



# استخدام الضباب كمصدر للمياه

مركز فقيه للأبحاث و التطوير 1997م ©

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

استخدام الضابح كمصدر للمياه

دكتور عبد الفتاح أحمد الحسيني

الجمعة 10 ربيع الثاني 1420

## قائمة المحتويات

ب	قائمة المحتويات
1	الضباب
2	ظاهرة الضباب
4	تكوين الضباب
8	النبؤ بالضباب
8	الانبؤات الجوية
10	الانبؤ بحالات الضباب
13	جمع مياه الضباب
13	اختيار الموقع
15	التكلفة التقديرية لجمع مياه الضباب
15	جدول أ بيانات من ثلاث مواقع لجمع المياه من الضباب
17	رسم توضيحي 1 جهاز تجميع المياه

# الضباب

## مياه الضباب

الضباب من المكونات الجوية الغنية بالمياه ، فقطرات المياه التي يحملها الضباب معه تتساقط على أوراق الشجر العريضة وأوراق النباتات المفلطحة ، كما هي الحالة في المناطق الاستوائية ( مثل غابة المطر في أمريكا اللاتينية ) ، والغابات الجبلية الموجودة في المناطق المعتدلة الحرارة ، وفي مناطق الجبال المغطاة بالحشائش ( كحشائش الاستبس ). هذه المياه التي يجمعها الزرع من الضباب مصدر من المصادر الرئيسية لري المساحات الشاسعة من الشجر والحشائش والزرع البري .

أما المناطق الصحراوية الساحلية القاحلة التي يتعذر وجود الزرع الكثيف فيها لندرة الماء فعادة ما تكون كمية الضباب فيها ضئيلة وإن تواجد الضباب بكثافة عالية فزمن تواجده محدود أو مدد تكوينه قليلة على مدى الحول ، إلا أن بعض السواحل القارية الجرداء يتكون فيها الضباب بغزارة إلا أنه يندفع إلى البحر أو يفقده ماءه نتيجة التخبط في الإنشاءات البحرية قبل أن يتساقط مأؤه إلى الأرض ، هذا نتيجة عدم وجود نباتات تستخلص منه الماء وتدره على التربة ، ونتيجة أن درجة حرارة الجو أعلى من درجة الندى<sup>1</sup> ، وعموماً فالضباب من مصادر المياه التي تساعد على زيادة حصيلة المياه الجوفية وتكوينها .

---

<sup>1</sup> من المتعارف عليه في عالم الأرصاد الجوية أن انخفاض درجة حرارة الجو بعدة درجات في مناطق الساحل الغربي في المملكة قد يؤدي إلى هطول الأمطار وتكثف مياه الضباب .

## ظاهرة الضباب

الضباب سحاب يغطي الأرض كالدخان ، ويكثر في الغداة الباردة ، الضباب بخار ماء يشبه الندى<sup>2</sup> سريع الانتشار ، وقطرات الضباب صغيرة جده إذ يصل قطر القطرة الواحدة إلى أقل من واحد على الألف من المتر<sup>3</sup> . أما معدل السقوط فلا يتعدى الخمسة سنتيمترات في الثانية<sup>4</sup> ، فقطرات الضباب كذرات مياه الرطوبة الجوية ، تكاد أن تكون معلقة في الهواء . وإذا هبت على غمامة من ضباب رياح خفيفة دفعته إلى أن يتحرك في ي مسارها أفقياً .

يتكاثف الضباب قرب سطح الأرض كالدخان فيحجب الرؤية ، قد يتسبب الضباب الكثيف في تعطيل حركة الطيران وتصبح في قيادة السيارات سواء على سفوح الجبال أو على سواحل البحر والبحيرات ، وقد يتداخل مع الضباب غشاء من رذاذ الماء المتكاثف على دقائق الدخان أو الغبار في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي فتضعف معه الرؤية .

