلا ، على أن تكون الرياح معتدلة والشمس ساطعة . ومثل هذا الجو هو المناخ المثالى الذى يبتهج له الإنسان بحق ، ويقل فيه تولد الجراثيم وتكاثرها ، ومن أمثلته جوشمال مصر العادى فى فصل الشتاء ، وجو زيلندة الجديدة ، وساحل كاليفورنيا ، وهو جو لا يتوفر فى أغلب بقاع الأرض ، ولهذا يحلم فريق من العلماء بإمكان توفيره فى بعض أرجاء الأرض باستخدام الطاقة الذرية !

وفى العادة لا ينجح المهاجرون فى هجرتهم ، ولا يستقر بهم المقام ويهنأ لهم العيش ، إلا إذا كانت هجرتهم إلى مناطق يشابه جوها جو الإقليم الذى نزحوا منه . فسكان إسبانيا مثلا ينجحون فى البرازيل والأرجنتين ، بينما يعانى الأوروبيون كثيراً من الإقامة فى أفريقيا . والرجل الأبيض عموماً لا يصلح لاستيطان المناطق الحارة ، وهو فيها لا يصبح كسولا بمضى الوقت فحسب ، بل ينخفض مستوى نشاطه فى أغلب الأحيان عن السكان الأصليين ، ويظهر على ذريته النقص العظيم فى العقل والتفكير ، وكثيراً ما يسرف فى الخمور .

ولم يبدأ الإنسان اهتمامه الفعلى بدراسة البيئة الطبيعية إلا فى القرن الثامن عشر ، إبان النهضة الزراعية فى أوربا ، فقد ظهرت حركة عامة كانت تهدف إلى الاهتمام بما كان يسمى (المحيط الطبيعى للناس) ، الذى تناول على الأخص تصميم القرى ، والاهتمام بما أسموه (الجو المحلى) ، فقد تميزت أجواء الأرياف بمزايا محلية خاصة أمكن استغلالها على أوسع مدى ، ثم أعقب ذلك تلك الطفرات الواسعة والخطى السريعة فى القرن التاسع عشر التى اتجهت إلى التصنيع ، فظهرت معها من المحيط الطبيعى سالف الذكر الأحياء الصناعية ، وظهر من الجو المحلى ضباب المصانع وضباب المدن . وأهم صفات هذا الضباب نقص كميات الإشعاع الشمسى فيه وزيادة تلوث الجو بالشوائب الصناعية المختلفة . وفى القرن العشرين ظهر الغبار الذرى ، وهو عظيم الأثر كبير الخطر على الأجواء والأحياء على السواء ولهذا يحسن أن يحاط الجو المحلى لأى وحدة ذرية بكثير من العناية .

وتنحصر النواحى التى ينادى فيها عندنا بمحاولة الاستفادة مما توفره الطبيعة من طاقات وما تدخره من قوى محلية ، والتى يطالب فيها بعدم تجاهل التفاعل المستمر مع الجو المحلى الذى

نرتبط به وبعناصره ارتباطاً وثيقاً فى :

١ ــ استغلال القوى الطبيعية مهما بدت قيمتها العملية قليلة ومحدودة فى هذا العصر ، مثل الإشعاع الشمسى والطاقة الهوائية ومساقط المياه .

٢ ــ ترسب الندى ، وإمكانيات المطر الصناعى أو عصر السحب العابرة ، تمهيداً لتعمير الصحارى أو الاستفادة منها قدر المستطاع .

٣ ــ تنظيم توزيع المصانع والأفران والوحدات الذرية تبعا لما يلائم من بيئات طبيعية .

٤ ــ حماية عمال المصانع والمناجم والمحاجر ونحوها من غبارها الصناعى أو من أى جو محلى غير مأمون العواقب من الوجهة الصحية .

٥ ــ حماية المدن والمنشآت والطرق من غوائل البيئة الصحراوية .

٦ ــ تخطيط المدن والقرى وتوجيه طرقها ومبانيها وتوزيع الميادين والحدائق فيها ، بطريقة جوية سليمة .

٧ ــ اختيار مواقع المصحات فى الأماكن الغنية بالأشعة

فوق البنفسجية ذات القيمة الخاصة فى علاج أمراض الصدر والبرد . وكذلك اختيار مواقع المشاتى ونحوها اختياراً جويا سليماً .

أخطاؤنا الجوية :

ومنذ القدم استعمر أجدادنا أرض الوطن ، واستغلوا الوادى فى الزراعة وإنشاء القرى والمدن ، إلا أننا فى هذا العصر أخذنا نحول الأراضى الزراعية وما جاورها من صحارى واسعة إلى أراضى بناء ، أو مصانع ، أو طرق مواصلات ، وذلك تحت ضغط ازدياد العمران واتساع الرقعة المسكونة . ولم تقم أغلب المدن والأحياء القديمة والقرى بما حوت من مساكن ومنشآت ومرافق شتى للحياة على أسس جوية سليمة . ولعدم الاهتمام هذا بالعوامل الطبيعية تأثيرات عديدة سيئة تظهر فى كثير من المجالات وخاصة الناحية الصحية . فمعدل الوفيات فى الأحياء الوطنية القديمة والأرياف عموماً قد يربو على أضعاف معدله فى مدينة حديثة تراعى فيها الأسس الجوية السليمة . وتنعكس حالات الصحة العامة على الإنتاج القومى ، وهذه مسألة هامة جدا قد تكون معروفة لدى الكثيرين ، إلا أنها ولا شك فى حكم المجهولات لعدم أخذها فى الاعتبار الأول .

وحتى عهد قريب كانت التطورات والمشاريع العمرانية تسير ببطء عظيم جدا ، وكانت أغلب البرامج الاجتماعية والإصلاحية والاقتصادية ، وما يتبعها من بناء وتعمير وإنشاء فى كل مدينة أو قرية ، توضع وتنفذ فى كل إقليم بطريقة أهله الخاصة ، أو بما هو سائد بينهم من تقاليد وعرف وما يتوفر لديهم من إمكانيات مادية وثقافية . . . أما اليوم فقد تطورت الأمور ، وظهرت التصميمات والمشاريع التى تقوم الدولة أو الشركات بتنفيذها أو الإشراف عليها إلى جانب نشاط الأفراد فعلى كل هؤلاء أن يتموا هذا التنفيذ أو الإشراف بطريقة جوية سليمة ، وعلينا نحن أن ننادى بذلك وأن نوجه الأنظار لهذه النواحى التى لم تعد بعد مجرد نظريات على الورق ، حتى يعم النفع ويزجى النجاح وتكتمل الفائدة ويتم الفلاح بتلافى الأخطاء الجوية القديمة .

وعندما يتم تعمير منطقة ما يتواجد فيها جوها المحلى الخاص ، فإنشاء الطرق أو الميادين أو الحدائق ، أو تعمير الصحارى ، أو إقامة المصانع المختلفة . . . كلها عمليات تتضمن تغييراً شاملاً فى عناصر الجو المحلى ، مثل شدة الرياح وكثافة الإشعاع الشمسى . وكميات الأتربة العالقة فى الجو وأنواعها ومعدلات

البخر ودرجات الحرارة والرطوبة .

ويجوز أن يتعرض الأفراد داخل المصانع ونحوها علاوة على ما ذكرنا لعوامل غير مألوفة ؛ مثل الفروق العظمى فى درجات الحرارة أو الضغوط العالية التى تستخدم محليا ، كما هو الحال فى الأعمال التى تجرى تحت الأنهر والأنفاق . . . وهناك أيضاً ضعف الإشعاع الشمسى المستمر داخل المعامل ، وشدة الضوضاء الصادرة من الآلات ، أو الأجواء المحلية الملوثة بالفيروسات . . . .

ومن أقرب الأمثلة للإصلاح الجوى السليم ما حدث فى مدينة القاهرة بإنشاء طريق الكورنيش الذى يمتد على طول ضفاف النيل . إن هواء هذا الطريق ولا شك له ميزات رائعة لمسها ببساطة كل من سار فيه فى أى ساعة من ساعات النهار . لهذا الشارع العريض الذى يجرى مع النيل جوه المحلى الخاص الذى يتصف بانخفاض درجة الحرارة عن وسط المدينة بما لا يقل وعن خمس درجات أثناء الظهيرة ؛ ثم بهواء عليل بليل حر طليق نسبيا . إن طريق الكورنيش ولا شك قد خفف على مرتاديه بعض ما يعانون من حر الصيف ؛ وهو أيضاً عامل من عوامل رفع المستوى الصحى .

وإن الأخطاء الجوية التى ارتكبت فى إنشاء أغلب أجزاء القاهرة مثلا كانت ولا تزال هى السبب الرئيسى فى الشعور بعدم الراحة فيها وانتشار الأهوية الكريهة فى بعض أرجائها من آن لآخر ، ثم كثرة الجهد والتخبط فى طرق التبريد والتنظيف والتهوية فى الصيف وفى عمليات التدفئة والتنقية فى الشتاء . والمعروف أن لكل مدينة كبيرة أجواؤها المحلية الخاصة وكتلها الهوائية المميزة باتجاهاتها ودرجات شفافيتها وحراراتها ورطوبتها .. وأن أى محاولة لتغيير طبيعة الجو المحلى لأى موطن لا يمكن أن تكلل بالنجاح إلا بدراسة طبيعة سطحه وسطح المناطق المتاخمة ، وتحديد مدى تأثيرها على هذا الموطن ، مثل المرتفعات والوديان والأسطح المائية والصحاري المجاورة والمزارع والمصانع ونحوها . وحتى وسائل المواصلات وشبكتها وطبيعة ما ترصف به الأرض كلها عوامل لها تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة على الجو المحلى .

أما القرى المصرية فكلها أخطاء جوية ولا شك ، وليس أدل على ذلك من مستواها الصحى المنخفض ، وسرعة انتشار الأوبئة والحرائق فيها إذا بدأت ، ثم وفرة انبعاث الأهوية الكريهة فى دورها وطرقاتها .

ماذا تفعل بعض الحشرات والحيوانات :

تظهر بعض الكائنات مهارة فائقة فى تصميم مساكنها وتخير مواقعها بما يلائمها ويلائم حياتها وحياة صغارها وتخزين أقواتها . . . فالنمل يبنى بيوتاً تتوفر داخلها الحرارة والرطوبة ، وهو يستخدم فى سبيل ذلك مادة بناء من الطين الردىء التوصيل للحرارة ، كما يتخير الموقع بحيث لا تغمره مياه المطر أو الفيضان ، كأن يكون مثلا على منحدرات كثبان الرمل أو التراب . وتحمى جماعات النمل الأبيض نفسها وصغارها من الإشعاع الشمسى الوفير فى المناطق الحارة الجافة بأن تبنى لها حجرات أرضية تتجه من الشمال إلى الجنوب على طول طرقاتها . وتعتبر هذه الحجرات بمثابة الحصون المنيعة ضد البخر الشديد أثناء قيظ الصيف عندما يكاد يكون مسار الشمس الظاهرى من الشرق إلى الغرب .

وفى بلاد الشمال الباردة ، وبإحدى جزر بحر الشمال ، تشيد الأرانب البرية بيوتاً لها تطل أبوابها على منحدرات الكثبان وعلى ارتفاعات مناسبة من سطح الأرض بحيث لا تلجها مياه الأمطار المتجمعة ، كما أنها تحمى مداخل تلك الأبواب

بمجموعات من القش وأغصان الشجر فلا تسهل ملاحظتها . وتتجه فتحات المداخل والأبواب إلى الجنوب ، وذلك بطبيعة الحال لتتلقى أكبر قسط من إشعاع الشمس المباشر فى تلك الأرجاء ، حتى يتوفر الدفء وسط ذلك الزمهرير ، وكذلك لكى لا تنساب إليها الرياح الشمالية الشديدة البرودة . وأعجب من هذا كله فى هذا الباب تلك الأكوام البارزة التى تقيمها هذه الأرانب إلى جهة الغرب من مداخل بيوتها لتحميها من عواصف المطر التى تقبل كلها تقريبا من جهة الغرب هناك ! وكأن تلك الأرانب تعرف الشىء الكثير عن البيئة وأحكامها !

أهم العناصر المحددة للبيئة الطبيعية :

لتعيين طبيعة الهواء فى موطن ما ، أو لاختباره اختباراً علميا دقيقاً يمكننا من تحديد مدى تأثيره على الأحياء ، أو مدى صلاحيته لغرض معين ، كإقامة المخازن ، أو المراصد الفلكية ، أو المصحات ، أو مصانع النسيج . . . وكذلك لإمكان مقارنة طبيعته بالنسبة للأهوية التى فى أمكنة أخرى ، تعمل عدة قياسات ، أو رصدات معينة باستخدام أجهزة خاصة ، كما قد يتم الرصد الجوى بمجرد التقدير الشخصى

لبعض الظواهر ، مثل كميات السحب ؛ وأساس هذه التقديرات الخبرة والمران . وكل ما يمكن أن نقيسه أو نقدره لهذا الغرض يسمى عنصراً ، وأهم العناصر المحددة للبيئة الطبيعية هى :

١ — درجة الحرارة — للهواء والتربة والماء .

٢ — درجة رطوبة الهواء .

٣ — الرياح من حيث شدتها واتجاهها — ومن ثم تحديد الرياح السائدة .

٤ — شدة الإشعاع الشمسى ، ومدة سطوع الشمس .

٥ — كميات السحب العابرة .

٦ — مقادير الهطول وأنواعها من مطر وثلج وبرد .

٧ — الصقيع — وهو الذى يتلف المحاصيل الزراعية .

٨ — ترسب الندى

٩ — الغبار الجوى .

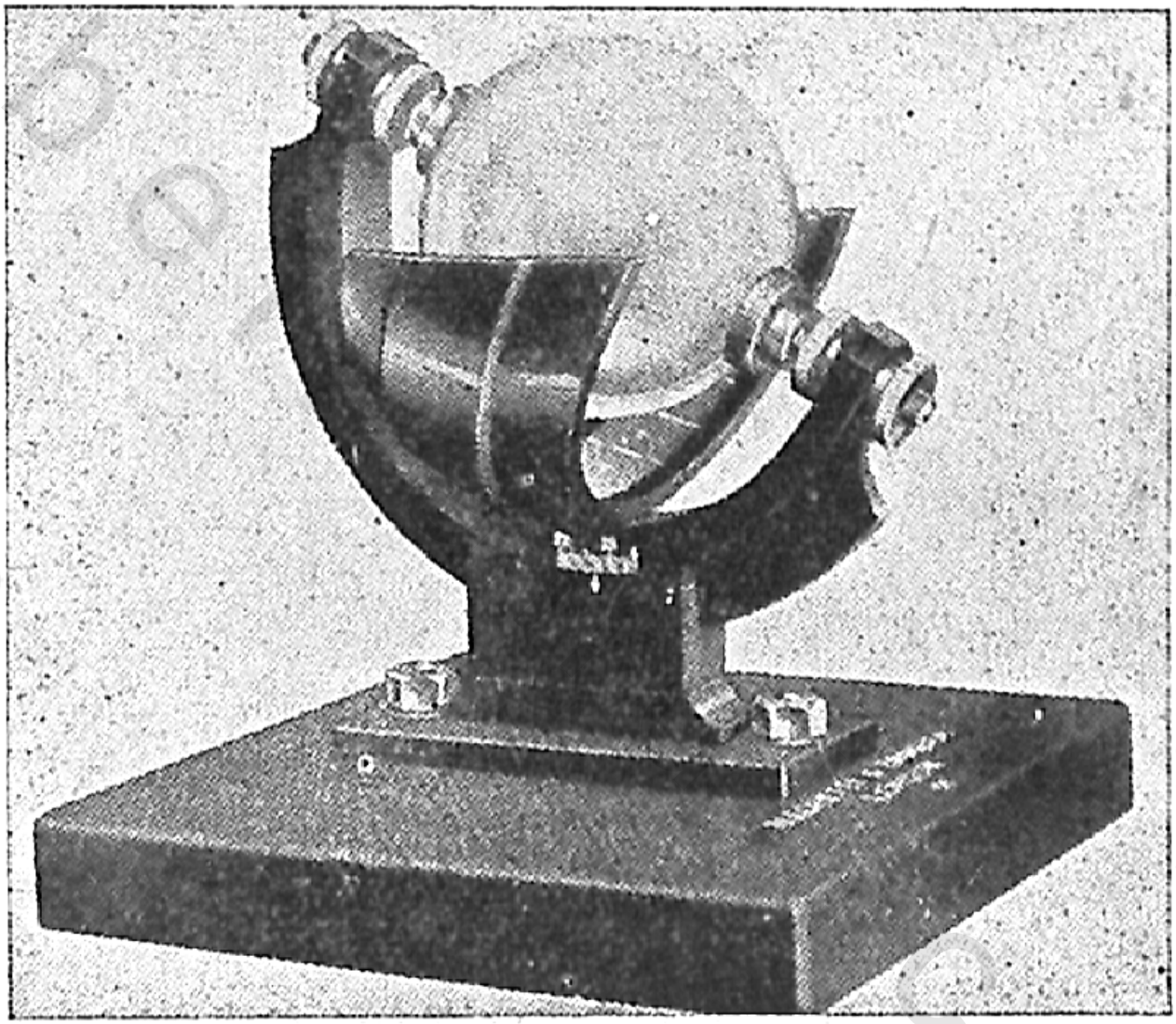
ولكل من هذه العناصر أهميته الخاصة وتأثيراته الملحوظة على كل من عالمى النبات والحيوان . وتتغير قيمة كل عنصر تغيراً كبيراً أثناء اليوم ، ولأغلبها ما يعرف باسم (الدورة اليومية) ، ولهذا لا يكتفى بأخذ رصدة واحدة لكل عنصر فى أى موطن

طوال اليوم ؛ بل تؤخذ عدة رصدات فى ساعات معينة من اليوم الواحد ؛ كما ترصد النهايات العظمى والصغرى لهذه العناصر ، وقد يتم تسجيلها كلها أو بعضها على خرائط خاصة لدراسة وتحديد مدى التذبذب أو التغير فيها من ساعة إلى أخرى ومن ثم رسم منحنيات التغير اليومى . وكذلك تحسب متوسطات هذه العناصر لكل شهر ولكل موسم ثم خلال العام باستخدام كافة الرصدات التى يتم أخذها . ويبين شكل (١) نوعاً من أجهزة الرصد المستخدمة فى تعيين مدة سطوع الشمس على سبيل المثال . أما شكل (٢) فيعطى جانباً من الأجهزة التى يمكن أن يستخدمها الأفراد ، وهى :

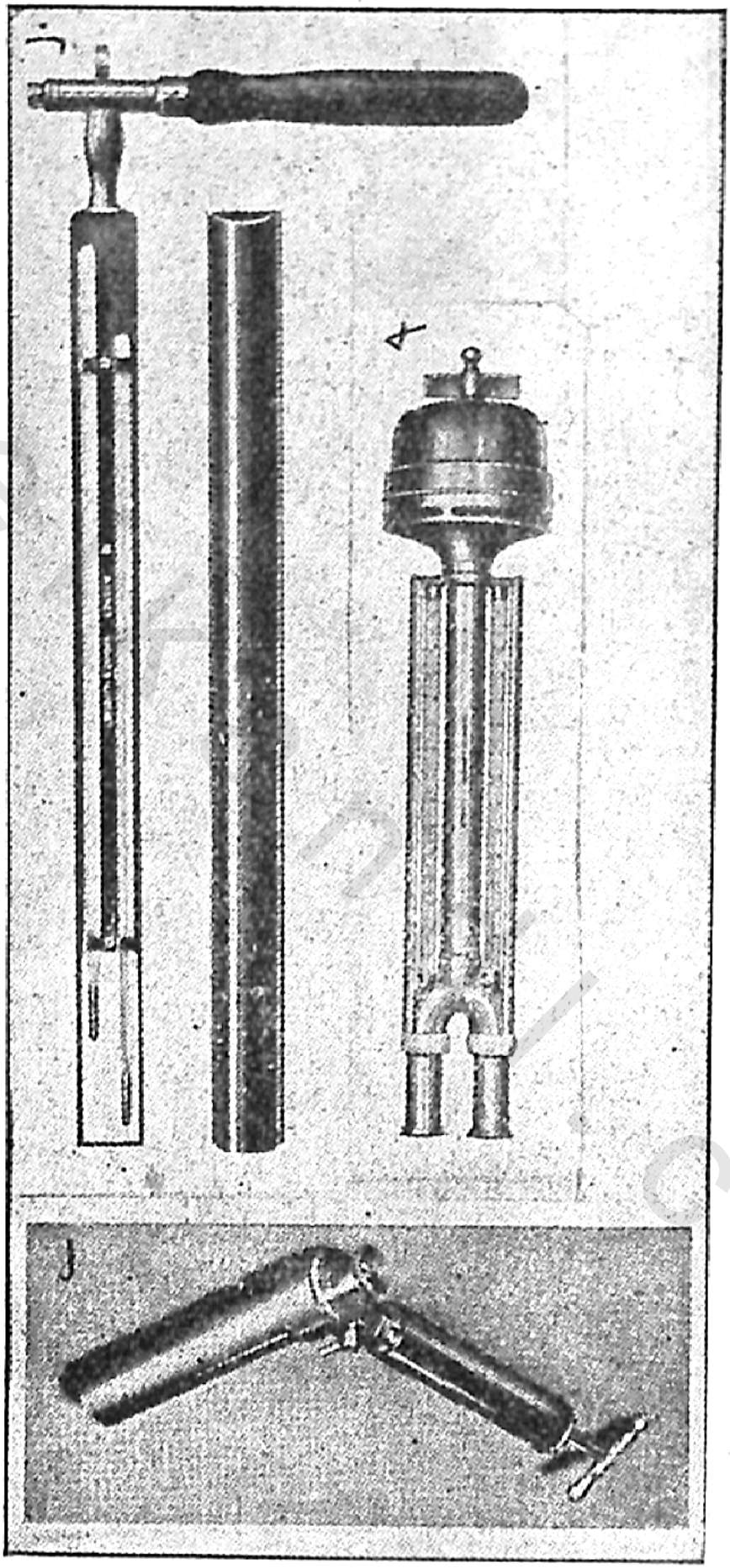
شكل (٢) ا = عداد الغبار الجوى لأوين . وهو الذى يمكن بواسطته تعيين كثافة الغبار العالق فى الهواء ، أو عدد حبيباته أو ذراته الموجودة فى كل سنتيمتر مكعب من الهواء ، وكذلك يمكن تحديد حجومها المختلفة .