وعادة ما يشار إلى ضباب بأنه كثيف أو متوسط أو خفيف وفقاً لمدى الرؤية المتاحة عند تواجده ففي الضباب الكثيف تتراوح مجال وضوح الرؤية العدم إلى حوالي 1 كيلو متر ، فوق هذا المجال وحتى مدى الخمسة كيلومترات يكون الضباب متوسط الكثافة .

<sup>2</sup> حجم ذرات الضباب يضاهي حجم ذرات بخار الماء وذرة الضباب أصغر كثيراً من حبات مياه المطر كما أنها أصغر من قطرات الندى .

<sup>3</sup> مليمتراً .

<sup>4</sup> قطرات المطر قد يصل قطر الواحد منها إلى عدة مليمترات ، وتسقط بمعدل قد يصل إلى تسعة أمتار في الثانية

أما مجال وضوح الرؤية في حالة الضباب الخفيف فهو من 5 كيلو متر إلى 11 كيلومتر<sup>5</sup> وطريقة الكشف على كثافة الضباب ، حال وجوده والتي ما زالت متبعة في المناطق الجبلية وفي أعالي البحار هو استخدام دوي بوق ورصد الصدى الناجم عنه إما بالأذن أو بجهاز لقياس المدة بين دوي الصوت وعودة الصدى.

وأغلب الضباب الكثيف يتكون في فصل الشتاء بين شهر سبتمبر وشهر مارس ، إلا أن تكون الضباب يختلف من مكان إلى آخر ، بل إن تكون في المكان الواحد قد يختلف كثيراً من سنة إلى سنة ، غير أن كثرة حدوثه تكون في الموسم البارد نسبياً .

والضباب منتشر على تلال الساحل الغربي من المملكة<sup>6</sup> في معظم أيام السنة ، أما في الساحل الشرقي فإن شهر أكتوبر هو بداية موسم الضباب الذي يستمر حتى يناير<sup>7</sup> .

أما تكوين الضباب في الطبقات العليا من الجو فهو نتيجة هبوب رياح متفشية وتساعد نسيمات البحر أثناء النهار التي تدفع الطبقات العليا من السحب البحرية المتراكمة فترتطم على أحرف الجبال<sup>8</sup> ، أما ضباب الطبقات الدنيا فيحدث في بعض المناطق على

---

<sup>5</sup> ليبر ، ديل ف. ، 1994. مراجعة: الضباب على الشاطئ الغربي للولايات المتحدة الأمريكية. النشرة الدورية للجمعية الأمريكية للأرصاد الجوية. مجلد 75 ، رقم 2 ، صفحات 229-240.

<sup>6</sup> استحداث أجهزة لاستخلاص المياه العذبة من رطوبة الجو تقرير مركز فقيه للأبحاث والتطوير ، 10 محرم 1419هـ ، صفحة 96 .

<sup>7</sup> زاوية السلامة ، السياقة في الضباب ، عن نشرة السلامة ، إدارة منع الخسائر في أرامكو السعودية ، الحصاد صفحة 30 العدد الحادي والعشرون - السنة التاسعة ، جمادى الآخرة 1417هـ .

<sup>8</sup> شمنا وار ، روبرت س ، سرسيديا ، بيلار ، مارس 1992 ، جودة المياه المجتمعة من الضباب للاستخدامات الزراعية والشخصية في شيلي ، المجلة الدورية للأرصاد الجوية التطبيقية ، مجلد 31 ، صفحات 290-375 .

طول السواحل. كما أن ما يسمى بالضباب الإشعاعي<sup>9</sup> فيتكون في الوديان البعيدة عن البحر<sup>10</sup>.

وأما كان حدوث الضباب شائع قبل انبثاق الفجر ( الفلق ) فهو النوع الذي يطرأ للذهن على التو عند ذكر الضباب ، إلا أن هذا الضباب إشعاعي وسرعان ما يتلاشى. أما الضباب الهام بالنسبة لما يحتويه من ضباب رذاذ الماء فهو الضباب الذي يتكون قرب سطح البحر عند انخفاض درجة الحرارة أو عند سفوح الجبال المنخفضة الحرارة نسبياً<sup>11</sup>

وكما أن الناس تتقبض لظهور الضباب لأنه يحد من قدرتهم على الرؤية ويعرضهم لمخاطر عند استخدامهم وسائل النقل الحديثة خاصة في الطرقات الجبلية كما أن عتمته قد تجلب على نفوسهم الغم فإنه كأى ظاهرة مناخية أخرى يجلب الخير بما يحمله من مياه بينما يخاف البعض شدته<sup>12</sup>.

## تكوين الضباب

عند تسخين ماء في قدر مكشوف متسع الحلق يتبخر الماء تدريجياً ليمنتج بالهواء الملامس لسطح الماء فترتفع درجة حرارته وتقل كثافته فيصعد إلى طبقات الجو التي

<sup>9</sup> ناجم عن الإشعاع الحراري .

<sup>10</sup> سرسيدا ، بيلارا ، شمنازار ، روبرت س ، أغسطس 1991 ، حدوث الضباب في شيلي المجلة الدورية للأرصاد الجوية التطبيقية ، مجلد 30 صفحات ، صفحات 1097 - 1105 .

<sup>11</sup> كروفيت ، بول ج ، داربي ، داني ل ، حارمون ، حفري ف ، يوليو 1995 ، التنبؤ بحدوث ضباب ثقيل في جنوبي ألاباما ، موجز المناخ القومي ، مجلد 19 ، رقم 4 صفحات 10 - 16 .

<sup>12</sup> هذا الحال مع الرعد والبرق المصاحبان لعواصف المطر . " هو الذي يريكم البرق خوفاً وطمعا وينشئ السحاب الثقيل " ( الرعد آية 12 ) .

تعلو القدر ويحل محله هواء جديد بارد نسبياً ، وكلما ازدادت درجة حرارة المياه في القدر كلما ازداد معدل التبخر وتراكم بخار المياه على حلق القدر واستمرت عملية الحمل الحراري الطبيعي في دفع البخار المكثف إلى أعلى حتى يصل تركيز البخار في الهواء إلى درجة التشبع فتقل الحركة ويحلق على فوهة القدر طبقة ندى كالغيم أو سحب رقيق كالدخان في الغمام أو ضبابية القدر<sup>13</sup> ، كما سماها العرب القدامى ، فالبخار يحمل معه ذرات مما قد يختلط بالماء من روائح أو مواد متطايرة .

وإذا استبدل القدر الساخن بقدر بارد تكثفت الضبابية كالندى على سطح القدر البارد .

غير أن بخار المياه سرعان ما يتكثف بملامسته الهواء البارد ويتحول إلى ذرات مياه دقيقة عالقة بالهواء تتحرك أفقياً ببطيء شديد .

أما إذا تم تركيب مروحة هوائية إلى جانب قوهة القدر<sup>14</sup> فإن الهواء المحمل برذاذ الماء أو الضبابية تندفع مع مسار تيار الهواء إما أنها تتصاعد إلى أعلى أو تنتشر حتى تتكاثف ذرات البخار وتحط الضبابية حملها .

ظاهرة "ضبابية القدر" صورة مصغرة للظروف المواتية التي تؤدي إلى تكوين الضباب في مجال أكبر في الطبيعة ، إذ أن إرتفاع درجة حرارة مياه مسطحات المياه المتسعة مثل البحيرات والبحر والمحيط أثناء الليل<sup>15</sup> يؤدي إلى تبخر المياه بمعدل يختلف

---

<sup>13</sup> فيما يعلو القدر من البجار " نصبت له جوفاء ذات ضبابية من الدهم مبطاناً طويلاً ركودها. " محيط المحيط .

<sup>14</sup> كما يفعل الشواء جلياً للزيائن .