(٢) ب = مقياس الحرارة والرطوبة اللفاف . وهو نوع شائع الاستعمال فى القياسات الدقيقة السريعة داخل المصانع والمخازن والمبانى والكهوف ونحوها . . .

(٢) حـ = السيكرومتر وسيأتى شرحه لأهميته .



شكل (١) مسجل سطوع الشمس



شكل (٢) جانب من أجهزة الرصد

درجة حرارة الهواء :

هذه كما قلنا من أهم العناصر المحددة لقيام العمران والمؤثرة على ازدهاره ، كما تتحكم فى توزيع الأحياء فى العالم . وهناك بقاع واسعة من الأرض تكون أجزاؤها متجانسة تقريباً ودرجات الحرارة بين أرجائها متقاربة ، مثل حوض البحر المتوسط ، ومثل سيبيريا ، ومثل الصحراء الكبرى ، مما يوفر لكل منها طبيعة معينة . وتكتسب حرارة الهواء فى كل من هذه البقاع من حرارة قشرة الأرض ، ويتحكم فيها مقدار الإشعاع الوارد من الشمس وجزئيات الماء وذرات الغبار العالق فى الجو فى أى صورة من الصور .

وعلى نطاق أضيق ، كما هو الحال فى المدن الكبرى مثلا ، تكتسب الحرارة أيضاً من كافة عمليات الاحتراق فيها ، وسائر أوجه النشاط الميكانيكى ، ثم من تراكم الإشعاع الشمسى داخل المدينة أثناء النهار . وليس المهم فى مثل هذه الحالة هو مجرد حساب متوسطات درجة الحرارة خلال العام أو أثناء اليوم ، ولكن من المفيد حقاً تحديد النهايات العظمى والصغرى لدرجات الحرارة ، ومدى افتراقها عن بعضها فى اليوم والشهر فى أجزاء

المدينة المختلفة . . . ، لما يترتب على ذلك من آثار مباشرة على حياة الإنسان والحيوان وسائر الأحياء وعلى نشاطها وتكاثرها .

وتخضع درجة الحرارة داخل المدن لعدة عوامل منها : احتباس هوائها وضعف عوامل التبريد الطبيعى فيها ، وتبعاً لما يحتويه جوها المحلى من غبار وأتربة ودخان وغازات عالقة . . ، فإن هذه الشوائب تغير من طبيعة التبادل الحرارى فى طبقات الجو السطحية وتحد من تبريدها أثناء الليل ؛ ولهذا نجد أن درجات الحرارة داخل المدن تكون فى ليالى الشتاء أعلى من درجات الحرارة فى أطرافها ، أو فى القرى المجاورة . أما فى الصيف فإن درجة الحرارة ترتفع أثناء النهار داخل المدن الكبيرة عن أطرافها بما لا يقل عن خمس درجات ، وهذه الظاهرة تكوّن أهم مساوئ المدن الكبرى ، إلا أن الميادين المتسعة والحدائق والنافورات المائية والطرق الطويلة المتسعة التى تتجه مع مسالك الهواء السائد والتى تغرس الأشجار على جوانبها ، ولون الجدران الخارجية للمنازل المناسب جويا . . . كل هذه عوامل تمكن من تقليل حر المدن وترفع من المستوى الصحى فيها .

وفى بعض الحالات يسبب ارتفاع درجة الحرارة داخل المدن صعود الهواء على هيئة تيار حمل شديد ، ومن ثم هبوب

تيارات محلية من حولها عندما يميل ميزان النهار ، وتقبل هذه التيارات من الجهات الطليقة ، مثل التى لا تكتنفها المرتفعات ، وكثيراً ما يسبب ذلك تلبد سماء المدينة بالسحب الممطرة ، وقد تمطر السماء فعلا ولو فى صورة رذاذ !

درجة الرطوبة :

هذه أيضاً من العناصر التى تؤثر تأثيراً مباشراً على الجسم وشعوره بوطأة الحر . وتزداد رطوبة الجو فى إقليم مصر فى نفس الموسم الذى تزداد فيه درجة الحرارة ، أى خلال الصيف ، وخصوصاً فى شهرى يوليو وأغسطس ، وهو أيضاً موسم الفيضان . ويظهر تأثير الحرارة والرطوبة معاً على الأجسام أول ما يظهر فى ذلك الطفح الجلدى الذى يعرف باسم (حمو النيل) ، وتزداد الوطأة بحلول (زمتة النيل) ، وهى فترة غير قصيرة تسود فيها حالات السكون أو رياح خفيفة مع جو حار رطب مقبض مثير للأعصاب فى أواخر الصيف . وتعزى زيادة الرطوبة فى هذه الشهور علميا إلى بعض التغيرات الأساسية فى طبيعة كتل الهواء التى تنساب إلى شمال الوادى حين يقتصر انتشار أبخرة المياه على طبقات الجو السطحية ، إلى علو نحو كيلومتر واحد

على الأكثر ، بسبب تواجد أهوية ساخنة على هذا العلو .. والعلة فى تسخين هذا الهواء تساقطه أو هبوطه من طبقات أعلى منخفضة الضغط نسبيا ، فالمعروف أن الهواء إذا زاد الضغط الواقع عليه لسبب من الأسباب (مثل هبوطه إلى طبقات سفلى مرتفعة الضغط) ترتفع درجة حرارته من تلقاء نفسها ، والعكس بالعكس . وتصبح هذه الطبقة الساخنة بمثابة الغطاء أو الحاجز الذى يحول دون تسرب أبخرة المياه خلالها وصعودها من الهواء السطحى المعرض لمزيد من عمليات البخر المستمرة من الأسطح المائية الملامسة لها . ولهذا تتراكم الرطوبة وتزداد فى الجو السفلى ، وتتعدد فيه حالات ظهور السحب المنخفضة فى الصباح الباكر وأثناء الليل . وقد تهبط قواعد هذه السحب عند شروق الشمس فتصل إلى سطح الأرض فى كثير من بقاع الدلتا ومصر الوسطى وتصبح خطراً على الطيران .

وهناك رأى علمى جديد ضمن دراسات المؤلف فحواه أن اختلاط ماء النيل وطميه أو غرينه بكميات وفيرة مع ماء البحر أثناء وفاء النيل يصحبه نشاط ملموس فى عمليات البخر من شرق البحر المتوسط ، ومن ثم ارتفاع درجات الرطوبة فى الجمهورية العربية كلها وخاصة منطقة الدلتا وما جاورها ،

وتقل هذه الظاهرة بالبعد عن فرعى النيل وخاصة نحو الغرب ، وهكذا نجد أن وفاء النيل هو السبب المباشر فى (زمتة النيل) !

ولقياس رطوبة الجو بطريقة عملية مريحة يستعمل إما المقياس اللفاف — شكل (٢) ب — أو السيكرومتر — شكل (٢) حـ — . والمقياس اللفاف عبارة عن ترمومترين أحدهما جاف والآخر يبلل خزانه* ، مثبتان على عارضة من الخشب أو المعدن الرقيق ، تلف بسهولة حول محور مثبت فى مقبض يمسكه الراصد بيده ويعطيه أو يكسبه حركة دورانية من شأنها تسهيل مرور الهواء بوفرة حول خزانى الترمومترين ومن ثم تأثرهما بعناصره . وبعد برهة يقرأ الترمومتران ، وقد يوجد فى بعض منها بطاريات جافة داخل المقبض تغذى مصباحاً كهربيًّا صغيراً يضىء ساقى الترمومترين عند القراءة فى الظلام أو داخل الكهوف ونحوها . أما فى السيكرومتر فإن الترمومترين يركبان فى جسم من المعدن ، ويوجد بينهما أسطوانة معدنية تنتهى من أسفل بشكل قنطرة ينفذ من طرفيها الترمومتران . وفى أعلى الأسطوانة توجد مروحة صغيرة تدار بمحرك كهربى صغير أو بزنبرك

---

* يلفه بقطعة من الشاش تغمس فى الماء قبل الاستعمال ، أو يتصل طرفها الآخر بخزان للماء .

يملأ باليد ليسحب الهواء بسرعة ثابتة أو معدل خاص من أسفل إلى أعلى لتجديد الهواء باستمرار وتشهيل مروره على خزانى الترمومترين . وعند استعماله تدار المروحة فترة من الزمن ثم تؤخذ القراءتان ، ومنهما يمكن استخراج الرطوبة النسبية من جداول خاصة محسوبة لرياح سرعتها ١٥ كيلومترا فى الساعة . ولشدة حساسية هذا الجهاز يلزم ملاحظة أبعاده عن جسم الإنسان ما أمكن .

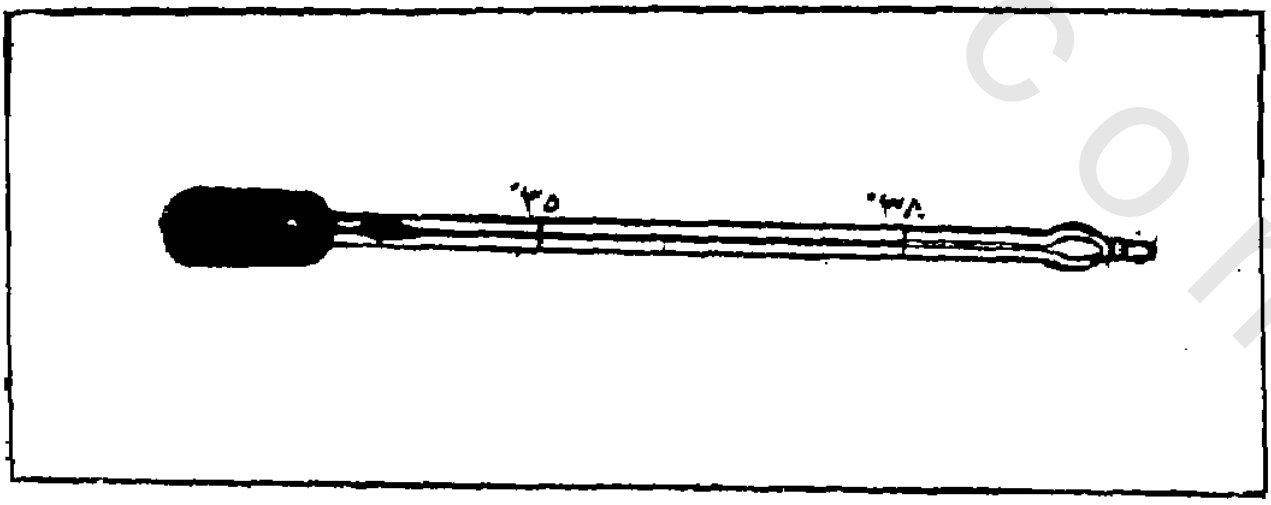
ويبلغ الإنتاج البشرى فى أى بيئة أقصى معدلاته عندما تتساوى كميات الحرارة المتولدة داخل الجسم مع الحرارة التى تفقد عند سطحه الخارجى بطرق التبريد المختلفة ، مثل توصيل البرودة من الجو إلى سطح الجسم مباشرة بالملامسة ، ومثل حمل الحرارة الزائدة مع الدورة الدموية من داخل الجسم إلى خارجه حيث يتم تسربها إلى الجو ، ومثل التبريد بإفراز العرق وتبخيره ، وتتضمن هذه العملية فقد كميات وفيرة من حرارة الجسم فى البيئات الحارة غير الرطبة ، أما فى البيئات الرطبة فإن رطوبة الجو تحول دون تبخر العرق . والمعروف أنه إذا توفرت الرطوبة والحرارة معاً فإن درجة حرارة الجسم ترتفع رغم إفراز العرق وتعلو حثيثاً فوق ٣٧ درجة سنتجراد ، وعندها يهبط

اندفاع الدم تدريجيا ، وتزداد ضربات القلب الذى يعانى مجهوداً شاقًّا ، حتى إذا ما وصلت درجة الحرارة حدود ٤٢ درجة سنتجراد يصاب الإنسان بضربة الشمس ولو لم يتعرض للإشعاع الشمسى المباشر ؛ فيقل إفراز العرق فجأة ويتعرض الجسم للموت .

وفى حالات الجو العادية ، وبين شعوب الشرق العربى ، يشعر الجسم العارى تقريباً بالراحة التامة فى درجات من الرطوبة النسبية متوسطها ٥٠ ٪ تقريباً إذا كانت درجة حرارة الجو ٣٠ درجة سنتجراد حيث تصل متوسطات درجة حرارة الجلد إلى نحو ٣٣,٥ درجة سنتجراد ، بينما تشعر الأجسام المغطاة بالملابس العادية بالراحة إذا ظلت درجة الحرارة تتفاوت بين ٢٧ ونحو ٢٨ درجة سنتجراد ، حيث تصل متوسطات درجة حرارة الجلد إلى نحو ٣٣ درجة سنتجراد . وكلما زادت درجة رطوبة الهواء فوق ٥٠ ٪ كلما قل الشعور بعدم الراحة ، خصوصاً إذا وصلت الرطوبة إلى ٨٥ ٪ حتى فى الأجواء الباردة . وليس معنى ذلك أن الجو الجاف باستمرار أحسن حالاً ، فإن الفترات القصيرة من الجو الجاف تنشط الإنسان ، إلا أن دوام التعرض للأجواء الجافة يجلب الصداع ويقلل من القدرة على العمل أيضاً .

ومن العناصر التى تساعد على تبريد وتبخير العرق ازدياد سرعة الرياح. فالرياح من عوامل التبريد ولاشك. وفى العادة لا يتم الشعور بالراحة فى المناطق الاستوائية لركود الهواء ، كما أنه فى حالات الزمهرير فى البيئات الباردة التى يتدثر فيها الإنسان بالأغطية السميكة وبالفراء (مثل سيبيريا) تحول هذه الأغطية دون استمرار تبخر العرق ، ومرة أخرى يقل انتعاش الأبدان ويصحب ذلك غالباً ضعف الإنتاج وازدياد الخمول ، إلا إذا عولج هذا الأمر بطريقة من الطرق .

ومجمل البحث : تتوقف قوة تبريد الهواء للأجسام على درجة حرارته ورطوبته وسرعة تحركه . ويمكن قياس سرعة التبريد هذه بترمومتر معين اسمه (ترمومتر كاتا) — شكل (٣) — ، وهو مقياس زئبقى للحرارة مدرج من ٣٥ إلى ٣٨ درجة سنتجراد ،



شكل (٣) ترمومتر كاتا

وعند استعماله يغمر فى ماء ساخن حتى يقرأ ٣٨ درجة ، ثم يخرج من الماء ويعرض مباشرة للجو فيبرد خزان الترمومتر بتبخير المياه العالقة عليه ويهبط الزئبق تدريجيا ، ثم يعين الزمن الذى يستغرق فى هبوط الزئبق حتى يصل إلى درجة ٣٥ سنتجراد . ويتناسب هذا الزمن عكسيا مع قوة تبريد الهواء . فإذا قسم معامل خاص بالجهاز عليه يمكن أن نحصل على قوة تبريد الهواء فى أى بيئة ، مقدرة بالسعر فى الثانية لكل سنتيمتر مربع من السطح المعرض فى مختلف حالات الجو . وتبعاً لقوة التبريد هذه تقسم الأجواء إلى :

١ — حار مقبض وغير محتمل .

٢ — يبعث على الخمول والفتور ولا بد من زيادة التبريد بطرق صناعية .

٣ — عادى .

٤ — منعش .

٥ — بارد ومنشط .

٦ — بارد ولا يحتمل .

ومن الضرورى أن تزيد قوة التبريد فى المصانع على ١٠,٠ ، وفى المكاتب على ١٥,٠ ، وإلا كان من اللازم استخدام

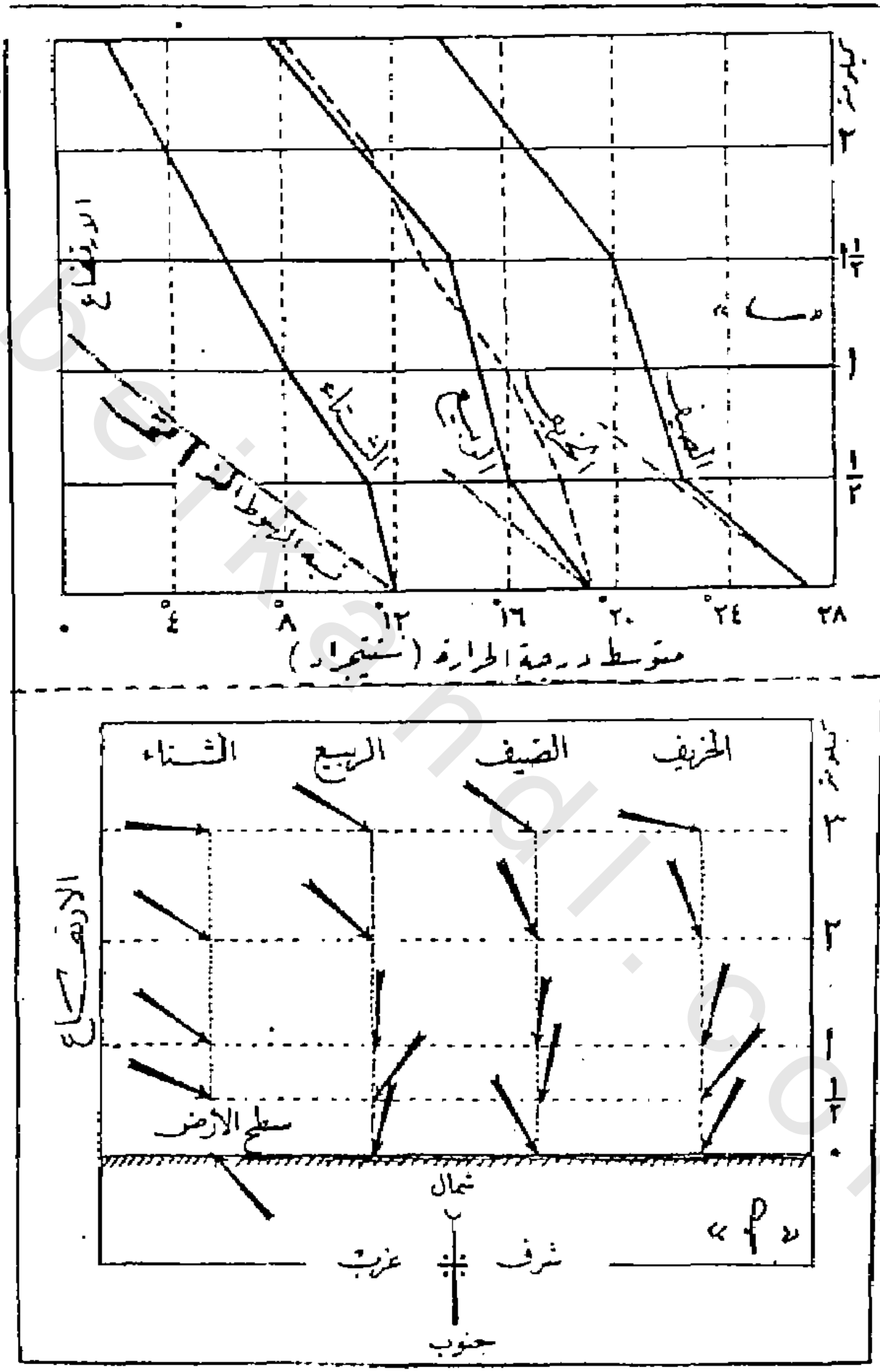
المراوح كوسيلة من وسائل التبريد فى الصيف ، وهى بذلك لا تعتبر من الكماليات كما قد يتطرق إلى الأذهان وإنما من الضروريات .

الرياح :

ومعناها الهواء المتحرك ، ورغم أن الرياح قد تهب من أى اتجاه إلا أن لها عادة اتجاهات معينة يغلب هبوبها منها فى أى بيئة ، هى الرياح السائدة فيها ، وقد تختلف اتجاهاتها باختلاف الموسم . ويعطى شكل (٤) ا رياح مصر ، وشكل (٤) ب درجات الحرارة التى تسود فى كل موسم عند السطح وعلى ارتفاعات مختلفة . ويلاحظ أن الرياح السائدة بحرية تقبل من بين شرق الشمال وغربه ، إلا أنه توجد حالات خاصة ينعكس فيها اتجاه الهواء ، أهمها رياح الخماسين تلك الرياح الساخنة الجافة التى تقبل من الجنوب الشرقى أو الجنوب أو حتى الجنوب الغربى أحياناً ، ويتكرر هبوبها بتولد أو غزو الانخفاضات العرضية لمصر خلال الفترة الممتدة من أواخر الشتاء إلى أوائل الصيف ، وهى قد تنشط وتثير الرمال وتملأ بها الفضاء فتنفذ إلى العيون ومسالك التنفس وتتراكم فى كل مكان ، ولا يصفو

الجو منها إلا بدخول الهواء البارد نسبيا من مناطق البحر المتوسط أو من الغرب. ويعقب تلاشيها ظهور حالة جديدة من الخماسين إن عاجلا أو آجلا . وهكذا تغزو البلاد موجات من الحر والبرد تجعل أهم ميزات فصل الربيع فى مصر تلك التقلبات الجوية السريعة التى تقلل من مقاومة الأجسام ، وخاصة عند الضعفاء والأطفال . فتنتشر الأنفلونزا وأمراض الأنف والحنجرة والعيون .. ويساعد على ذلك ما تحمله رياح الخماسين فى الأصل من كائنات مكروسكوبية وجراثيم متنوعة تجمعها من بيئاتها الحارة . وقد تدفع هذه التيارات معها أيضاً بعض الحشرات وآفات الزراعة ، مثل الجراد الذى ينساق معها انسياقاً من أقصى الجنوب ومناطق البحر الأحمر .

وعادة يحمل موسم الحرائق فى قرى مصر باقتراب الربيع وظهور حالات الخماسين ، وذلك بسبب التغيرات الفجائية العظمى التى تحدث فى اتجاه الرياح وسرعتها عند دخول الهواء البارد ، فقد تصل سرعة الرياح إلى ٧٥ كيلومترا فى الساعة . وفى بعض حالات الخماسين المصحوبة بعواصف الرمال أثناء النهار يسود جو مكفهر غير مألوف ، إذ قد يحمر الأفق ويبدو كأتون يخيم معه الظلام ، كما حدث فى القاهرة فى ١٠ مارس



شكل (٤) بعض العناصر الطبيعية فى مصر

عام ١٩٤٦ . وفى الإسكندرية فى فبراير عام ١٩٥٥ . ويلعب تشتت الضوء وامتصاصه خلال طبقات الهواء المترب دوراً هاما فى هذه الظواهر الضوئية . كما أن الرمال قد تكون محملة بشحنات كهربية يصحبها تفريغات خافتة تعوق أعمال اللاسلكى .

وقد يسبب هبوب الرياح الشديدة اقتلاع النباتات النامية ، مثل الذرة والقمح والموز عقب الرى مباشرة ، وتزداد الخسائر فى مزارع الموز ، ومن الواجب الامتناع عن الرى أثناء هبوب الرياح الشديدة أو عند التنبؤ بها . وكذلك قد تسبب شدة الرياح بعض الخسائر فى المبانى والمنشآت بسبب الضغط الذى تحدثه عليها . وإذا كانت أقصى سرعة للرياح هى ٧٥ كيلومترا فى الساعة الواحدة فإن الضغط الناجم عنها على حاجز متعارض (المحسوب تبعاً لمعادلة ستانتون) يصل إلى نحو ٣٣ كيلوجراما على المتر المربع الواحد وبالإضافة إلى هذا الضغط الذى يتعرض له الحاجز أو الجدار المواجه للرياح مباشرة يوجد ضغط مماثل فى الناحية المضادة نتيجة التفريغ الذى يحدث إذا كان الحاجز معرضاً تعريضاً مباشراً للجو ، ولهذا يتضاعف أثر ضغط الرياح على المجموعة فيصل إلى ٦٦ كيلوجراماً لكل متر مربع ، وقد يقفز هذا الرقم إلى ١٠٠ كيلوجراماً للمتر المربع فى الحالات العنيفة ، مثل

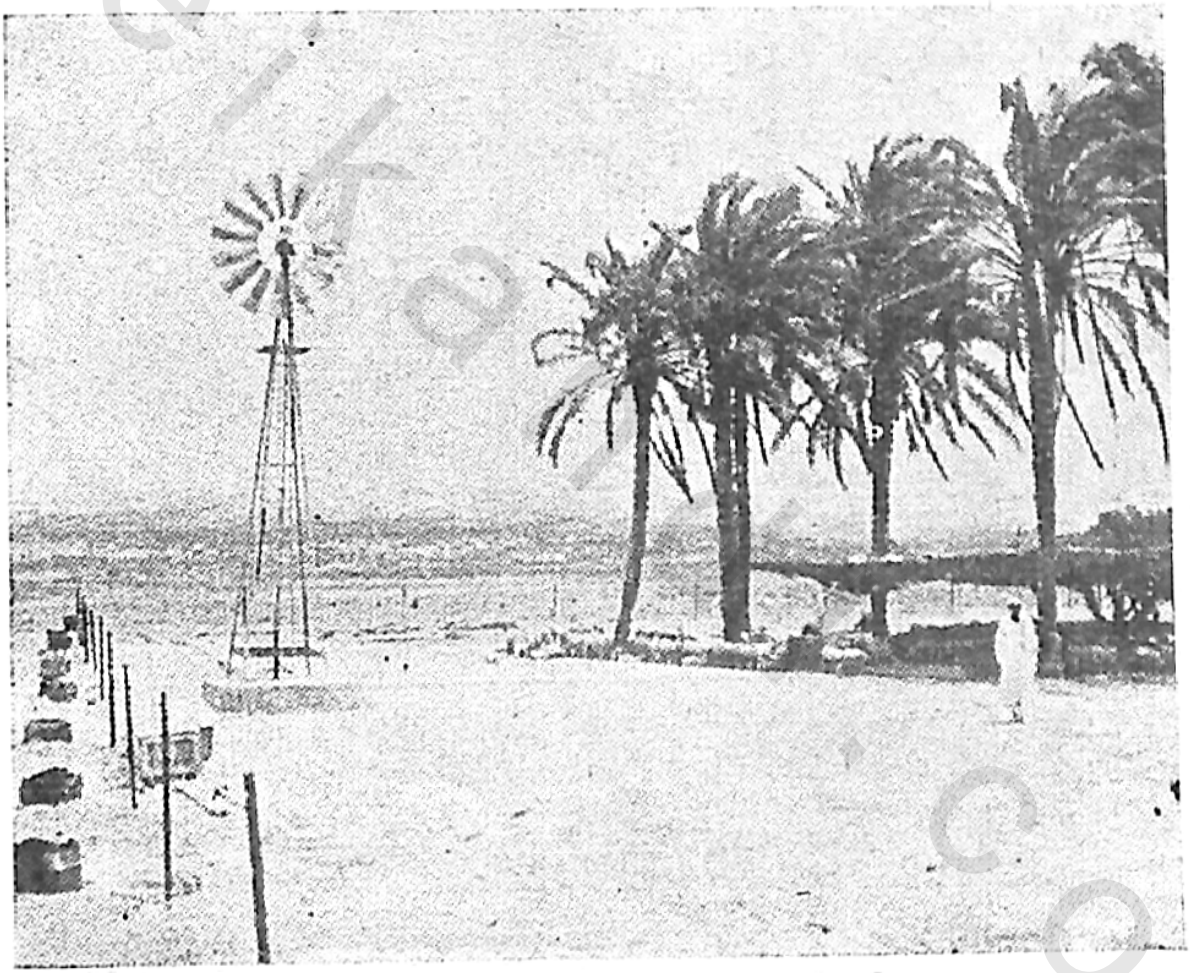
الأنواء . وهى التى يسميها العامة (النوات) ، وقد بينها الأقدمون بالملاحظة والتتبع فى شمال مصر على النحو المبين فى الجدول :

اسم النواة	صفتها	اتجاهها	ميعادها	فترتها بالأيام
المكنسة	عواصف ومطر	غربية	٢٦ نوفمبر	٣
قاسم	عواصف شديدة	جنوبية غربية	٦ ديسمبر	٧
الفيضة الصغيرة	عواصف	» »	٢٠ ديسمبر	٢
الفيضة الكبيرة	عواصف شديدة	» »	١٩ يناير	٥
الشمس الصغيرة	أمطار	شمالية غربية	١٨ فبراير	٥
الحسوم	عواصف ومطر	جنوبية غربية	١٠ مارس	٧
الشمس الكبيرة	رياح شديدة	شرقية	٢٠ مارس	٢
العوا	عواصف باردة	شرقية	٢٥ مارس	٦
الخماسين	عواصف حارة	جنوبية شرقية	٢٩ أبريل	٦

استغلال الطاقة الهوائية :

فى أغلب البيئات الصحراوية أو المناطق البعيدة عن مصادر القوى المحركة والوقود ، وحيثما تتوفر المياه الجوفية العذبة ، يمكن رفع الماء لأعمال الرى أو الرعى باستخدام الطاقة الهوائية . وتتلخص الطريقة المثلى لإنجاز ذلك فى إدارة طواحين الهواء — شكل (٥) — بواسطة الرياح ، ومن ثم توليد طاقة ميكانيكية أو طاقة كهربية تكفى لرفع كميات المياه المطلوبة . ويختلف

تصميم أغلب هذه الطواحين تبعاً لمتوسط سرعة الرياح السائدة ، ولكل مدى سرعة معين تقدير خاص بالمراوح ليصل الإنتاج أقصى قيمة له ، وعلى ذلك فإن أرصاد الرياح فى هذه البيئات من الأهمية بمكان .



شكل (٥) طاحونة الهواء

(بإذن من المهندس موسى صادق بمعهد الصحراء)

ماركة إيروموتر مركبة على بئر بمشتل رأس الحكمة ارتفاع البرج ٧ أمتار ، قطر المروحة ٨ أقدام ، تصرف نحو $\frac{3}{4}$ متراً مكعباً فى الساعة

والمفهوم أن متوسط القوة اللازمة لرفع المياه بمقادير يمكن أن يستفاد منها فى الزراعة لا تقل عن نحو (٥ حصان) ، ولهذا لا تصلح جميع البيئات الطبيعية لاستخدام الطواحين الهوائية ، وقد نجح استخدامها فى الساحل الشمالى وفى الواحات ، ويجرى بحث إمكان استخدامها على نطاق أوسع فى بقاع كثيرة لنفس الغرض . ويمكن أن تبنى أحواض خاصة تملأ بالماء كلما توفرت الطاقة الكافية ، وتستخدم هذه المياه فى حالات ركود الريح .

الصقيع :

وهو أخطر ظاهرة جوية تصحب انخفاض درجة الحرارة فى ليالى الشتاء الباردة ، ومعناه جليد يترسب على الأجسام قرب سطح الأرض ، ويتركز خطره فى أى بلد زراعى كمصر فى إتلاف المحاصيل ، إذ أنه يتسبب فى قتل النبات ، إما بتغيير خصائص المادة الحية فيه أو بتمزيق أليافه عندما تتجمد العصارة النباتية ويزداد حجمها بهذا التجمد . ومن خير وسائل تجنب ترسب الصقيع والتعرض لأخطاره فى بيئاته طريقة تدخين المزارع والبساتين ، وذلك لأن الدخان يحفظ حرارة الهواء السطحى

بالتقليل من فقد الحرارة إلى الفضاء بالإشعاع أثناء الليل ، ويلاحظ أن لكل نوع من النبات درجة حرارة صغرى تحتها ينعدم النمو ، ودرجة حرارة مثلى يحدث عندها أقصى النمو ، ودرجة حرارة عظمى فوقها يقف النمو أيضا . وغالبا ما تكون لكل مرحلة من مراحل نمو النبات الواحد ، كنمو البادرات أو النمو الخضرى أو النمو الثمرى ، حدوداً مختلفة من هذه الدرجات الثلاث . وأول ما يلاحظ عند انخفاض درجة الحرارة قليلا عن الحد الأدنى هو وقف النمو ، وباستمرار انخفاض درجة الحرارة تظهر على النبات أعراض خاصة مثل جفاف أو احمرار جزء من الأوراق أو كل الأوراق ، وقد يموت النبات جميعه .

وأكثر المناطق برودة فى مصر واستعداداً لظهور الصقيع فيها والتعرض لخطره هى المناطق الصحراوية فى شبه جزيرة سيناء ، والمناطق المنخفضة فى الغرب ، ذلك لأن انخفاض الأرض النسبى يجعل لها بيئة محلية هى أشبه شىء بالمستودع الذى تتراكم فيه الأهوية الباردة فى ليالى الشتاء . ولا يزيد معدل النهاية الصغرى لدرجة الحرارة (على بعد نحو ١٥٠ سم من السطح) خلال أشهر الشتاء (من ديسمبر إلى فبراير) فى أواسط هذه الجهات عن الصفر ، أى نقطة الجليد ، أما فى الوادى نفسه

وفى المناطق المنزرعة فيمكن تمييز ثلاث مناطق للبرودة هى أكثر جهات مصر تعرضاً لظهور الصقيع ، خصوصاً عندما تهبط النهايات الصغرى لدرجات الحرارة فيها عن ٣ درجات سنتجراد كما وجد بالتجربة . وهذه المناطق هى : (١) منطقة المنيا ، وتمتد شمالا حتى الفشن وجنوبا إلى ملوى ، ويقل معدل النهاية الصغرى فى أواسط هذه المنطقة عن ٣ درجات سنتجراد ، (٢) منطقة القرشية وميت غمر ، وتمتد غرباً إلى طنطا وشمالاً إلى سخا وشرقا إلى السنبلاوين وجنوبا إلى قويسنا ، ويقل فيها معدل النهاية الصغرى لدرجة الحرارة عن ٥ درجات سنتجراد ، (٣) المنخفض المحصور بين نجع حمادى وإسنا فى الشرق والواحات الخارجة فى الغرب ، ولا يتجاوز متوسط النهاية الصغرى لدرجة الحرارة فى هذا المنخفض النسبى ٥ درجات سنتجراد أثناء الشتاء .

الهطول (المطر والبرد والثلج) :

تمطر السماء فى مصر تحت واحد من عاملين أساسيين من توزيع الضغط ، يسود أحدهما غالبا فى الشتاء بينما يتواجد الثانى من آن لآخر فى فصلى الانتقال ، أما الصيف فهو موسم انعدام المطر . ويسقط أغلب الهطول الشتوى فى صورة رخات يصحبها

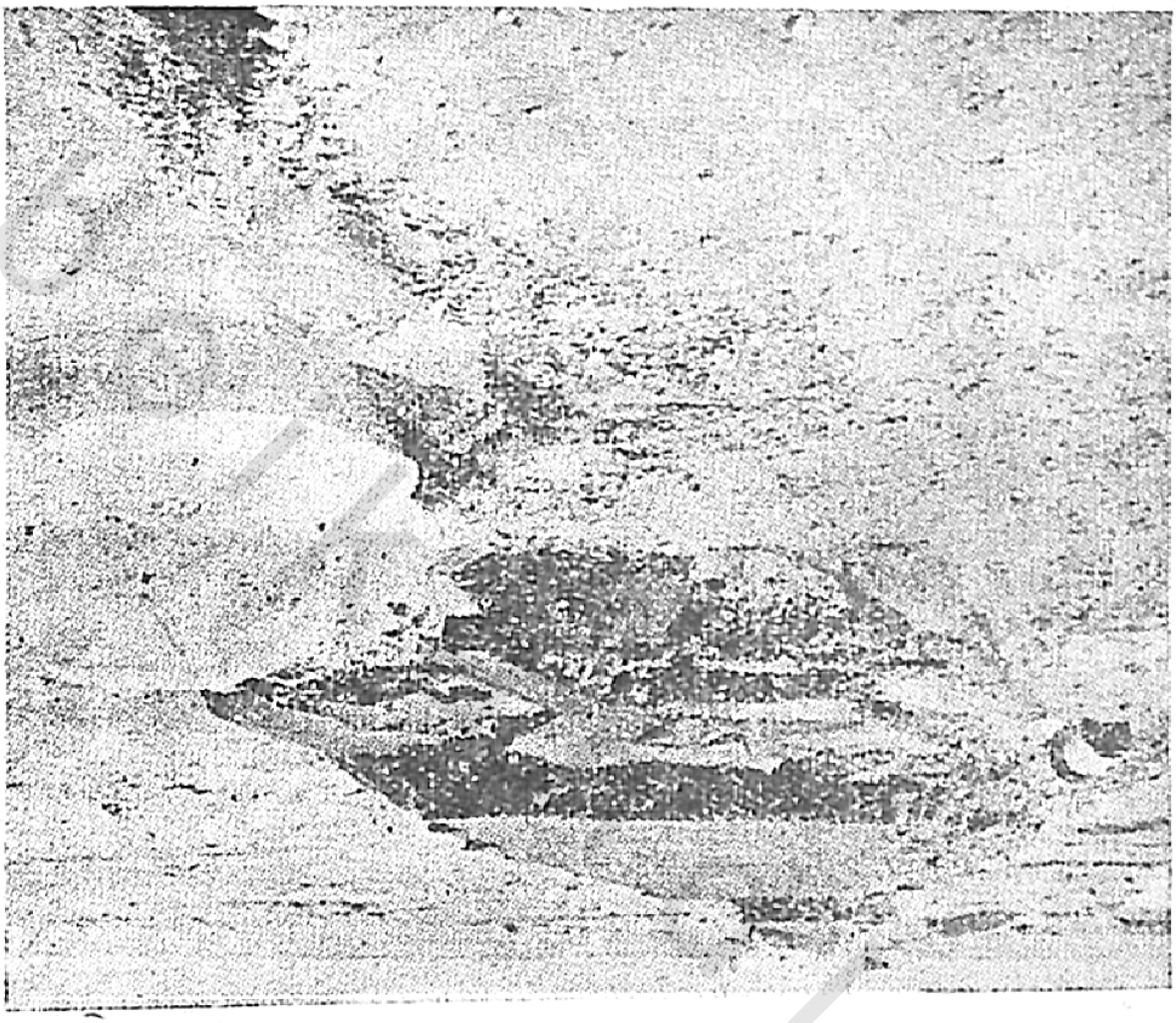
البرد أحياناً . أما الثلج فيكاد لا يسقط فى مصر بتاتاً . ويمكن أن تعتبر المنطقة الساحلية المنبسطة الممتدة من البحر إلى مسافة نحو ١٠٠ كيلومتر فى الداخل هى البيئة الممطرة فى مصر . وتتغير كميات الهطول كثيرا فى هذه المنطقة بتغير اتجاه الساحل بالنسبة للرياح الشمالية الغربية الممطرة ، فتبلغ أقصى حدٍّ لها قرب ساحل الإسكندرية المتعامد على الرياح الممطرة ، وتبلغ أقل حدّ لها فى الساحل الشرقى ومنطقة بور سعيد حيث يجرى الشاطئ موازيا للرياح الممطرة تقريبا ، هذا كما تقل كميات المطر سريعا بالبعد عن الشاطئ ، وعلى العموم يتراوح متوسط المطر الشتوى فى المنطقة كلها من نحو ٢٠٠ إلى ١٢٠ ملليمتراً فى الشمال إلى نحو ٧٠ ملليمتراً فقط فى الجنوب فى الموسم الواحد .

والمفهوم أن هذه البيئة بالذات يمكن أن تنجح فيها تجارب المطر الصناعى إذا غذيت السحب بمولدات أرضية ، كما يمكن أن يستغل فيها ترسب الندى ، والطاقة الهوائية فى رفع المياه الجوفية ، وأيضاً الطاقة الشمسية فى كثير من مناحى الحياة العملية .

وفى فصلى الربيع والخريف تغزو مصر كلها حالات من عدم الاستقرار الجوى التى قلما تمر إلى حالة العاصفة إلا تحت

تأثير المزيد من تجمع الهواء السطحى فى صعيد واحد كلما ساعد التوزيع المحلى للضغط الجوى على ذلك ؛ وعندها قد يتساقط فى عاصفة واحدة أكثر من ٥٠ ملليمتراً من المطر المصحوب بالرعد . وتتجمع هذه الكمية الهائلة من المياه فى صورة فيضانات أو سيول محلية تغمر الوديان وتقطع سبل المواصلات . كما حدث فى عاصفة القاهرة بتاريخ ٢٧ أكتوبر عام ١٩٣٧ التى جرفت سيولها طريق السويس عند الكيلومتر ٥٩ كما هو مبين فى شكل (٥) ا ، أما شكل (٥) ب فيبين السيول تتدفق إلى وادى حوف عقب عاصفة ١٩ — ٢٠ أبريل ١٩٠٩ .

ولما كانت قلة أبخرة المياه العالقة فى الهواء السطحى فى مثل هذه الأحوال هى العامل الأساسى الذى يحول دون مرور عدم الاستقرار العلوى إلى حالة العاصفة ؛ فإن المعتقد أنه إذا أغرقت بعض المنخفضات الصحراوية (مثل منخفض القطارة) بمياه البحر ، فإن بيئة المنطقة كلها وتياراتها الهوائية يصيبها كثير من التحوير والتغير ، ويساعد ذلك بطبيعة الحال على زيادة كميات السحب العابرة ، وعواصف الرعد والمطر ، وترسب الندى ، وزيادة الرطوبة النسبية ؛ ونقص كميات الأتربة والرمال التى تثيرها الرياح وتحملها إلى الوادى .



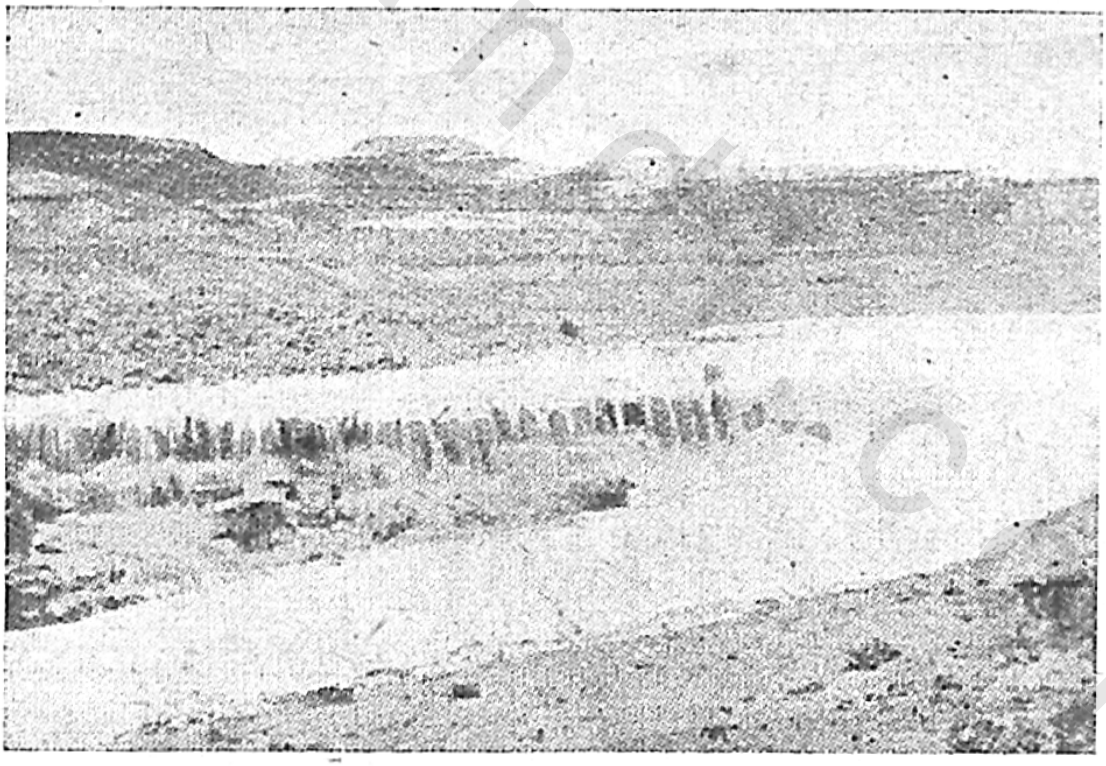
شكل (٥) ا انهيار طريق السويس عند الكيلومتر ٥٩
(عاصفة ٢٧ أكتوبر ١٩٣٧)

ترسب الندي :

تبلغ الرطوبة المطلقة فى الهواء السطحى (أى وزن بخار الماء بالجرام لكل كيلوجرام من الهواء) أكبر قيمة لها فى مصر عموماً فى فصل الصيف ، حيث تصل إلى ضعف قيمتها فى فصل

الشتاء تقريبا كما هو موضح بالقراءات الآتية التى تعطى متوسطات الرطوبة المطلقة فى الهواء السطحى :

المكان	متوسط الرطوبة فى الشتاء جرام لكل كيلوجرام	متوسط الرطوبة فى الصيف جرام لكل كيلوجرام
مطروح	٧,٢	١٥,٢
الاسكندرية	٧,٥	١٥,٨
حلوان	٥,٥	١١,٨



شكل (٥) ب السيول تتساقط فى وادى حوف (قرب حلوان) عقب عاصفة الرعد بتاريخ ١٩ — ٢٠ أبريل عام ١٩٠٩

ولهذا السبب يزداد ترسب الندى فى الصيف أيضاً ، إلا أنه تدخل عدة عوامل أخرى مثل سرعة الرياح وكميات السحب وأنواعها وأنواع نويات التكاثف والأتربة المنتشرة قرب السطح وكمياتها . . . فى التحكم فى عمليات ترسب الندى . وفيما يلى بيان ببعض الكميات التى رصدت فى برج العرب قرب ساحل مصر الشمالى الغربى :

الشهر	عدد الرصدات	وزن الندى المترسب جرام لكل سم٢
مارس	١٥	٠٫٥
أبريل	١٧	٠٫٦
مايو	١٩	٠٫٧
يونيو	٢١	١٫٠
يوليو	١٨	٢٫٥

وللندى قيمة اقتصادية غير معروفة تماماً وغير مستغلة بتاتاً فى بيئات الصحارى . وتستخدمه بعض النباتات بطبيعتها فى الحصول على ما يلزمها من ماء . ولهذا فإن دراسة ترسبات الندى هى من الدراسات الهامة اللازمة لتحديد مدى إمكان استخدامها كمصدر مائى فى البيئات الجافة . ولا تزال هذه البحوث فى مراحلها الأولى فى الجمهورية العربية المتحدة .

المصادر الطبيعية للطاقة * :

إن أكبر أنواع القوى التى تتحكم فى العالم وتسيطر عليه منذ القدم قوى الاتحاد . ولكن هذه الطاقة وما على شاكلتها لا يتعرض لها المشتغلون بالعلم ؛ وإنما ينصب عملهم على مصادر الطاقة المادية أو القوى المحركة أو طاقات الإشعاع من ضياء وحرارة ونحوها . ولأسباب عديدة تميل بعض الشعوب لاعتبار موارد القوى بها فى المرتبة الثانية ، بعد مستلزمات الحياة ومقوماتها والمجال الحيوى لها التى تعتبر كلها فى المقام الأول . ومهما يكن من شىء فإن قيام أى نوع من أنواع الصناعة ، التى هى أهم مصادر الثروات فى هذا العصر ، يتطلب توفير الأيدى العاملة أو القوة المحركة . ولهذا يعتبر الناس توفير القوة المحركة مفتاحاً للثروة المحققة .

وفى العصور الأولى كان الإنسان لا يستخدم من الطاقات سوى ما يستمد به الإنارة والحرارة ، وكان يحصل عليها بإحراق

---

* التعبير الرياضى للطاقة فى علم الطبيعة هو أنها تساوى حاصل ضرب القوة فى المسافة ، إلا أن كلمة طاقة يفهم منها عادة أو يقصد بها غالباً الأساس الذى يستمد منه أو يولد به الضوء أو الدفء أو الحركة . . . أو كافة أنواع الشغل الذى يمكن أن يبذل . وكثيراً ما يستعاض عن لفظ (طاقة) بكلمة (قوة) ، التى هى فى الواقع طاقة حركة كما قدمنا .

الأخشاب ودهن الحيوان . أما الشغل الميكانيكى فكان يبذله الإنسان نفسه ، ثم استخدم الحيوانات فى الحمل والنقل وإدارة الآلات . ومن بعد ذلك سخر الرياح وخاصة فى أعمال الملاحة البحرية ، ثم استفاد من مساقط المياه . ولما عرف الفحم الحجرى وظهرت قيمته ، وكذلك الزيت المعدنى ، ولاحظ الإنسان أنها مصادر عظمى للحرارة والقوى ، واخترع الآلة الحرارية البخارية أمكن فى الحال استخدام تلك الآلة فى النقل الثقيل بالسفن والقاطرات . وعندما صنع المولد الكهربى بدأ استخدام القوى الكهربية التى يمكن تحويلها إلى كافة أنواع الطاقات . . . إلى ضوء وحرارة وصوت وحركة . . . وفى نفس الوقت أمكن نقل هذه القوى الهائلة إلى مناطق نائية عبر مسافات طويلة بكل نجاح ، فساعد ذلك على التقدم الصناعى وإنشاء شبكات من موصلات الكهربا فى كثير من بقاع الأرض .

ومنذ عهد غير بعيد اخترعت الآلات ذات الاحتراق الداخلى على يد اتو و ديزل . واستخدمت هذه الآلات أول الأمر فى تسيير السيارات ونحوها من وحدات النقل الخفيف ، ثم عمم استعمالها كآلات محركة تبذل شغلا من الطراز الأول .

وبطبيعة الحال يتطلب ازدياد السكان وامتداد العمران على

الأرض ولزوم مسايرة ركب الحضارة مضاعفة الطاقات المستخدمة زيادة إنتاج القوى المحركة . وإذا نظرنا إلى الفحم الحجرى نجد أن مقاديره التى تستخرج من الأرض لن تتزايد بمعدلات تكفى لحل المشكلة القائمة ، وذلك لأسباب عديدة منها :

(١) استنفاد أغلب الطبقات الغنية فى مناجمه فى مستهل هذا العصر ، ولزوم البحث عن طبقات أخرى على أعماق أكبر .

(٢) ارتفاع أجور العمال والمختصين فى هذه الأعمال .

(٣) ارتفاع تكاليف النقل من قطر إلى آخر . ولهذا اتجهت أغلب الأمم إلى استخدام زيت البترول الذى ظهر فى بقاع بعيدة عن مناطق مناجم الفحم المعروفة ، وتسابقت فى وضع يدها على منابعه وآباره فى السلم والحرب . إلا أن هذا الوقود هو أيضاً محدود الكميات فى الأرض ويمكن أن ينضب إن عاجلا أو آجلا ، ولهذا يتجه التفكير إلى الاعتماد على مصادر أخرى مباشرة للطاقة لها قيمتها ويمكن أن تتجدد بالطبيعة (أى تحمل طابع الاستمرار والبقاء أبد الدهر) مثل مساقط المياه . وهذا يرينا ما لمشروع السد العالى من قيمة عملية عظمى فى المستقبل . وهناك اتجاه أيضاً إلى استخدام الطاقة الذرية فى هذه الناحية ، وكمياتها تكاد لا تنضب ، إلا أنها تحفها المخاطر

والمصاعب . أما المناداة بالاعتماد على الطاقة الشمسية أو الطاقة الهوائية فهو حلم يداعبه الأمل . ولم يتعد استخدام مثل هذه الطاقات الضعيفة المتناثرة نطاقا ضيقا محدوداً .

وتبعاً للإحصائيات التى أعطيت فى المؤتمر الدولى الذى عقد فى جنيف عام ١٩٥٥ للبحث عن وسائل استخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية ، ثم فى المؤتمر الدولى الخامس لمصادر القوى الذى عقد فى فينا عام ١٩٥٦ ، يتبين أن الإنتاج الكلى للطاقة الأولية (بصرف النظر عن كميات الخشب المستخدم فى الوقود) وصل إلى ٢٤ ألف مليار كيلو وات ساعة فى عام ١٩٥٣ . ومن هذه الكمية كلها تقدر قيمة الطاقة المستمدة من الفحم وحده بنحو ٥١,٤ فى المائة ، وتصل نسبة طاقة زيت البترول فيها إلى ٢٩,٣ فى المائة ، أما مساقط المياه فلم تتعد نسبة الطاقة المستخرجة منها نحو ١,٨ فى المائة .

والمعلوم أن قيمة الطاقة المائية المستغلة فعلا لا تصل إلى ربع أو خمس القيمة التى تدخرها الطبيعة دائماً من طاقات الوضع للمياه على الأرض . وتستخدم أغلب هذه الطاقة فى توليد الكهرباء التى زاد معدل استهلاكها فى كثير من البلاد فى السنين الأخيرة ، والتى هى المصدر الوحيد تقريبا للإنارة فى

أغلب بقاع الأرض .

وعلينا أن نتقى خطر النقص الحتمى فى مصادر الطاقة على الأرض بوفرة استنفادها فى هذا العصر بأن نفكر جديا فى استخدام الطاقة الذرية أيضا بعد مشروع السد العالى . ولعلنا نعمد إلى بناء أفران ذرية كبرى بعيداً عن العمران ، ونتمشى بذلك مع ركب الحضارة ومستلزماتها ، ونستغنى شيئاً فشيئاً عن مصادر الطاقة الخام التى على رأسها الفحم والبترول .

الطاقة الشمسية :

تتلخص الفكرة القائمة فى استغلال هذه الطاقة فى العمل على تركيز الأشعة أو جمعها فى بؤرات مصنوعة من مواد عظيمة الامتصاص للحرارة . وقد يستخدم الإشعاع الشمسى لغرض التسخين المباشر أو لمجرد حفظ درجة حرارة المرجل عند معدل خاص بتعويض ما يفقده من حرارة بعوامل الإشعاع والحمل والتوصيل . ولعله بهذه الطريقة يمكن استنفاد كميات أصغر من الوقود .

ومن أبسط الأفران الشمسية التى تستخدم فى الطبخ ما هو على هيئة صندوق تبطن جدرانه من الداخل بصفائح الألومينيوم البراق التى يمكن أن تعد خصيصاً لتجميع الإشعاع الشمسى

نحو بؤرة فى الداخل ، حيث توجد صفيحة سوداء تمتص بغزارة الطاقة المتجمعة فترتفع درجة حرارتها . ويستطيع مثل هذا الفرن إنضاج اللحوم والخبز والحلويات والحساء على أحسن وجه فى وقت مناسب . وهناك بحوث عديدة تجرى فى كل مكان للوصول بمثل هذا الفرن إلى مرتبة أرفع وقيمة أعلى .

وفى صحارى شمال أفريقيا يمكن استخدام الطاقة الشمسية المباشرة فى تبخير ماء البحر والحصول منه على ماء عذب ، وأبسط الوسائل المستخدمة فى هذا الغرض أن يوضع الماء المالح فى أحواض تغطى بألواح من الزجاج الرقيق مثبتة فى مستويات مائلة يمكن أن ينفذ خلالها الإشعاع الشمسى بسهولة . وعندما يتسلط الإشعاع الشمسى على سطح الماء المالح يتحول بعضه إلى أبخرة تصعد إلى الأسطح الزجاجية المائلة حيث لا تلبث أن يتكاثف جزء كبير منها فى صورة نقط تنمو وتتحد وتسيل إلى خزانات خاصة فى نهايات الأسطح الزجاجية حيث يمكن جمع الماء العذب. وقد استخدمت هذه الطريقة فى الحرب الأخيرة فى الصحراء الغربية ، إلا أن المياه المتجمعة بها لا تكفى إلا للشرب ، أو لأغراض خاصة معينة .

وفى حالة المراجل تستخدم مرايا معدنية أسطوانية مستطيلة

تدور مع الشمس وتثبت فى بؤرتها أنابيب معدنية يتحول فيها الماء إلى بخار يستخدم فى إدارة الآلات الصغيرة التى يمكن بواسطتها رفع المياه الجوفية مثلا ، وقد تحتوى الأنابيب على زئبق أو أى سائل لابلبث أن يغلى ويولد القوى المحركة المطلوبة .

بيئات الكهوف والمغارات :

هناك تحت سلاسل بعض الجبال ، وبين ثنايا القشرة الأرضية الصلبة ، بيئة أخرى هى بيئة الكهوف والمغارات التى تكتنفها العجائب بصخورها الرسوبية التى شكلتها الطبيعة خلال عصور طويلة وأكسبتها صوراً مختلفة ، وقد تنساب بين ثناياها الأنهار ، أو تظهر فى فراغها أعمدة من مواد متبلورة . . . ومنذ آلاف السنين (فى العصور الحجرية خاصة) ، وفى العصر الجليدى الأخير للأرض ، اتخذ الإنسان والحيوان من مشارف هذه المغارات والكهوف ملجأ يقى من غوائل الطبيعة ويحمى من شرورها ، ثم عاد الإنسان يستخدمها فى هذا العصر ، ولكن ليقى نفسه من شرور الحرب ودمارها ، فكان منها المخازن والمخابئ والملاجئ ، ولهذا بدأ التفكير فى دراسة مناخ أغلب الكهوف . وفى جبال المقطم طائفه منها .

وتشمل دراسة أى بيئة جوية كما رأينا تحديد سطح الموطن ، أو خواصه الطبيعية ، والمعروف أن أجود أنواع الكهوف وأصلحها تلك التى نجمت من إذابة الصخور الجيرية بتأثير حامض الكربونيك ، أو بعوامل التعرية المائية (المياه الجارية أو المتساقطة) ، أو الاحتكاك المستمر بالحصى والحجارة . . . ، وهى غالبا ما تكون مرتبطة بمجارى الماء التى كونتها ، رغم أنه فى أغلب الحالات يتواجد الماء فى هذا العصر على مستويات أكبر عمقا . وفيما يلى دراسة علمية لعناصر الجو فى الكهوف والمغارات .

درجة الحرارة والرياح :

من الوجهة المناخية يمكن أن تقسم الكهوف إلى نوعين رئيسيين تبعاً لاحتوائها على فتحة واحدة أو عدة فتحات . فإذا كانت هناك فتحة واحدة فقط بحيث ينحدر منها فراغ الكهف إلى أسفل فإنه يكون بمثابة (المخزن البارد) ، أى بؤرة لتجمع الأهوية الباردة ، ومثل هذا الكهف قد يطلق عليه أيضاً اسم (الكهف الساكن) أو (الكهف الراكد) ، ذلك لأن كثافة الهواء البارد المتجمع على طول انحدار الكهف تحول دون نزح هذا الهواء بسهولة ، ولهذا تكاد تنعدم فيه تيارات الهواء . وتتراوح

درجة الحرارة فى مثل هذه الكهوف ما بين الدرجة الدنيا لحرارة الهواء عند المدخل ودرجة حرارة الصخور السفلى .

أما إذا كان للكهف فتحة واحدة فى أسفله ؛ أى يرتفع منها فراغ الكهف إلى أعلى : فإنه يمكن أن تتسرب إليه الأهوية الساخنة من الخارج . لأن من طبيعة هذه الأهوية الميل للاندفاع إلى أعلى . كما أن مجرد التغيرات اليومية العادية فى درجات الحرارة عند المدخل يمكن أن تولد بعض التيارات الهوائية التى تجعل الكهف يبدو كأنه (يتنفس) ، ولعل الذى يجعله (يتنفس) بدرجة أظهر وأكبر تغيرات الضغط الجوى فى البيئة الخارجية ، تلك التغيرات التى يصحبها بطبيعة الحال اختلاف كتلة الهواء المحتبس فى الكهف ، إلا أن المعروف عموماً أن حركة الهواء فى الكهوف وحيدة الفتحات هى حركة بطيئة عادة .

أما الكهوف أو المغارات عديدة الفتحات فإنها تتخللها تيارات الحمل ، وهى التيارات التى تنجم عن الاختلاف فى درجات الحرارة فى المستويات المختلفة . وتعمل هذه التيارات على توزيع الحرارة بالتساوي ؛ وحيث يضيق اتساع الكهف تشتد هذه التيارات ، ولهذا يطلق عليها اسم (الكهوف الديناميكية) ؛ أو غير الراكدة ، وتكون المناطق الضيقة أشبه شىء بالمداخل ،

ويسبب أقل اختلاف فى مستوياتها اندفاع تيارات الحمل . ففى حالات الجو الساخن ينحدر الهواء البارد أو ينزل ويفيض من المداخل السفلى ، بينما تندفع الأهوية الساخنة من الجو الخارجى خلال المداخل العليا . أما فى الشتاء ، عندما تصل درجات الحرارة فى الخارج إلى نهاياتها الصغرى ، يأخذ هواء الكهف الساخن نسبيا فى الارتفاع بينما ينساب الهواء البارد الخارجى إلى داخل الكهف ، وعندها تزداد البرودة فى الداخل ، وقد يصل الأمر إلى الزمهرير وتتجمد المياه فى الداخل ! وقد تتكاثف أبخرة الماء العالق فى الهواء إلى بلورات من الثلج على الجدران والمداخل السفلى ثم تتراكم رويداً رويداً .

ومن نتائج انقطاع الإشعاع الشمسى المباشر داخل الكهوف عدم الاستجابة سريعاً للتغيرات الخارجية ، والمعروف أن التغيرات اليومية والموسمية لدرجات الحرارة لا يستجيب لها جو الكهف الداخلى إلا بكل بطء شديد ، ولهذا قد تحتوى بعض الكهوف على طبقات من الثلج تظل طول العام فى مستويات تحت مستوى الثلج الدائم على الأرض .

درجة الرطوبة :

تكون درجة الرطوبة النسبية عادة عالية ، فوق ٩٠٪ ،

وتتعدد حالات التشبع على أبعاد لا تتعدى ٢٠ متراً من المدخل لمعظم الكهوف فى المناطق المطيرة ، لأسباب عديدة أهمها : (١) ركود الهواء فى أغلب الحالات ، (٢) تجمع المطر والثلج المتساقط داخل بعض الكهوف فى فصول وفرته ، (٣) وجود الماء على مقربة من أغلب الكهوف ، (٤) عدم توفر الإشعاع الشمسى المباشر . أما فى أغلب مغارات جبال المقطم الصحراوية حيث لا تتعدى كمية الأمطار ٣٠ ملليمتراً فى العام ، وحيث يعم الجفاف أغلب أيام السنة ، فإن الرطوبة النسبية تتراوح بين ٤٠٪ و ٦٠٪ فقط !

مجمل مزايا البيئات الجوية فى الكهوف :

أهم عناصر الجو ثبوتاً فى الكهوف هى درجة الحرارة ، خصوصاً درجة حرارة الماء إذا توفر ، وفى الواقع تتوقف تغيرات العناصر الجوية فى أى كهف على اتساعه وطبيعة فراغه وفتحاته ، ويزداد ثبوت العناصر بالبعد عن المدخل ، ويمكن إجمال البيئة الجوية داخل الكهوف فى البرودة النسبية وارتفاع الرطوبة ، وسكون الهواء مع وفرة الظلام . وكثيراً ما تتواجد المياه فى الداخل فى صورة تيارات تجرى أو نقط تتساقط أو بحيرات متسعة عميقة ، أو برك

صغيرة هادئة صامتة ، وقد تكون هذه البرك مجرد أحواض تتجمع فيها النقط المتساقطة . وحيث لا يوجد الضوء لا تنمو النباتات الخضراء ، فيخلو الجو للطحالب وأنواع البكتيريا والعفن .

وإن حالات السكون التى تسود داخل الكهوف والمغارات تجعل الحركة فيها أكثر وقعاً وأشد أثراً على الأحياء عما ألفوه فى الجو الخارجى ، وكذلك نجد الكائنات التى تعيش فى ظلامها الساكن الهادئ تنشط حواس السمع فيها لتعوضها ما فقدت من حاسة النظر .

وتختلف أجواء الكهوف من حيث مكوناتها ؛ وقد يتوفر فى بعضها الشوائب مثل الغبار ، وقد يتأين الجو المحلى تحت تأثير أى نشاط إشعاعى خاص .. وهناك علاقة عجيبة بين بعض الكهوف وعواصف الرعد !! ولقد وجد بالتجربة أن للبرق ميلاً خاصا نحو :

١ — بعض الصخور ؛ وعلى رأسها الجرانيت والشيست ، الحجر الجيرى فهو أكثر الصخور مناعة ضد البرق والصواعق !

٢ — المناطق الرطبة أو القريبة من العيون والنافورات الطبيعية .

٣ — مناطق الضعف فى القشرة الأرضية .

وتتنفس الكهوف وتخرج بعض أهويتها عندما ينخفض الضغط الجوى باقتراب أو مرور العواصف ، وقد تصعد منها

أعمدة من الهواء المتأين التى تساعد على التفريغ الكهربى بين السحب والأرض . وقد تمتد هذه الصواعق إلى أعماق تصل إلى ٥٠ أو ٧٠ مترا داخل الكهوف . وعرف الأقدمون هذه العلاقة التى بين بعض الكهوف وعواصف الرعد وألفوا لها القصص والأحاجى !

الغبار الجوى الطبيعى :

هو مجموعة الجسيمات الصغيرة والشوائب التى تضيفها الطبيعة إلى الهواء ، سواء كان أصلها معدنيا أو حيوانيا أو من النبات . وتختلف درجة تركيز الغبار الجوى (أى عدد الجسيمات الموجودة فى كل سنتيمتر مكعب واحد من الهواء) ومتوسط حجم حبيباته وطبيعتها اختلافاً كبيراً بتغير الزمان والمكان ، أو (حسب التعبير العلمى) بتغير كتل الهواء السائدة . وتصل درجة التركيز أدناها فى الهواء البارد الذى ينساب عبر البحر المتوسط ، وفيه لا تتعدى درجة التركيز عشرات الحبيبات لكل سنتيمتر مكعب من الهواء العادى ، كما تصل أكبر قيمة لها فى الأهوية القبلية عادة ، وهى التى تصل من الصحارى ، وقد ترتفع فيها درجة التركيز إلى عشرات الألوف ومئاتها فى زوابع

التراب والرمل فى المناطق الصحراوية . وأهم المصادر الطبيعية للغبار الجوى هى :

١ — مساحيق الأتربة وحبيبات الرمل الدقيقة التى تثيرها الرياح من الصحارى والوديان والأراضى الجافة المكشوفة .

٢ — حبيبات أصلها حيوانى أو نباتى ، وهى تكثر فى الأراضى الزراعية ، والوديان ، ثم على شواطئ البحار .

٣ — ما تقذفه البراكين من جوفها من أتربة ورماد وجسيمات مفتتة ، وما ينتج من احتراق الشهب وأجزاء النيازك . وتمتاز البراكين بأن فى مقدورها أحياناً أن تقذف بالرماد وسحبه إلى ارتفاعات شاهقة ، تزيد أحياناً على ٣٠ كيلومترا ، فيظل هذا الغبار عالقاً فى جو الأرض خلال فترات كبيرة من الزمن تقدر أحيانا بمئات السنين ، ويحجز كثيراً من إشعاع الشمس ويمنعه من الوصول إلى سطح الأرض ، فتزداد البرودة فى الطبقات السطحية . والمعتقد أن وفرة البراكين ونشاطها وما أثارته من رماد قذفت به إلى أعالى جو الأرض قبيل العصر الجليدى الأخير كان هو السبب فى ظهور العصر الجليدى نفسه !

وفى العصر الحاضر تكون الصحارى أهم مصادر الغبار الجوى . وتسبب الأتربة العالقة فى أجاء الصحارى كثيراً من

ألوان سمائها الأخاذة عند الشروق وعند الغروب ؛ ومن أعم هذه الألوان اللون الأحمر ثم البرتقالى ثم الأصفر ، نتيجة تشتت هذه الألوان أو تناثرها من ضوء الشمس بالأتربة والغبار الجوى . والمعروف أنه كلما ارتفعت سرعة الرياح على المناطق الصحراوية قلت قدرة أتربتها أو ذرات رمالها الدقيقة على الاحتفاظ بأماكنها وثباتها على الأرض ، حتى إذا ما وصلت سرعة الرياح إلى قدر معين اسمه العلمى (الرياح الحرجة) تطايرت الأتربة وحبات الرمال الدقيقة واندفعت إلى الهواء وانطلقت معه ، وكلما زادت سرعة الرياح بعد ذلك تطايرت الرمال بكميات وحجوم أكبر ووصلت إلى ارتفاعات شاهقة ، حتى تصل الريح إلى قوة العاصفة وعندها يكون الجو قد امتلأ بالأتربة والرمال المختلفة الحجم والصفات إلى علو لا يقل عن ٣ كيلومترات .وتتوقف السرعة الحرجة هذه على حجوم حبات الرمال السائدة وعلى طبيعتها ، ولكل منطقة أو بيئة طبيعية سرعتها الحرجة الخاصة بها ، وقد تتغير هذه السرعة إذا تغيرت حجوم الحبيبات تحت تأثير عوامل التعرية مثل السيول أو مجارى المياه الدافقة ، وهو ما يحدث فى بعض أرجاء السودان (مثل منطقة الخرطوم) عقب موسم الأمطار ، أو لسبب هو من صنع الإنسان ،

كصحن الأتربة وتفتيتها بوسائل النقل أو الوحدات الميكانيكية ، كما حدث فى منطقة برج العرب بين عامى ١٩٤١ و ١٩٤٥ ؛ وكما يحدث عادة داخل المدن وعلى الطرق غير المرصوفة . ويبين الجدول أدناه كيف أثر صغر حجم الرمال الصحراوية التى سحقتها الوحدات الحربية الميكانيكية فى تلك المنطقة أثناء الاستعداد لمعركة العلمين فى تناقص متوسط السرعة اللازمة لتولد العواصف المختلفة . وكيف أن مدى الرؤية هبط فعلاً بهذا العامل فى العامين ١٩٤١ و ١٩٤٢ ثم تحسن تدريجيا بعد ذلك .

السنة	مدى الرؤية من ٢٠٠ إلى ٧٠٠ متر	متوسط سرعة الرياح سم / ثانية	مدى الرؤية من ٧٠٠ إلى ١٥٠٠ متر	متوسط سرعة الرياح سم / ثانية
١٩٤١	٣١	٧٢٠	صفر	—
١٩٤٢	٢٦	٨١٠	صفر	—
١٩٤٣	٠٤	١٢٦٠	صفر	—
١٩٤٤	١٦	١٢١٠	٢٠	٧٤٠ .
١٩٤٥	٠٢	١٥٧٠	٣	١١٢٠

جدول الأجواء المتربة فى برج العرب من عام ١٩٤١ إلى عام ١٩٤٥

وهناك سلسلة من البحوث المنشورة خلال العشرة سنين

الأخيرة أجريت فى مصر فى موضوع الغبار الجوى المحلى ، من حيث طبيعته وسبل إثارته وانتشاره ، وتأثيراته الطبيعية على حرارة الجو ودرجة شفافيته ورطوبته ، وكذلك من حيث حجوم الحبيبات وعددها فى الحالات المختلفة . وأجريت القياسات باستخدام (عداد أوين) خلال مدة طويلة ، ثم باستخدام (المرسب الحرارى) وهو الجهاز الشائع استعماله فى أغلب مناجم إنجلترا ومصانعها . وقد قسمت الأجواء المتربة تمشيا مع التعاريف الدولية إلى ثلاثة أنواع هى :

١ ــ الشابورة الترابية ، ويمكن أن ترى فيها الأشياء بوضوح على أبعاد أكبر من ١٠٠٠ متر ، مع رياح خفيفة . وقد ثبت بالتجربة أن متوسط قطر الحبيبة فيها نصف ميكرون (أى ٥٠ جزء من مليون جزء من السنتيمتر الواحد) ، وأن درجة التركيز بين ١٥٠ و ٢٠٠ حبيبة لكل سنتيمتر مكعب من الهواء ، وتظل هذه الشوائب عالقة فى الجو مدة طويلة جداً دون أن تتساقط بالجاذبية إلى الأرض بسبب صغر حجومها .

٢ ــ الرمال المثارة ، ومدى الرؤية فيها أكبر من ١٠٠٠ متر ، إلا أن الرياح ليست خفيفة ، ومتوسط قطر الحبيبة فيها نحو ١,٣ ميكرون ، ودرجة التركيز بين ٢٥٠ و ٣٠٠ حبيبة

لكل سنتيمتر مكعب من الهواء فى أغلب الحالات . ونظرا لصغر حجوم هذه الحبيبات فإنه يمكنها أيضاً أن تظل عالقة فى الجو مدة غير قصيرة .

٣ ــ عاصفة رملية ، ويقل فيها مدى الرؤية حتما عن ١٠٠٠ متر ، ويصل متوسط قطر الحبيبات إلى ٣ ميكرون ، ودرجة التركيز بين ٤٠٠ و ٥٠٠ حبيبة لكل سنتيمتر مكعب من الهواء فى كثير من الحالات داخل المدن ، أما فى الصحارى والأماكن المفتوحة فإن درجة التركيز تزيد على ذلك كثيراً .

وسائل تثبيت الغبار والرمال على سطح الأرض :

رأينا كيف يسهل تطاير الغبار فى الجو كلما قلت حجوم حبيباته ، والعكس بالعكس ، وعلى ذلك فإن الوسيلة المباشرة لمحاربة الغبار الجوى الطبيعى هى منع تطايره محليا من الصحارى أو الأماكن المتربة المجاورة ، وذلك بالعمل على تماسك الحبيبات الصغيرة التى على السطح وتحويلها قدر المستطاع إلى حبيبات كبيرة نسبيا ، والرش بالمياه وازدياد الرطوبة من خير الوسائل المباشرة لإنجاز ذلك ، إلا أن الماء العادى سريع التسرب والتبخر ، ولا طائل تحت استخدامه فى رش الطرقات والصحارى

القريبة خصوصاً فى أيام الخماسين أو أثناء النهار فى الصيف .

والجفاف ووفرة الإشعاع الشمسى من العوامل الأساسية التى تساعد على سرعة امتلاء الجو بالغبار كلما زادت سرعة الرياح ، ولعل هذه من العوامل الأساسية التى تزيد من حالات الأجواء المتربة والمضببة فى الربيع ، وخاصة فى حالات الخماسين الحارة الجافة .

وخير المواد التى استخدمت لتثبيت الغبار والأتربة السطحية ومنعها من التطاير بسهولة هى رشها بمحاول كلوريد الكلسيوم ، وهى مادة تزيد من تماسك حبيبات التربة بازدياد الرطوبة ، إذ تكون أشبه شىء بنويات التكاثف التى تتجمع عليها أبخرة المياه . وتستخرج هذه المادة بإضافة الجير المطفأ إلى كلوريد الأمونيوم حسب المعادلة :

كلوريد الأمونيا + جير مطفأ = كلوريد الكلسيوم + نوشادر ، ويمكن أن يعاد استخدام النوشادر المتصاعدة فى تحضير مادة كربونات الصوديوم ، وهى مادة مطلوبة فى الأسواق ، وتستخدم لأغراض شتى .

الغبار الجوى الصناعى :

إن قيام أى صناعة يستخدم فيها نوع من أنواع الوقود

المعروفة . وكذلك تفتيت الصخور داخل المناجم والمحاجر ، يتبعه تسرب كثير من الشوائب إلى الجو المحلى . إما فى صورة أتربة أو غازات (مثل غاز الكلور) ، أو أبخرة (وأغلبها مواد فى حالة الغازية بسبب الحرارة) . وأغلب الأتربة جسيمات صلبة علة وجودها عدم إتمام عمليات الاحتراق ، أو تناثر فتات المادة أثناء الحفر أو الطحن أو القطع ، وقد يكون أصلها عضوى أو غير عضوى . ويدخل فى هذا الباب بطبيعة الحال دخان المصانع والأفران ، ذلك الدخان الذى نختلط به جسيمات صلبة نتيجة تكاثف الأبخرة والسوائل المتطايرة ، ومنها أكاسيد الفلزات . ولهذا السبب لا يصح الاكتفاء بإقامة المصانع والأفران خارج المدن أو على مشارفها كوسيلة كافية لتفادى تلويثها للجو ، بل يلزم أن تكون بعيدة بعدا كافيا ، أو فى الأركان التى قلما تهب منها الرياح المحلية ، أى فى الاتجاه المضاد لاتجاه الرياح السائدة . وكذلك يلزم أن تصمم الأفران بطرق تسمح بتمام عمليات الاحتراق فيها ، أو عدم تسرب أتربتها إلى الجو المحلى ، وهذه مسألة هندسية بحتة . وللأفران الذرية اعتبارات خاصة ، نظراً لخطورة الغبار الذرى عند ما يتسرب إلى الهواء أو الماء أو الأرض بصفة مستمرة أو بكميات وفيرة .

وغالبا ما تنشأ القرى بجوار صناعة أو زراعة خاصة ، أو لغرض اقتصادى معين ، أو كمركز للمواصلات تكثر فيه الورش أو المصانع . . . وفى كل هذه الحالات يكون لحساب البيئة الجوية المحلية فى عمليات التخطيط أهمية عظمى تساعد على الوصول بالمنشأة كلها إلى الكمال المنشود ، إذ تستغل عوامل الطبيعة بدلا من أن تكون هذه العوامل كلها أو بعضها مصدراً من مصادر الخطر أو الضرر . وبطبيعة الحال يؤثر الغبار الصناعى بكافة أنواعه تأثيراً مباشراً على حياة العمال ، وقد يسبب التعرض له بكميات كافية الإصابة ببعض أمراض الصدر أو بالتسمم .

وأهم أنواع الغبار الصناعى العضوى الذى قد ينجم عن دوام التعرض له واستنشاقه أمراض معينة هى : (١) غبار القطن ، (٢) غبار السكر ، (٣) غبار الطباق ، (٤) غبار الشعير أو القمح . أما الغبار غير العضوى فهو غالباً ما يكون أشد ضرراً وأعظم أثراً ، فقد تكون منه السموم المنتشرة فى صورة أكاسيد أو أبخرة وتسبب الإصابة بحمى غبار المعادن ، مثل أبخرة الزنك والمنجانيز والنحاس والرصاص والأنتيمون والزرنيخ والنيكل والفضة والكروم والكوبلت ، وقد تكون هذه السموم

أيضا فى صورة غازات ، مثل غاز الكلور أو الفلور أو كبريتور الإيدروجين . وقد تمزق الحبيبات الصلبة أوعية الرئتين بحوافها الإبرية الدقيقة إذا تراكمت بوفرة وغزارة .

وهناك أيضا أمراض خاصة بأتربة صناعة العظام والكتان وغيرها . أما أمراض الصدر الأصلية فسببها الرئيسى وفرة استنشاق غبار الكدميوم أو الفانيديوم أو اليورانيوم أو البريليوم . ويسبب استنشاق سحب غبار السليكا الإصابة بمرض السليكوز أو تمزق الأوعية الدموية ، كما ينجم عن دوام التعرض لسحب غبار المواد المشعة الإصابة بسرطان الرئة أو الدم . ولكى تحدث الذرات إصابات أكيدة للرئة يلزم أن تكون حجومها صغيرة لتستطيع النفاذ إلى الدم ، ولهذا يلزم أن تكون أقطارها أقل من ١٠ ميكرونات . أما الذرات التى تتساقط سريعاً إلى الأرض بسبب كبر حجومها نسبيا فهى أقل الذرات خطراً . ويمكن تكوين صورة سليمة عن سرعة تساقط حبات الغبار المختلفة إذا عرفنا أن حبة واحدة من الرمال نصف قطرها ٠,١ ميكرون (أو عشرة أجزاء من مليون جزء من السنتيمتر الواحد) تتساقط فى اليوم الكامل خلال مسافة لا تزيد فى جملتها على ٠,٦ من المتر . أما الحبة التى يصل نصف قطرها إلى ٠,٥ ميكرون فهى تتساقط

بمعدل يصل إلى ٣,٢ متراً فى اليوم . وتزداد سرعة التساقط بعد ذلك كثيراً بازدياد نصف القطر ، فتصل إلى ٣٠ مترا فى اليوم ، وإلى ١٧٦ متراً فى اليوم ، وإلى ٦٩٠ متراً فى اليوم لحبات أنصاف أقطارها على التوالى هى ١,٠ ميكرون ، ٢,٥ ميكرون ، ٥,٠ ميكرونات.

وتتراوح أقطار أغلب الذرات التى تصيب الرئتين وتسبب أمراض الصدر بين ١,٠ . ميكرون ونحو ٥ ميكرونات ، لأن الحجم الشائع جدا هو نحو ٣ ميكرونات . وتختلف درجة تركيز الغبار الجوى الصناعى التى يمكن استنشاقها دون أن يكون هناك أى خطر مباشر على صحة العمال باختلاف الأشخاص أنفسهم ، ويسمى القدر اللازم للوصول إلى حدود إحداث الضرر باسم (الكمية الحرجة) ، والمفروض أنه يمكن للجهاز التنفسى أن يستوعب هذا القدر دون أن يظهر عليه الداء ، ويبدأ الخطر إذا زادت الكميات المستنشقة على ذلك . وهكذا يمكن إيجاد الحد الأعلى أو النذير بسلامة العمال ودرء العواقب الوخيمة عنهم ، وهو الذى تحدده كميات الغبار الصناعى وحجومه المثارة محليا والتى يستطيع العمال التعرض لها بسلام زهاء ٨ ساعات يوميا .

وفى الحقيقة أن مثل هذا التعريف ليس بالتعريف المطلق

تماماً ، وقد لا يفى بالغرض المطلوب ، ذلك لأن بعض الأمراض تظهر آثارها بعد التعرض للغبار الصناعى مدة طويلة خلال فترات قصيرة يوميا ، فمثلا لا يتم التسمم بالسليكا فى المتوسط إلا بعد ١٠ سنوات ، فى حين أن بعض المواد السامة فعلاً مثل الزرنيخ يظهر أثرها فى ساعات . وتلعب المناعة الشخصية دورها فى هذا الشأن ، وتبدو آثارها جلية فى استعداد بعض الأفراد لظهور الأعراض عليهم ، فى حين لا تظهر على آخرين ممن تعرضوا لنفس الظروف وعملوا فى نفس الجو المحلى .

وسائل مقاومة الغبار الصناعى :

يمكن تقليل كميات الأتربة والسحب الصناعية العالقة فى الجو المحلى بطرق عديدة منها :

١ — الحد من كمياتها المثارة فى مراكز تولدها ، كأن ترش هذه المراكز بالمياه أو السوائل المناسبة التى تسبب الترسيب .

٢ — خفض درجة التركيز فى الجو المحلى بوسائل التهوية المختلفة واستمرار إضافة كميات من الهواء النقى إلى الجو الملوّث .

٣ — عزل مصادر الأتربة والسحب الصناعية عزلاً تاما بطرق هندسية خاصة ، أو سحب الغبار الصناعى كله إلى

حجرات ترسيب .

٤ — تقليل نسب العناصر التى لها آثار رجعية سامة فى أكاسيدها أو أتربتها أو أبخرتها .

٥ — استخدام الكمامات الخاصة للتنفس فى الجو المحلى عند اللزوم .

٦ — تغيير العمال بعد فترات معينة قبل ظهور حالات التسمم عليهم ، أو إعطائهم القسط الكافى من الراحة ، مع تنويرهم بالثقافات الصحية وإسكانهم فى مستعمرات كاملة التهوية .ويلزم أن يوجه الاهتمام إلى هذه المسائل وخاصة فى المناجم.

وتتضمن وسائل التهوية عموماً إضافة أهوية نقية باستمرار إلى الهواء الملوث محليا فيتم تخفيف كميات الشوائب . وقد تكون هذه الوسائل طبيعية خلال النوافذ والأبواب ، أو صناعية باستخدام المراوح . أما الكمامات التى قد يلبسها العمال فهى من نوعين : الأول لمجرد تنقية هواء التنهيق وترسيب أتربته بحيث يصل إلى الرئتين نقيا صافيا ، والثانى فى صورة مدد من الهواء النقى المخزون . والحقيقة أن أغلب العمال لا يحبون مظهر هذه الكمامات ويبغضون استعمالها ، وغالبا ما يتركونها جانباً ، ويشجعهم على ذلك عدم ظهور العواقب السيئة لاستنشاق الهواء

الملوث مباشرة أو عدم ظهور التسمم عليهم إلا بعد فترات طويلة أحياناً ، وكثيراً ما يستعصى العلاج عند هذه المرحلة .

والواجب أن يعرفوا حقيقة الأمر وأن يأخذوا جانب الحذر ، كما يلزم التنبيه عليهم بعدم تناول وجبات الغذاء داخل فناء المصنع أو حجراته المتربة ، رغم دوام تهوية هذه الحجرات وتنظيفها .

وعلى وجه العموم يمكن أن تتلخص خير الوسائل لمقاومة هذه الآفات الصناعية فيما يلى : —

١ — تعليم العمال وإرشادهم ونصحهم .

٢ — رفع مستوى النظافة العامة .

٣ — ضمان حسن تغذية العمال .

٤ — تخصيص ملابس للعمل قدر المستطاع .

٥ — الحد من كميات الأتربة ، أو إعدامها بشتى الطرق .

٦ — استعمال الكمامات عند اللزوم .

٧ — اختبار العمال صحيا من آن لآخر .

٨ — دفن فضلات المواد المشعة تحت الأرض .

الوحدات الذرية :

رغم أن كافة الاحتياطات تتخذ دائما لعدم تسرب الإشعاعات الذرية من هذه الوحدات إلى ما جاورها من بيئات

مختلفة ، فإنه لا مناص فى بعض الحالات من تسرب الغبار الذرى إلى الجو . وهذه مسألة من أهم المسائل المرتبطة بالصحة العامة وسلامة الأحياء عند استخدام الطاقة الذرية فى شتى المرافق . وقد تكون المواد المتسربة غازات ، أو قد تكون أتربة تخرج إلى الجو باستمرار فى صورة إضافات ضئيلة ، أو غير ضئيلة أحيانا . أو قد تنطلق بكميات هائلة فى حالات الانفجار .

ومن اللازم أن تحدد طبيعة المواد الذرية المحتمل تسربها إلى الجو المحلى ، كحجوم الذرات وكثافتها ، قبل عمل أى دراسة معينة لمعاملات الانتشار وسرعة الانتقال ودرجات التركيز . . ، كما أنه يلزم أيضاً أن ندخل فى هذه الدراسة قياسى التوزيع الرأسى والأفقى لدرجات الحرارة والرطوبة والرياح المحلية وكافة التغيرات أو الدورات التى يمكن أن تطرأ .

والمعروف عموماً أنه كلما زادت سرعة الرياح فى مكان ما كلما تبع ذلك حتما ازدياد أو اتساع نطاق عمليات انتشار الشوائب المتسربة إلى الجو فى ذلك المكان ، ويتبع ذلك تخفيف درجة التركيز . وفى حالات السرعة الكبيرة (أكبر من ٢٠ كيلومتراً فى الساعة) تتولد تيارات رأسية وحركات دوامية يزداد نشاطها بازدياد سرعة الهواء ؛ فتتشتت الشوائب الذرية

(من غازات وأتربة) وتتوزع على مساحات كبيرة وارتفاعات شاهقة، وبذلك تقل درجات تركيزها تدريجيا . أما إذا قلت سرعة الرياح ، أو سادت حالات الشابورة بأنواعها ، أو حالات السكون ، فإن درجة التركيز المحلى للأتربة الذرية تبلغ ذروتها القصوى وتعظم تأثيراتها على الأحياء تبعاً لذلك . والغبار الجوى العادى من أهم الشوائب المساعدة على انتشار الإشعاع الذرى وزيادة درجات تركيزه . ولهذا يحسن الابتعاد عن الأماكن المضبة أو المتربة بطبيعتها .

كل هذا يرينا أن مسألة اختيار الموقع أو البيئة الجوية الملائمة هى من أهم المسائل ، خصوصاً إذا تواجد الموقع فى مناطق معمورة . ويكاد ينحصر خطر الغبار الذرى والسحب الذرية على ما قد يصحبها من إشعاعات . ولهذا تحالل عينات وفيرة من الأراضى والماء الجارى وماء المطر والنبات والحيوان وأنسجة أجسام البشر فى هذا العصر الذرى . . . ، وقد تكون هناك إشعاعات غامضة لم نصل إلى كنه ضررها . وأخطر العناصر المشعة المعروفة سترانشيوم ٩٠ الذى إذا تواجد بنسب كبيرة قد يسبب الإصابة بالسرطان أو أمراض الدم المستعصية ، أو قد يؤثر على الجنس وعلى الحشرات والفيروسات أو الميكروبات

التى تملأ الجو . وقد يؤدى ذلك إلى ظهور أجيال جديدة منها .

وفى حالات الانفجار الذرى يكون التأثير على الأحياء مريعاً وسريعاً بالقرب من مركز الانفجار ؛ ويقل الأثر بالبعد عن المركز على النحو الآتى : —

١ — على مسافة تمتد إلى نحو ٢٠٠٠ متر من مركز الانفجار تصعق الكائنات أو تموت من عظم الحرارة أو غزارة الإشعاع ، خصوصاً فى حالات انفجار القنابل الذريـــة أو الأيدروجينية .

٢ — على أبعاد أكبر من ذلك ، قد تمتد إلى عشرات الكيلومترات خصوصاً مع اتجاه هبوب الريح ، تتعرض الأحياء لأنواع شتى من الإصابات والحروق وقد تشتعل المواد القابلة للاحتراق ، ولهذا تتعدد الحرائق فى أماكن متفرقة .

٣ — تتأثر الأماكن النائية بترسبات الغبار الذرى الذى يتساقط تحت تأثير الجاذبية ، أو مع المطر ، وفى الغالب يضعف تأثير هذا الغبار كلما قلت كمياته .

التجمعات الرملية فى الصحارى :

إن مجرد هبوب الرياح على سطح الصحراء يولد نوعاً من

عدم الاستقرار بين حبيبات الرمل أو الأتربة التى على السطح ، وقد تتطاير بعض الحبيبات مندفعة إلى الجو ثم تتساقط بفعل الجاذبية ، وهذه عندما تتساقط تثير حبات أخرى من السطح وتدفعها على التطاير . . . وهكذا يمكن أن تستمر هذه الحالة . وبازدياد سرعة الريح يمكن أن تصل إلى درجة تصبح معها ذرات السطح كلها فى حركة مستمرة هى أشبه شىء بعمليات القفز والهبوط المتواصلين .

ويصل عدد الحبيبات القافزة ، وتصل طاقة دفعها لغيرها من ذرات الرمال السطحية نهايتها العظمى فى اتجاه هبوب الرياح ، وهذه يكاد يتم تصادمها فى الاتجاه الأفقى ، أى أن زاوية ميلها بالنسبة للمستوى الأفقى تكون صغيرة ، بينما فى الاتجاه المضاد لهبوب الرياح تقل كميات الحبيبات المتطايرة كثيراً أو تكاد تنعدم ، كما أنه لا تصل طاقاتها إلى نهاياتها العظمى بحال من الأحوال ، وتظل هذه الحالة قائمة حتى يحدث نوع من التوازن أو التعادل . فعندما يبدأ انسياب الهواء إذاً يكون أول أثر له هو العمل على مساواة مستوى السطح بعضه ببعض ، وهذه ناحية أشبه ما يكون بعمل الهراسات ، إلا أن هذا السطح المنبسط تكون حبيباته فى الواقع فى حالة من عدم

الاستقرار كما قدمنا ، كما أن أى تغيير صغير أو إزاحة محدودة لأى جزء من السطح لسبب من الأسباب يتبعها فوراً سلسلة من الحوادث تؤثر على شكل السطح بأجمعه ، ولهذا تكون أسطح الصحارى عادة فى حالة من عدم الاستقرار أيضاً.

ولعل الذى يثير اهتمامنا فى هذا الصدد تلك الحبيبات من الرمال التى تبلغ من الكبر درجة أنه لا يمكن للرياح السائدة أن تثيرها أو أن تحملها معها ، وقد تتناثر مثل هذه الحبيبات وتتواجد على طول الصحارى وعرضها ، ولذا نجدها تعمل دائبة على إبقاء السطح مستويا ، أى أنها تحول دون تكون أى نوع من التجمعات الرملية .

أما فى حالة وجود التموجات الرملية التى تعترض بطبيعتها اتجاه هبوب الرياح ، فإنه يمكن تفسير أشكالها المنتظمة بطريقة بسيطة تتضمن طول المسار الذى تقطعه الحبيبة القافزة بين نقطة التصادم الذى يثيرها ونقطة هبوطها . وتتكون التموجات الرملية عند النتوء الذى يعترض هبوب الرياح ، وذلك بأن تتصادم حبيبات الرمل مع سطح هذا النتوء المقابل للريح فترتفع ثم لا تلبث أن تنحدر هابطة ، وغالبا ما تتقارب مسارات أغلب الحبات فتتساقط على مساحة محدودة ضيقة ، ولا تزال هذه

العملية مستمرة وحبيبات الرمال تتراكم حتى تكون صفا طويلا من النتوء ، الذى يتلوه تكوين صف آخر على نفس النمط وهكذا . . . وبديهى أن الذى يحدد لنا متوسط المسافات بين هذه الصفوف المتراصة هو حجم الحبيبات ومتوسط سرعة الرياح السائدة . إلا أن النتيجة الأخيرة تكون عادة أكثر تعقيداً عن هذه الحالة البسيطة التى صورناها لتدخل عوامل أخرى عديدة لا محل لذكرها أو الخوض فيها .

الحواف الرملية :

وفى سياق الحديث عن بيئة الصحارى كثيرا ما يأتى ذكر (الحواف الرملية) ، وقد رأينا كيف أن (التموجات الرملية) تستخدم للدلالة على تكرار الصفوف البارزة من الرمال بحيث يبدو السطح متموجاً ، وبحيث تكون المسافات بين قمم هذه الصفوف متوقفة على متوسط مسارات الحبيبات القافزة ، وفى معنى أصح بحيث تتوقف أطوال أمواج هذه التموجات الرملية على شدة الرياح السائدة . وهناك أنواع أخرى من تموجات الرمال يمكن معها أن تتزايد أطوال الموجات تزايداً مستمراً غير محدود المدى بمضى الوقت ، وهذه هى الحواف الرملية .

وتختلف الحواف اختلافاً جوهرياً عن التموجات الرملية فى أن الأولى يمكن أن تتكون كلما كان التدرج فى حجوم حبيبات السطح كبيرا ؛ أما الثانية فهى تتولد عندما يتم تفتيت رمال الصحارى (بأى عامل طبيعى) بدرجة عندها تصير حجوم الحبيبات متقاربة ؛ كما أنها تقل ارتفاعاتها كلما زاد الترسب فى الصفوف وهذا بعكس الحواف .

وعندما تتولد حافة رملية تقل تدريجيا كميات الرمال التى تصل إلى منحدراتها بعد عبور القمة ، أى فى الاتجاه المضاد للريح ؛ وكلما زادت سرعة الرياح ترسبت حبات أكبر من الرمال على الحافة وساعد ذلك على بقائها وتماسكها ، ومن ثم نرسب كميات أكبر من الرمال عليها بمضى الوقت . وكلما زاد ارتفاع الحافة كلما زادت المسافة التى تفصل صفين من الحواف. وقد وجد أن التموجات الرملية التى متوسط أقطار حبيباتها نحو ٠,٢٥ ملليمتر تختفى تماماً عندما تهب الريح بسرعة شديدة نوعاً ، بينما الحواف الرملية تبقى وتبنى تحت الرياح الشديدة . وفى حين تتكون أغلب الحواف الرملية فى اتجاهات تعترض هبوب الرياح ، نجد أن منها ما قد يتكون أيضاً فى صفوف عديدة تجرى فى اتجاه هبوب الرياح ؛ وكثيراً ما يظهر هذا النوع

الأخير عندما تنساب الرياح فوق خط منفرد من الحواف يوجد من الأصل فى الاتجاه الموازى للريح .

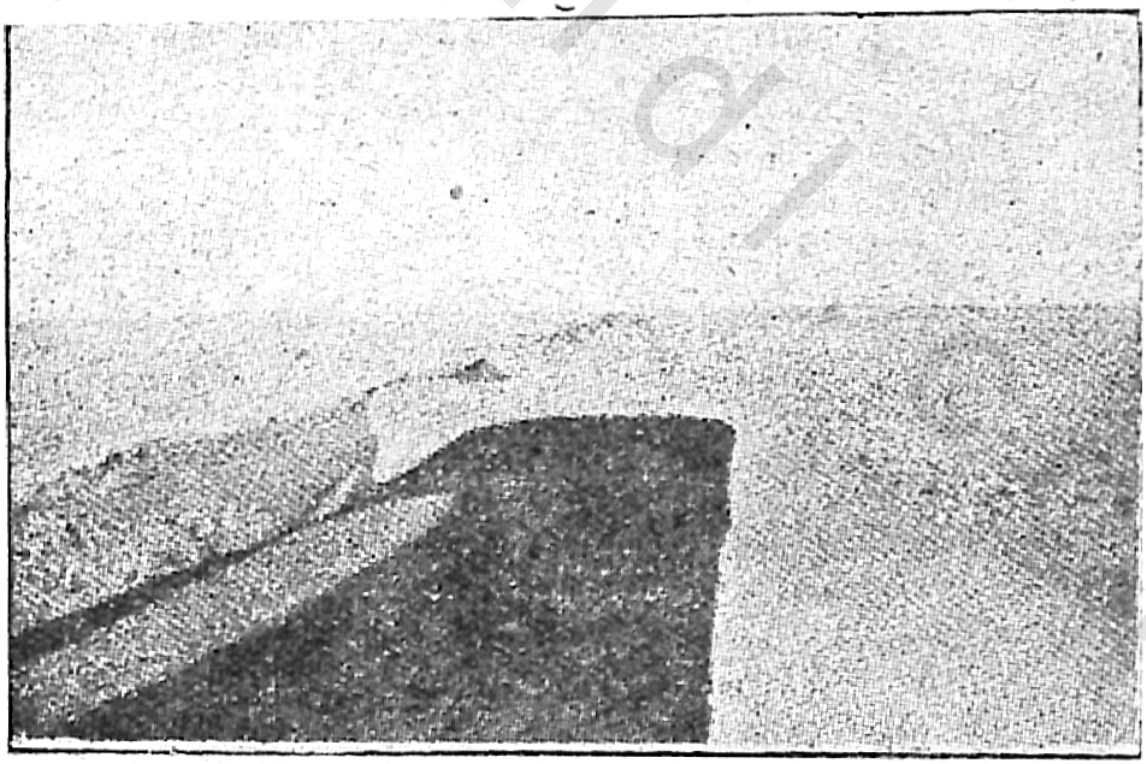
وعندما تهب الرياح بشدة تكون السرعة فى قمة الحافة التى يجرى صفها مع اتجاه الريح أقل من السرعة على جانبيها ، ولهذا تتكون مركبات أفقية تعمل على بناء صفين آخرين من الحواف على الجانبين ، وهكذا تستمر عملية بناء الحواف وتكوينها . أما إذا هب الريح خفيفاً فإن السرعة على الجانبين تكون أقل من السرعة عند قمة الحافة .

الكثبان الرملية :

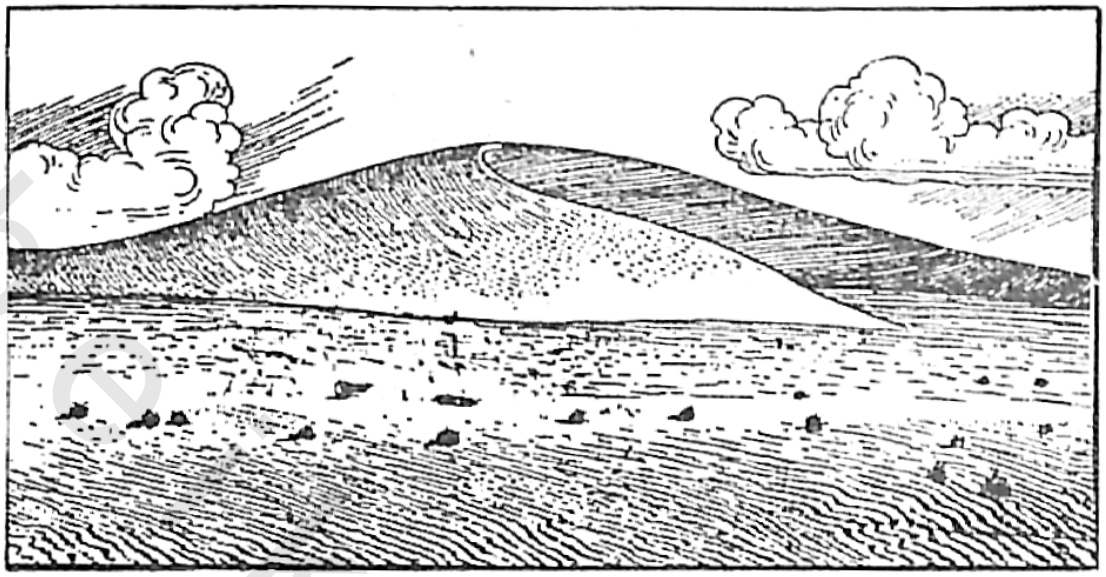
كل التحليل السابق هو فى الواقع تقديم لدراسة زحف الصحارى ورمالها على المنشآت الصحراوية ، أو لما يسمى الكثبان الرملية ، وهذه ناحية من أهم نواحى هذه البيئة ، وتتكون الكثبان الرملية بطرق مماثلة تقريباً لطرق تكون التموجات الرملية ، وهى تمثل تجمعات من الرمال يمكن أن تتحول بمضى الوقت إلى أجزاء ضخمة مرتفعة من الصحارى ، لمجرد توفر المدد الكافى من حبات الرمال وهبوب الريح من اتجاه معين .

ومن أهم صفات الكثبان الرملية أنها يمكن أن تزحف ،

أى تمشى خلال مسافات واسعة ! وقد تحتفظ بشكلها ، إلا أنها ولا شك تقضى على معالم العمران والحياة على السطح أثناء زحفها ، ولهذا فإن دراسة الكثبان الرملية لها أهميتها فى البيئة الصحراوية ، وفى حماية الطرق وخطوط السكة الحديد والأراضى الزراعية ، والمعروف فى صحارى مصر ، أن معدل الزحف للكثبان الرملية يتناسب مع ارتفاعها . ويمثل شكل (٦) حافة رملية ، كما يمثل شكل (٧) الكثبان الرملية .



شكل (٦) حافة رملية كبرى



شكل (٧) تمثيل لكثيب من الرمل

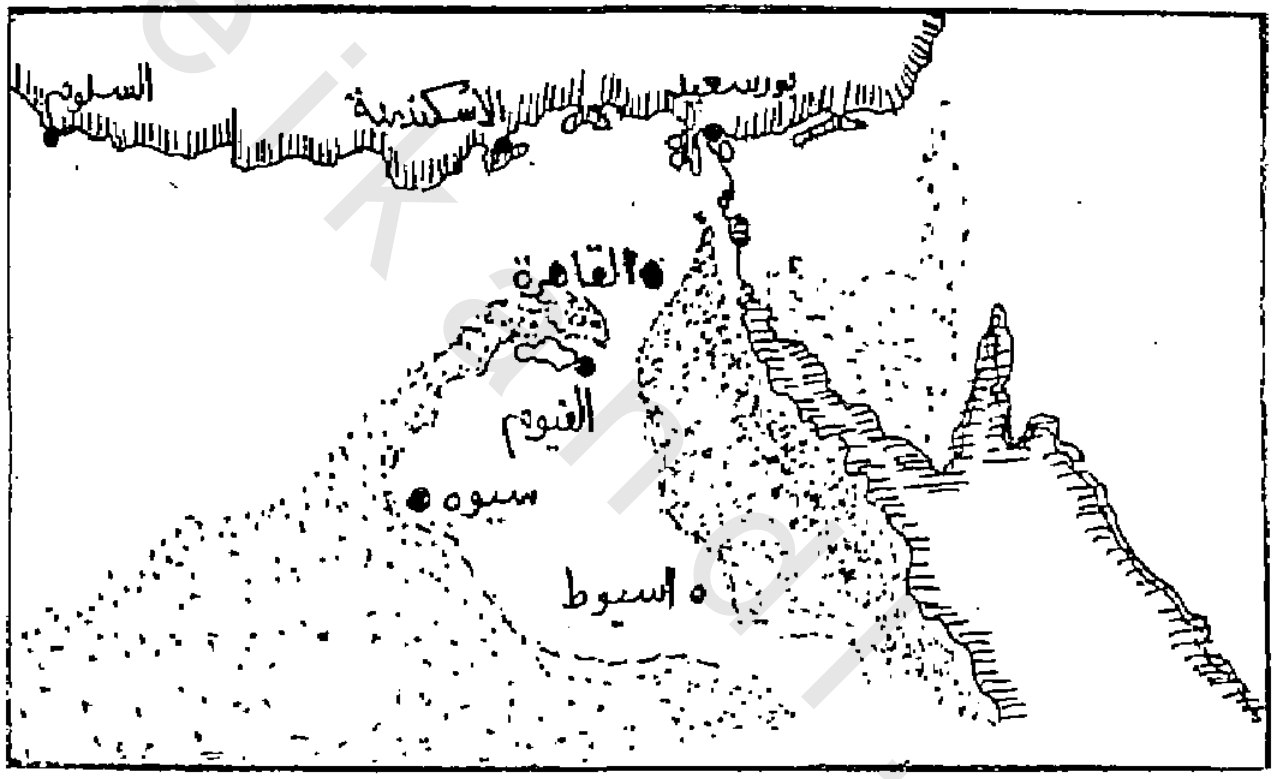
بعض مميزات البيئة لكل من الجهات الأربعة :

كلما بعدنا عن خط الاستواء فى نصف الكرة الشمالى تكون الحواجز والجدران المواجهة للجنوب (القبلى) وما يكتنفها من غرف ومنافع ومشارف . . . هى أدفأ أجزاء المبانى عموماً وأكثرها جفافاً ونوراً خلال العام ، ويمكن أن يستفاد من هذه المزايا خاصة فى الشتاء حين تقبل أغلب أشعة الشمس من الجنوب ، وتتساقط بوفرة على الأجزاء القبلية طوال النهار . فالمعروف أن جملة الإشعاعات الشمسية التى تسقط على الجدران القبلية للمبانى فى شهر يناير مثلا يزيد كثيراً على جملة ما يصلها

فى شهو يوليو ! والسر فى ذلك أن كميات كبيرة من أشعة الشمس تقبل أثناء الصيف من كل من الشرق والغرب (أى فى الصباح وبعد الظهر على التوالى) . أما أجزاء المبانى الشمالية (كالجدران والنوافذ والمداخل . . .) فهى تجابه رياح الشمال الباردة نسبيا والرطبة عموماً ، كما أنها لا تواجه الشمس بتاتاً ، ولهذا لا تدخل منها الأشعة المباشرة بحال من الأحوال . وفى مصر تسود الرياح الشمالية أغلب أيام السنة ، خصوصاً فى الصيف حيث تحدث تلطيف الجو بدرجة ملموسة وتجعل البيئة فى الواجهات البحرية غير مقبضة ولطيفة خصوصاً أثناء الليل.

وتختلف الجدران أو الأجزاء الشرقية والغربية عن ذلك كثيراً ، وكذلك تختلف بيئات الغرف والمخادع والردهات . . . المتصلة بها ، وتكون لها أجواؤها المحلية المميزة ، كما تتوقف هذه الأجواء إلى حد كبير على توزيع النوافذ والأبواب ومساحاتها فى كل غرفة . وفى مصر بالذات تكون الرياح الجنوبية الشرقية والجنوبية وخصوصاً الجنوبية الغربية أسخن الرياح وأجفها وأكثرها أتربة وتلويثا بالشوائب ، ولهذا فهى أكثر ما تترسب داخل المبانى من فتحاتها المواجهة لهبوب هذه الرياح. وإن لطبيعة موقع القاهرة — شكل (٨) — ووجودها فى عنق الزجاجة المكونة

بين مرتفعات الصحراء الغربية وجبال المقطم فى الشرق ، أثره العظيم فى أن تتميز بيئة جنوب القاهرة بوفرة الأجواء المتربة أو المضبة نسبيا ، كما أن أغلب أهويتها الحاملة للرمال تقبل من الجنوب الغربى ، الذى هو اتجاه عنق الزجاجة .



شكل (٨) موقع القاهرة فى عنق الزجاجة التى تكونها
جبال المقطم ومرتفعات الصحراء الغربية

والمعروف أن الأجزاء الغربية من المبانى تنال عادة كميات وفيرة من الإشعاع الشمسى تزيد فى مجموعها عن الكميات التى تصيب الأجزاء الشرقية ، وذلك لأن ساعات الصباح التى تتساقط فيها أشعة الشمس من الشرق كثيراً ما تسود فيها سماء

ملبدة بالشابورة والضباب أو السحب المنخفضة (أو المطيرة قرب الساحل) ؛ وكلها تحجب الإشعاع الشمسى أو تحد من قيمته على الأقل .

وهكذا نرى أنه بحساب هذه العوامل (كلها أو بعضها) يمكن أن توجه المبانى المختلفة توجيها سليما تستغل فيه البيئة قدر المستطاع ، وذلك لكى تؤدى كافة المنشآت الغرض المنشود منها بنجاح. وهناك عوامل أخرى يلزم أن تدخل أيضاً فى الاعتبار، فدورات المياه والمطابخ ونحوها يلزم أن لا تكون فى الاتجاه العام الذى تقبل منه الرياح السائدة . وجلى أن اختيار المواقع وتصميم وجهات المساكن والمدارس والمستشفيات والمصحات والمخازن والمكاتب والمصانع الخاصة والنوادى . . . كلها عمليات يلزم أن لا تتم اعتباطاً أو كيفما اتفق ، بل يجب أن يتخير لها الجو المحلى المناسب وأن توجه المبانى فيها بحيث تستغل البيئة الجوية إلى أقصى حد ممكن .

التعمير الصائب جويا :

يتضح مما سبق أنه إذا أريد توفير الصحة وزيادة الإنتاج وضمان الراحة وادخار المال ، فإن اختيار الموقع المناسب ، وتوجيه

المبانى والشرفات والنوافذ والأبواب فى كل بناء ، ورسم سياسة ما يلزم أن تكون عليه المبانى المتجاورة ، واتجاهات الشوارع والطرق العامة ، وأمكنة الميادين والحدائق والمتنزهات ، ثم توزيع الغرف والممرات ودورات المياه ومخادع النوم داخل المبانى ، كلها عمليات يجب أن تتم بطريقة جوية سليمة .

فالقرى والمدن كالكائن الحى الذى يولد ويتنفس وينمو ثم يهرم ويموت ، أو قد يولد ميتا لا أثر للتنفس فيه ! وخلايا الجسم هنا هى المبانى والمساكن وكافة المنشآت ، أما رئتيه وشرايينه فهى الميادين والمتنزهات وما يتفرع منها من شوارع وأزقة وطرقات . وما الدم الذى يجرى فيها ويعبر عن الحياة إلا أفراد الناس وسائر طرق مواصلاتهم وانتقالاتهم التى تسير بهم من هنا وهناك ليكسبوا العيش ويجددوا النشاط ، ولا بد من تنقية هذا الدم فى كل من الحالتين على حساب الهواء النقى الذى يصل إلى الرئتين . أما فى الأحياء القديمة من المدن ، حيث المبانى الخربة والأزقة والطرقات المقفلة والمكتظة ، فتكاد تنعدم التهوية ، ويكاد لا يجدد نقاء الدم ، ولذلك فهى أشبه ما يكون بجسد تملكته الأنيميا ، أو استحوذ عليه فقر الدم ، وأصبح وسطاً مثاليا لانتشار المرض حيث تجول الأوبئة وتصول ، كلما تهيأ

ظرف أو سنحت فرصة بحدوث العدوى .

والمعروف أن جراثيم الأمراض المعدية ، وأغلب الأمراض الطفيلية ، تخرج ضمن إفرازات المرضى وحاملى الميكروب . وفى حالة الأمراض الطفيلية تتلوث الأتربة الرطبة نتيجة لاستعمالها فى التبرز ، حتى إذا جفت المواد البرازية وتحولت إلى مساحيق فإنها كثيرا ما تظل ذات خطر مباشر كما فى الإسكارس . ويعيش ميكروب التيفوئيد من ١٠ إلى ١٥ يوماً فى البراز الجاف ، والدسنطاريا نحو ٤ أيام ، أما فى التربة الرطبة فتستطيع كل من بكتيريا التيفوئيد والدسنطاريا العيش أكثر من ٧٠ يوماً ! ، ومما يساعد على انتشار هذه الأوبئة والآفات الحشرات ، والقوارض ؛ مثل الذباب والصراصير ، وكذلك الرياح عندما تثير المواد الحاملة لهذه الميكروبات .

وفى استطاعة المختصين فى دراسات البيئة الجوية ، بطرق من الحساب والقياس والتوجيه الخاص ، أن يستغلوا سائر ما تجود به البيئة من مزايا وخواص للتحكم فى وسائل التهوية بطرق طبيعية ، ثم فى درجات الحرارة والرطوبة وكميات الإشعاع الشمسى المباشر وغيرها من العناصر المرغوبة . . . وتمثل هذه الاعتبارات لها قيمتها العظمى فى نجاح أعمال الإنشاء والتعمير والوصول بها إلى

مستوى منقطع النظير .

ومرة أخرى قد تكون هذه المسائل معروفة لكثير من المختصين أو غير المختصين . إلا أنها ولا شك تعتبر فى مرتبة المجهولات ، إذ قلما تؤخذ فى الاعتبار ، وتطغى عليها مسائل أخرى . وفى الحقيقة : ما استغلال البيئة الجوية ، وما التخطيط الصائب جويا إلا تجنب العناصر غير المرغوب فيها ، واستغلال العناصر المرغوبة أو المفيدة بطرق بسيطة . وكثيرا ما يلجأ الناس إلى إنجاز ذلك بوسائل صناعية تكلف القدر الوفير من المال والجهد ، مثل التكييف والتهوية والتدفئة والإنارة الصناعية . . . فليس من العجيب فى شىء أن تستغل الطبيعة نفسها مثلا فى تثبيت درجة حرارة الغرف مهما اتسعت ، وكذلك فى تثبيت درجة رطوبتها مع تمتعها بهواء نقى ، ولا يتطلب مثل هذا الأمر غير القليل من النفقات إذا توفر الحرص على استغلال البيئة الجوية كما قدمنا .

وهناك مسائل أخرى عديدة يمكن إدخالها فى الحساب أيضاً ، مثل تخير مادة البناء ، ولون الطلاء الخارجى . . . وأغلب هذه الاعتبارات تتوقف على البيئة ، ويلزم أن يتم اختيارها بطرق جوية سليمة ، فمناطق العواصف والأمطار الساحلية يلزم أن تشيد مبانيها بمواد تقاوم المطر ، كما يحسن

أن تختار مادة البناء فى المناطق الحارة أو الصحراوية من أنواع لا تستجيب سريعاً للتغيرات الجوية (من حيث الحرارة) ، وكذلك يحسن توجيه عناية خاصة بالأسقف السماوية ، فهى لا يلزم أن تكون من مواد يمكن أن تسخن بدرجات ذريعة أو غير محتملة فى الصيف . فالأدوار التى تواجه سقوفها السماء مباشرة غالبا ما تكون عظيمة البرودة فى ليالى الشتاء ، وشديدة الحرارة فى قيظ الصيف ، وهذه ظاهرة معروفة حيثما فُقد الاعتناء بهذه الأسقف . ومن الخير أن تستخدم بعض المواد البطيئة الاستجابة لتغيرات الحرارة فى مقاومة هذه الظاهرة ، وقد تستخدم بعض المواد العازلة ، ومن خير المواد العازلة الهواء الجوى نفسه ، الذى تبلغ قوة توصيله للحرارة جزءاً من عشرين ألف جزء من قوة توصيل معدن النحاس مثلا ، ولهذا يمكن أن يكون السقف السماوى من طبقتين رقيقتين بينهما طبقة من الهواء العادى .

طبقات الجو المترب داخل المدن :

يكاد جو المدن الكبيرة لا يخلو من الأتربة ، وفى أغلب المناطق يمكن فى كثير من الحالات التمييز بين ثلاث طبقات مترية هى : —

١ ــ الطبقة السطحية ــ وقد تمتد إلى نحو ١٠ أمتار فوق سطح الأرض . وأغلب مكوناتها الأتربة والشوائب التى تثار محليا . وتلعب وسائل المواصلات المختلفة دوراً هاماً فى إثارة هذا الغبار . كما أنه قد يحتوى على كثير من الحبيبات التى تترسب من الطبقتين المتوسطة أو العليا عندما توجد إحداهما .

٢ ــ الطبقة المتوسطة ــ وتمتد إلى نحو ٢٥٠ متراً ، وأغلبها من دخان المصانع والمطابخ ونحوها ، وكثيراً ما تهبط مكونات هذه الطبقة إلى قرب السطح فى الأماكن الصناعية .

٣ ــ الطبقة العليا ــ تصحب الأهوية المضبة المتربة ، وقد تمتد إلى ٣٠٠٠ متر ، إلا أن مكوناتها تترسب ببطء شديد إلى الطبقات السطحية . وتتوقف سرعة الترسب هذه على طبيعة وحجوم الذرات ، ثم على سرعة الرياح . وأغلب تيارات الهواء الصحراوية مضبة متربة . ولهذا فإن لدراسة درجات تركيز وحجوم وأنواع الأتربة فى تيارات الهواء المختلفة أهمية عظمى وتفيد فى دراسة وسائل مقاومة الغبار الجوى فى المدن ، كما يمكن إيجاد علاقة بين الحالة الصحية العامة وكمية الشوائب التى يحملها الهواء ، فإن من هذه الشوائب مجموعات لا حصر لها من الكائنات المجهرية وبقايا الفضلات والإفرازات ، ويعظم الخطر

إذا كانت الفضلات أو المجارى تصرف فى مكان غير بعيد من المدينة كشاطئ البحر مثلا ، خصوصاً إذا حملها الموج إلى حدود المدينة ، وقد تجلب تيارات الهواء معها عدوى الأمراض ، ومنها أمراض النبات والحشرات ، من جهات نائية وتنقلها من إقليم إلى آخر !

مقاومة الغبار الجوى :

بعد أن يتم تحديد الاتجاهات التى يسود منها هبوب الرياح المتربة لا يكتفى بأن تقام على مشارف المدينة المواجهة لهذه الاتجاهات مرشحات الهواء السطحى التقليدية التى قوامها صفوف عديدة من الأشجار العالية ، أو برصف الشوارع والأفاريز ، ولكن يلزم إلى جانب ذلك اتباع ما يأتى : —

١ — الحد من الأسباب (الصناعية أو الطبيعية) التى تؤدى إلى شحن رمال الصحارى المحلية التى تقتبل منها أغلب الرياح المتربة ، وذلك لكى تبقى قيمة الرياح الحرجة المحلية على الأقل عالية قدر المستطاع . ولعل خير الوسائل لإنجاز ذلك هى : (ا) تنظيم المواصلات على شبكة من الطرق المرصوفة ، ثم (ب) العمل على سحب مياه عواصف المطر المتجمعة

بقنوات منظمة إلى الوديان حتى لا توجد فرصة كبيرة لتكوين المساحيق بفعل المياه الجارية ، ولكى لا يترسب ما تكونه المياه منها على مساحات واسعة .

٢ ــ استعمال محاليل تثبيت الرمال على مساحات واسعة حول المدينة ، وكذلك فى شوارعها وأفاريزها غير المرصوفة ، وأراضيها الخربة ، خصوصاً فى أواخر الشتاء وفى الربيع .

٣ ــ سرعة إزالة الفضلات والقمامات ، ورش الشوارع ، وغسل المرصوف منها كل يوم .

٤ ــ الإكثار من الحدائق العامة والنافورات داخل المدن ، وغرس الشجر على جانبى الشوارع

٥ ــ وعلى العموم ينساب الهواء المترب بسهولة فى طبقاته السطحية على طول الشوارع والطرق المفتوحة التى تجرى فى اتجاهه ، ثم يترسب الغبار الجوى بوفرة فى هذه الطبقات عندما تقل سرعة الهواء الحامل له داخل المدينة . ولهذا نجد أن أغلب الأتربة فى القاهرة مثلاً تترسب على شرفات المنازل ، وفى مداخلها وحجراتها القبلية ، والجنوبية الغربية خصوصا ، على أن هنالك أيضا ترسبات ملحوظة تحدث فى الأرجاء المجاورة لحركات المرور الضيقة ، أو الشوارع المزدحمة . . . ويكون الترسب

أكبر ما يمكن فى الطوابق السطحية ؛ ويقل بالارتفاع . وهكذا نرى أن فى توجيه الشوارع الرئيسية فى المدينة توجيها جويا سليما قيمة عظمى فى مقاومة الغبار الجوى بها ؛ والواجب أن تخطط الشوارع والطرق الرئيسية للقرى والمدن بحيث لا ينساب إليها إلا الهواء النقى قدر المستطاع . أو بحيث تتعامد اتجاهاتها على اتجاه هبوب الهواء المترب ، أو تكون مداخلها المواجهة لهذا الهواء مقفلة بطريقة من الطرق .

القرى وتخطيطها :

لا تختلف قرى مصر كثيراً عن الخلايا الفاسدة الموجودة فى المدن والمراكز الآهلة بالسكان ، وهى الأحياء الشعبية بمبانيها الخربة التى تهدد حياة الناس من آن لآخر ، وبما يتسرب منها من أهوية كريهة مترببة أو مضببة . ويرى فريق من المهندسين المختصين (مثل الدكتور السيد كريم وغيره) : أن الوسيلة المثلى لإنقاذ جسم المدينة من خلاياها الفاسدة هى إزالة هذه الخلايا ومحتها وإعادة بنائها . أما القرى فيلزم أن تقام من جديد على نمط جوى سليم . والمفروض أن تساهم الدولة فى ذلك بطريقة ما ؛ فإن نقطة الضعف الحقيقية فى الموضوع كله تكمن وراء الفلاح

نفسه، وإدراكه القاصر، وإمكانياته المحدودة. فبيته لا مرحاض ولا حمام فيه، وغرفه ضيقة قليلة الارتفاع؛ تكاد تكون معدومة التهوية والإنارة، اللهم إلا ما ينفذ إليها من (طاقة) أو (طاقتين) من هواء أو ضياء! أما الأرض فترابية والحوائط غير مبيضة ولا مدهونة. ويوجد الحوش أمام الغرف، وهو مكشوف للسماء وفيه البهائم والدواجن على السواء، إلى جانب الفرن (والكانون) وأكوام السباخ!

وهناك تصميمات عديدة للقرى الحديثة نخص بالذكر منها ما اقترحه الدكتور السيد كريم الذى يرى أن تسير الطرقات متوازية فى اتجاه الرياح البحرية؛ أى تمتد من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى تقريبا، حتى يمكن تهوية جميع الطرقات تهوية طبيعية مستمرة. وتبعاً لشكل تلك الطرقات المتسعة قليلا عند مداخلها والمقفلة من ناحية المخارج (بجسر يمتد فى جنوب القرية مثلا)، يمكن أن تبدأ دورة الرياح الطبيعية من الطرقات النظيفة وتتخلل المنازل ثم تخرج إلى الطرقات القذرة، وفى نفس الوقت تبقى الطرقات النظيفة معزولة عن الرياح القبلية (بالجسر المقام قبلى القرية) كلما هبت تلك الرياح.

ولعل الفكرة الأساسية تحوم حول محاولة تعديل المبنى

تعديلا جويا سليما : أو جعله صحيا قدر المستطاع من حيث توزيع الرياح وكافة المنافع التى تهم الفلاح . وقد تستخدم مواد للبناء ذات قيمة جوية خاصة إذا توفرت الإمكانيات ، فمثلا هناك ألواح السلوتكس التى تجهز من مصاصة القصب حيثما توفرت ، وهى تمتاز بعزلها للحرارة والرطوبة والصوت ، ويمكن استخدامها فى بناء مساكن الفلاحين والعمال ، بطرق هندسية خاصة فى الأسقف والقواطيع والحوائط (كما اقترح فى مؤتمر المهندسين عام ١٩٥٣) .

والمهم فى البيوت القروية أن يكون الفرن خارج الحجرات غير بعيد لإمكان استغلاله فى تدفئة القاعة وغرفة النوم ، وتصنع المصطبة والسرير من الطوب الأخضر وتدفأ بهواء الفرن الساخن ، مع بقاء رماد الفرن وفضلاته خارج الحجرات . ويمكن أن تكون الأسقف مقوسة كالقباء . واستعمل القبو الطوبى منذ القدم ، واستخدمه الفراعنة فى تغطية مخازن الغلال ، وله ميزات منها : أنه لا يجمع مياه المطر فى أعلاه ، ويرطب الجو داخل الحجرات ، ويقاوم الحرارة ولا تعلق به الحشرات . . . ، إلا أن شكل القباء غير مقبول عادة كما أنه لا يتيح للفلاح فرصة استخدام السطح فى تجفيف وخزن حاصلاته والنوم صيفاً . . .

وفى تصميم السيد كريم قسمت المنازل إلى قسمين : القسم غير النظيف ويشمل الزريبة والمرحاض ومدخل المسكن ؛ والقسم النظيف وقوامه مدخل الحوش السماوى والقاعة وحجرات النوم . وقد عمل على ضم كل الزرائب والأفران والأحواش بالنسبة لكل مجموعة سكنية فى مجار طويلة مستمرة فى اتجاه هبوب الرياح ، وذلك حتى يمكن تهويتها ومنع دخول روائحها أو سحب الدخان المنبعثة منها إلى الحجرات .

موسم الحرائق بقرى مصر :

يحل موسم الحرائق بقرى مصر عادة كما قدمنا أواخر الشتاء وبدخول الربيع ، ويتسبب عن هذه الحرائق بطبيعة الحال خسائر جسيمة فى الأنفس والممتلكات . وقد ذكر الأستاذ محمود حامد محمد ، المدير السابق لمصلحة الأرصاد الجوية : أن سببها التغيرات الفجائية التى تحدث فى اتجاه الريح عندما يتحول سريعاً من القبلى إلى البحرى بدخول الجبهات الباردة ، ومن ثم تطاير الشرر من أماكن إضرام النار فى اتجاه غير متوقع ، وقد يصيب أكوام القش أو أكداس الخزين على الأسقف ، ثم يمتد مع الريح من منزل إلى آخر . . .

وخير وسائل مقاومة هذه الحرائق هو أن يؤخذ فى الاعتبار الأول التصميم الجوى السليم للقرى . على أنه فى وضعنا الحالى ؛ يجب التنبيه على الفلاحين بما يجب اتباعه وتنويرهم ؛ ثم إنذارهم بطريقة من الطرق العملية كلما تهيأ الظرف لمرور الجبهات الباردة التى يتطاير مع هوائها الشرر بعد أن ينعكس اتجاه الريح . ويمكن أن تستغل تقارير مصلحة الأرصاد الجوية الدقيقة وإذاعاتها فى هذا الصدد .

الطبيعة والبحر :

قد يبدو سطح البحر لأول وهلة عديم الحدود متشابه الأجزاء ، ولكن الحقيقة أنه يمكن أن يقسم إلى مواطن تختلف من حيث الخواص الطبيعية للمياه السطحية التى تهيمن على توزيع الأحياء . فسائر الكائنات البحرية والأسماك والحيتان وأنواع الأخطبوط والسلاحف والطيور المائية ونحوها . . . كلها أمم يتوقف توفرها على نوع المياه التى تناسبها وتلائم حياتها من برودة أو دفء ، ومن توفر الأملاح أو قلتها ، ومن صفاء أو تعكير لشفافية المياه وقابلية ، أو استحالة ، لنفاذ الأشعة الشمسية خلالها إلى غير ذلك من عناصر الطبيعة . ولعل أوضح ما تدركه العين

من خواص البيئة السطحية هو لونها ، فى عرض البحر (بعيداً عن الشواطئ) يكون اللون الأزرق (أزرق البحر) دليلا على الجدب أو شبه الخلو من الحياة ، أما الماء الأخضر على اختلاف ألوانه فى المناطق الساحلية فيدل على الحياة . إن زرقة الماء كزرقة السماء ، معناها الخلو من الأجسام الغريبة الحية أو غير الحية ، أما المياه الزاخرة بأنواع الحياة ، فإن موجات الضوء المختلفة يمكن أن تتشتت فيها وأن تختلط الألوان المشتتة . ويحدث التكاثر فى مواسم ارتفاع الحرارة عادة . وقد يفضى التكاثر الموسمى هذا لبعض الأحياء التى تحتوى أصباغاً حمراء أو سمراء ، إلى تلوين المياه بمثل هذه الألوان . ومجمل القول أن لون البحر فى مناطقه المختلفة ، هو الدلالة المباشرة على وجود ، أو انعدام البيئة الملائمة للحياة فى المياه السطحية كما قدمنا .

ومن أقرب الأمثلة على أن اختلاف درجة الحرارة لمياه البحار المختلفة هو أهم عامل يحدد توزيع الكائنات الحية فيها ، أنه يمكن حصر المناطق التى تتواجد فيها الشعب المرجانية مثلا بين خط عرض ٣٠ درجة شمالا وجنوباً ، وبالرغم من أن بقايا الشعب المرجانية القديمة كشف عنها فى المياه القطبية ، إلا أن هذه الحقيقة يمكن تفسيرها بأن جو هذه المناطق الباردة الآن ،

كان حاراً فى بعض الأزمنة الغابرة ، إذ أن التركيب الجيرى للشعب المرجانية لا يحدث إلا فى ماء درجة حرارته نحو ٢١ درجة مئوية . وحيث يحمل تيار الخليج فى المحيط الأطلسى مياهاً دافئة تسمح بنمو الشعاب المرجانية يتموج ، أو يتزحزح خط التكاثر شمالا إلى برمودا عند خط عرض ٣٢ شمالا ، كما أن مساحات واسعة من المنطقة الاستوائية على السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية وأفريقيا تصل إليها مياه باردة من المناطق الجنوبية للمحيط فتمنع نمو المرجان .

ومن المعروف والملموس أن درجات الحرارة المرتفعة نسبيا يمكن أن تنشط عمليات التكاثر والنمو ، والعكس بالعكس ، ففى المدة التى يتولد فيها جيل واحد من الكائنات فى مياه المناطق الباردة يتكون فيها عدة أجيال فى المناطق الحارة ، مما يزيد فى هذه المناطق الأخيرة فرصة التطور والتنوع فى الكائنات وأنواعها . وليس معنى ذلك أن عدد أفراد أى نوع من الكائنات فى المناطق الحارة يلزم أن يكون أكبر مما قد يوجد فى المناطق الباردة ، فقد يحدث العكس لتدخل عوامل أخرى مثل توزيع الأملاح المعدنية . فمثلا أثناء شهور الشتاء الطويلة فى المناطق الباردة يصيب المياه السطحية برد الشتاء ، وعند حلول الربيع يأخذ

الماء البارد الثقيل فى الهبوط ويحل محل طبقات دافئة أسفل منه . وتعلو هذه بدورها، وهى غنية بثروة عظيمة من مواد معدنية تراكمت فى القرار من رواسب اليابس ومن بقايا حيوانات البحر الميتة ؛ ثم ما يتخلف من هياكل الحيوانات الأولية . وهكذا نرى أنه بحلول الربيع تصعد الطبقات الدافئة السفلى إلى السطح وهى محملة بكميات وفيرة من المواد المعدنية المعدة للاستعمال بأنواع شتى من الأحياء . وتصبح المياه السطحية المحاية بمثابة المراعى الخصبة أو الحظائر المتسعة لتربية صغار الكائنات .

وكما أن نبات الأرض يعتمد فى غذائه على ما فى التربة من أملاح معدنية، فكذلك نبات البحر يتوقف نموه على الأملاح أو المواد المعدنية الموجودة فى ماء البحر . ولا بد لبعض النباتات من الحصول على مادة السليكا لتكوين جدرانها الخارجية ؛ وهذه وغيرها من نبات البحر المجهرى يحتاج إلى الفوسفور . وهى فى الشتاء تتحول إلى بذور أو جراثيم مغلفة بأغلفة متينة تقيها قسوة البرد ، وتظل فى حالة ركود حتى مطلع الربيع ، حين تنشط وتتكاثر على حساب المواد المعدنية وضوء الشمس . وعادة تعيش حيوانات بحار المناطق الحارة فى مياه أعمق نسبيا من تلك التى تعيش فيها حيوانات المناطق الباردة ، وتعيش أغلب الطيور

على هذه الحيوانات . ومن ثم نجد أن طيور البحر فى المناطق الحارة أقل كثيراً من طيور البحر فى المناطق الباردة .

وفى عرض البحر أيضاً يحدث ارتفاع الماء من الأعماق بانتظام بعيداً عن السواحل فى مواطن عديدة . وحيثما تحدث هذه الظاهرة تكون سبباً فى خلق بيئة بحرية تزخر بالحياة ! فهناك فى المصايد الكبرى ما يكون الأساس فى تواجدها مجرد صعود المياه العميقة إلى السطح ! فشاطئ الجزائر مثلا يشتهر بمصائد السردين بسبب تصاعد المياه هناك وتزويدها السطح بالأملاح اللازمة لسد حاجة مقادير لا نهائية من الكائنات المائية . وعلى غرار ذلك الساحل الغربى لمراكش . وهناك أيضاً وفرة فريدة فى مجموعة الأسماك فى بحر العرب على ساحل الصومال حيث تتواجد مناطق تتصاعد فيها المياه الباردة من الأعماق .

بحارنا المحلية :

لدراسة البيئة الطبيعية فى كل من البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط قيمة عظمى تساعد فى دراسة الأحياء واستغلال الثروة البحرية . أما البحر الأحمر فهو يخترق مناطق تختلف فيها تيارات الهواء ، وأغلبها صحراوى يتميز بالجفاف وخصوصاً

فى الشمال . وتزيد كميات البخر من سطح البحر كثيراً على ما يتساقط فيه من مطر ، كما أنه لا تصله مصارف مياه ذات بال ولا يصب فيه نهر. وهو بطبيعة ما يحده من مرتفعات على الجانبين لا يتسرب بخار مائه إلى مناطق بعيدة ، بل يقتصر أثرها غالبا على سواحله ومنحدرات المرتفعات من حولها . ولهذا يكون هذا البحر وسواحله منطقة مناخية يمكن أن تقسم إلى ثلاثة أقسام هى : —

١ — البحر الأحمر الشمالى (شمال خط عرض ٢١ درجة) ؛ وهذه هى منطقة الرياح الشمالية . وفى خلال المدة الممتدة من أكتوبر إلى مايو تقريبا ، تتعرض هذه المنطقة لغزو الانخفاضات العرضية التى تقبل من الغرب. وفى أشهر الشتاء بالذات (ديسمبر — فبراير) تهب على هذه المنطقة من آن لآخر رياح شمالية غربية أو غربية شديدة وممطرة أحيانا ، وذلك كلما تولد انخفاض جوى قبرصى عميق . ومن أهم مميزات انخفاضات الربيع أنه يسبقها رياح جنوبية شرقية ساخنة ومضبة تعرف عادة باسم (الأذيب) ، أما فى أواخر الخريف فإنه يصحب مرور الانخفاضات على هذه المنطقة حدوث عواصف الرعد المحلية التى قد يصحبها مطر غزير ، يتدفق ماؤه إلى البحر أحياناً فى

مجار صغيرة عديدة .

٢ — البحر الأحمر الأوسط (الحزام الضيق الواقع بين خطى عرض ٢١ و ١٩ درجة ؛ وقد يتذبذب قليلا صوب الشمال أو الجنوب) وأهم مميزات هذه المنطقة انخفاض الضغط الجوى فيها ووفرة حدوث حالات السكون . وتحدث عواصف الرعد فى أكتوبر أو نوفمبر ، ويصحبها مطر غزير جداً أحياناً يدوم ساعة أو ساعتين وتهبط معه الرؤية إلى أقل من ١٠٠ متر ، كما يصحبها أنواء محلية غاية فى الشدة .

٣ — البحر الأحمر الجنوبى (جنوب خط عرض ١٩ درجة) ، وتسود فيه رياح ما بين الشمالية والشمالية الغربية خلال الصيف ؛ إلا أنه فى الموسم البارد نسبيا ينقطع هذا التيار ليحل محله تيار جنوبى أو جنوبى شرقى . وقد تحدث عواصف الرعد فى أى وقت .

وتبعاً لهذا الجهاز الجوى تحدث تجمعات مائية فى شمال البحر فى فصل الشتاء ، وفى جنوبه فى فصل الصيف ، إذ لا تتسع منافذ البحر فى شماله أو فى جنوبه لمرور الماء الذى تجرفه الرياح السائدة بوفرة . وتصل ملوحة المياه السطحية أكبر درجاتها فى الشمال ، وخصوصاً فى الصيف حين تربو درجات

الحرارة على ٣٠ درجة مئوية . أما فى الشتاء فتنخفض درجة الحرارة وقد تصل إلى ١٨ درجة فقط . مما يرفع من كثافة الماء السطحى فيغوص إلى الأعماق . وبهذه الطريقة تتكون مياه خاصة بالأعماق فى البحر ، تتميز بملوحة عالية ودرجات من الحرارة بين ٢١,٥ - ٢٢ . وتقل فى هذه الطبقات كميات الأوكسجين بسبب زيادة ما يستنفد منها على ما يرد إليها من السطح .

وتفيض المياه السطحية عبر القنال متأثرة بثلاثة عوامل هى :

١ — اختلاف مستوى الماء فى البحرين الأحمر والأبيض.

٢ — الرياح السائدة .

٣ — ازدياد ملوحة مياه القنال وخصوصاً فى البحيرات المرة .

ولما كان مستوى ماء البحر أعلى عند السويس من المستوى عند بورسعيد (خاصة فى الشتاء) ، فإن المياه السطحية تفيض من البحر الأحمر إلى البحر الأبيض خلال الموسم البارد ، أما فى المدة من يونيو إلى سبتمبر فيحدث العكس . وتفيض المياه المرتفعة الملوحة من قاع البحيرات المرة إلى البحر المتوسط طوال العام ، كما أنها تنتقل إلى البحر الأحمر فى الفترة الممتدة من يوليو إلى ديسمبر — راجع شكل (٩) — ومن الطبيعى أن نقرر أن كميات المياه أو الأملاح التى تنتقل عبر القنال ليس

لها قيمة تذكر فى مجال دراسات البحرين الأحمر والأبيض .
وفى البحر الأحمر فى الصيف يدفع نسيم البر المياه السطحية بعيداً عن الشاطئ العربى . فتندفع مياه الأعماق لتحل محلها فى صورة انبثاق . أما فى الشتاء فيدفع نسيم البر المياه السطحية بعيدا عن الشاطئ الأفريقى . وتنبثق مياه الأعماق لتحل محلها عند الشاطئ الأفريقى .

أما البحر الأبيض المتوسط ، فهو بدوره لا يلعب دوراً هاماً فى التأثير على مياه المحيط الأطلسى السطحية . ذلك لأن كمية المياه التى تدخل البحر المتوسط من بوغاز جبل طارق إنما تمثل جزءاً صغيراً من كتل الماء التى تحملها التيارات السطحية العظمى فى ذلك المحيط . ولعل تأثير البحر المتوسط يظهر بوضوح أكثر فى المياه العميقة لشمال الأطلسى . إذ يضيف إليها هذا البحر كميات كبيرة من مياه مرتفعة الملوحة عبر بوغاز جبل طارق الذى يصل اتساعه إلى نحو ٢٠ كيلومتراً وعمقه نحو ٣٢٠ مترا .

وبصرف النظر عن تحكم البيئة الطبيعية فى البحار وأحيائها ، وإغداقها تارة وإقتارها أخرى على النحو الذى وضحناه ، فهذه ناحية يبدو أنه لم تتم دراستها فى بيئات بحارنا ، ولم يثبت أن

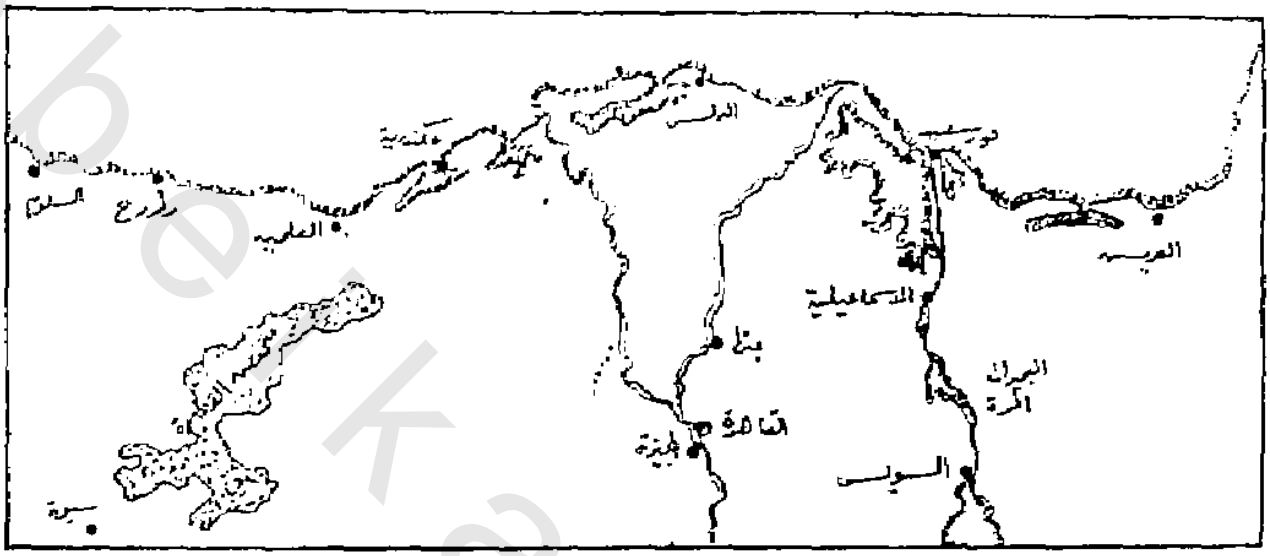
شرق المتوسط مثلا هو صدى من أصداء (صحارى البحر) أو قفر كقفار شمال أفريقيا كما يقال أحياناً .

مساقط المياه :

هذه ناحية هامة جداً من الطاقات التى يمكن أن تتوفر فى بعض المواطن على نطاق واسع مستمر كما قلنا . وقد يلزم لانطلاقها من عقالها فى بعض الحالات طائفة من التعديلات فى طبيعة السطح المحلى ، وذلك إذا قصد استثمارها فى مشروعات لتوليد الكهربا والقوى المحركة التى يمكن أن تقوم عليها صناعات عديدة . وليس المفروض الآن أن نقتصر على ذلك المشروع الجبار المعروف باسم السد العالى ، ولكن المقصود أن نتعرض هنا لموضوع استغلال مساقط المياه التى يمكن أن توفرها الطبيعة فى مناطق أخرى صحراوية مختلفة مثل منخفض القطارة . وتلعب البيئة الجوية دورها فى أن كميات البحر من المياه المتجمعة فى المنخفض ، يمكن أن تتعادل مع كميات المياه التى تنساب إليه من البحر ، وتولد القوى المحركة ، وهكذا يتم النجاح ويؤدى المشروع الغرض المنشود .

ويبين شكل (٩) وضع هذا المنخفض الذى يهبط سطحه

فى بعض أجزائه أكثر من ٣٨ مترا تحت سطح البحر . ولا يلزم لقيام المشروع إلا توصيل الانخفاض بالبحر فى أقرب نقطتهما .



شكل (٩) منخفض القطارة فى الصحراء الغربية وقنال السويس فى الشرق

وسوف يصحب قيام المشروع تغيير تام فى الجو المحلى ، أى أنه لن تقتصر فائدته على مجرد توليد القوى المحركة ، بل إنه سيخلق إلى جانب ذلك بيئة رائعة للمصايف والمشاتى ، كما أنه سيقلل من كميات الأتربة الجوية التى تحملها الرياح الغربية إلى مصر ، وفى نفس الوقت يزيد من مقادير بخار الماء العالق فيها ، ومن ثم يزيد من نسبة السحب العابرة وكميات المطر . وهذه كلها عوامل تساعد على تلطيف الجو المحلى والبعيد الذى قد يمتد إلى الجيزة .

ولكى نكون فكرة واضحة عن كميات البخر الحالية حول

هذا المنخفض درسنا جانبا من متوسطات البخر اليومى من ثلاث محطات فى شمال وجنوب المنخفض تقريبا . وهى مطروح والإسكندرية ، وسيوة . ومنها تبين أن متوسط البخر اليومى الحالى يصل إلى ٧,٩ ملليمتر على مدارات العام . ويمكن أن تهبط هذه القيمة أو هذا المعدل بعد تنفيذ المشروع وازدياد أبخرة المياه العالقة فى الجو . إلا أن الهبوط مهما بلغ لن يجعل قيمة البخر فى هذا المنخفض تقل عن متوسطات الإسكندرية ، التى تبلغ على مدار العام ٥,٠ ملليمترات على السنتيمتر المربع فى اليوم الواحد .

وهناك قول بأن هذا المشروع بالذات يؤثر على أراضى الدلتا وزراعاتها وعلى المناطق المتاخمة عن طريق تسرب المياه الجوفية ، وهذا رأى جدير بالدراسة على أية حال .

البخر نتح وطبيعة الصحارى :

البخر من أهم عناصر الطبيعة التى يقوم عليها عالم النبات . وتتوقف كميات البخر ومعدلاته فى أى منطقة أو سطح من الأرض على درجة الحرارة ، وشدة الرياح ، ومقدار رطوبة الجو ، ثم على نسب الإشعاع الشمسى الوارد . ويشتد البخر من الأسطح المائية التى قد تتواجد فى بيئاتنا الصحراوية ، ولهذا توصف هذه البيئات بالجفاف ، كما تمتاز نباتاتها بعظم مقاومتها لهذا الجفاف .

والمعروف عموماً فى أى بيئة أنه يخرج من الأوراق معظم الماء الذى يمتصه النبات من التربة على هيئة نتح ، بينما تستخدم كمية ضئيلة جدا منه فى تكوين غذاء النبات . وعلى هذا الأساس يمكن اعتبار التربة خزانا يستقبل الماء الوارد (من المطر أو القنوات . . .) . ويفقد جزء من هذا الماء بواسطة البخر من سطح التربة فى حين يمتص النبات الغالبية العظمى من الماء الوارد ويضيفه إلى الهواء فى صورة نتح .

ويسمى التأثير المشترك لفقدان المياه عن طريق النتح والبخر المشار إليهما معاً باسم (البخرنتح) ، ومعناه عملية انتقال الماء من التربة إلى الهواء ، سواء تم ذلك مباشرة بالبخر أو عن طريق غير مباشر ، كما يحدث فى النتح . وتتضمن كمية البخرنتح هذا التعبير عن احتياجات النبات من المياه . وكلما ازداد توفر المياه فى التربة ازدادت كذلك كمية الماء التى تفقد عن طريق البخر نتح. وعلى ذلك فإنه يمكن الحكم على البيئة بأنها رطبة أو جافة من الوجهة الزراعية ، لا بقياس كمية المطر الذى يسقط فحسب ، بل تدخل فى ذلك حتماً كمية المياه التى يحتاج إليها النبات والتربة معاً للقيام بعملية البخرنتح على الوجه الأكمل ، فإن تعدت كمية المطر مقدار البخرنتح اعتبر الإقليم رطباً ،

وإن قلت عنه اعتبر جافا (صحراويا) ، وإن حدث التعادل تقريباً فإن الإقليم تكون بيئته متوسطة الرطوبة .

ولما كان النتح هو العامل الذى ينظم درجة حرارة أوراق النبات ، كما يبلغ نمو معظم النباتات ذروته العليا فى درجات حرارة متقاربة فإنه ، مع توفر المياه اللازمة فى التربة ، تكون كميات المياه التى ينتحها سطح التربة المغطى تماماً بالحشائش فى أى وسط أو موطن ، متوقفة على مقدار الإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة فى تلك البيئة أكثر من توقفها على نوع النبات . وهكذا أصبح البخر نتح من حيث الكمية والتوزيع على مناطق الأرض من العوامل المناخية الهامة التى يلزم دراستها لفائدة الإرصاد الزراعية ؛ ولهذا أدخلت فكرة جديدة أيضاً هى فكرة البخر نتح العيارى .

ويعرف البخر نتح العيارى ، بأنه كمية المياه التى يفقدها سطح من التربة ، مغطى تماماً بالحشائش مع توفر الماء اللازم فى التربة لاستخدام النبات فى جميع الأوقات . وهو يختلف عن البخر نتح الذى يعبر عن كمية المياه الفعلية التى تفقد عن طريق البخر نتح فى حالة عدم توفر المياه اللازمة لاستخدام النبات فى جميع الأوقات . وقد ابتكر الأستاذ (ثورنتويت) رئيس لجنة المناخ الدولية جهازاً يمكن بواسطته قياس كمية البخر نتح العيارى .