<sup>15</sup> ظاهرة البر والبحر



مع الفارق بين درجة حرارة الجو ودرجة حرارة سطح الماء ، والرطوبة العالقة بالهواء الملامس للسطح ، يتراكم البخار على مقربة من سطح المياه ويتصاعد إلى طبقات الجو العليا تحت تأثير الحمل الحراري حتى يصل إلى طبقة يتم فيها تكثيف البخار بالهواء البارد ويحدث فيها توازن بين كثافة الهواء المحمل برذاذ الماء والهواء الجاف الخفيف في الطبقات العليا فتتعلق طبقة الضباب في الجو حتى تدفعها الرياح فتتخلص مما فيها من المياه بارتطامها بأسطح باردة لمنشآت أو سفوح الجبال<sup>16</sup> .

مدة رفع البخار في الهواء يعتمد على درجة حرارة الهواء ورطوبة وضغط الهواء في الطبقات العليا وموازنة الجاذبية الأرضية ، وإذا وجدت ريح فإن الريح الخفيفة تدفع بالبخار في اتجاه مسيرتها حتى إذا وصل الضباب إلى سطح الأرض تكاثف بخار المياه على شكل ندى لبرودة الأعشاب أو الشجر أو السطوح الباردة التي يمر بها ، أما إذا اشتدت الرياح فإما أن يحدث عملية خلط بين الهواء الجاف والضباب وتنتشر ذرات المياه فينشع الضباب أو أن تياراً يحمله إلى طبقات عليا في الجو حيث يتراكم ثم يتكاثف ويتساقط .

وعملية تكوين الضباب قد تحدث على نطاق ضخم مؤدية لظاهرة "النينيو " الطبيعية الشهيرة ، وهي ظاهرة بحرية غير مألوفة ، إلى أنها تحدث كل بضع سنين . ففجأة تعتري تيارات المحيط موجة دفيء غريبة في الشتاء ، ويصاحب دفيء مياه سطح البحر في شرق ومنتصف المنطقة الاستوائية من المحيط الهادي تغيرات في الضغط الجوي تضعف من شدة الرياح التجارية مما يؤدي إلى فيضانات وعواصف مدمرة في جنوب أمريكا . وأحياناً إذا ازدادت درجة حرارة مياه سطح البحر أكثر من العادة انتشرت الرياح المملوءة ببخار الماء فوق سطح الأرض متجهة شرقاً لتصب أمطارها في

---

<sup>16</sup> هذه هي المرحلة التي يمكن فيها استخلاص مياه الضباب بغزارة .

بلاد الشرق الأوسط. عادة ما تستمر هذه الظاهرة سبع سنوات يعقبها ظاهرة لانينيا المناخية حيث تحدث فيها أحوال متناقضة تماماً فينتشر الجفاف حيث تقل الأمطار أو تمتنع تماماً مؤدية إلى مجاعات في بعض المناطق الاستوائية. تلك الظاهرة تنتج عن انخفاض درجة حرارة مياه سطح البحر في المحيط الهادي حول منطقة خط الاستواء<sup>17</sup>.

وعموماً فالضباب يتكون عندما تضاهي<sup>18</sup> درجة حرارة الجو درجة الندى في الظروف المناخية القائمة وتكوينة يتم بعملية تبريد الهواء نتيجة عوامل ميكانيكية أو حرارية أو نتيجة خليط العاملين أو كحصيلة ترطيب الجو نتيجة تبخر المياه من سطح جسد مائي في الطبقة الدنيا أو من هطول المطر على الأرض وتبخره لسخونة سطح الأرض . لهذا فمن اللازم المعرفة التامة بالجغرافيا الطبيعية للمنطقة حتى يمكن التنبؤ بفرص تكون الضباب ونوبات التكوين ومدة استمراره والمساحة التي قد يغطيها الضباب في تلك المنطقة<sup>19</sup> . وينجم الضباب مثل السحاب والغمام ، عن تكثيف بخار المياه في الهواء نتيجة العديد من الآليات ، إذ أن بخار المياه يتكاثف تلقائياً عند درجة حرارة معينة

---

<sup>17</sup> يقال أن هذه الظاهرة هي التي أدت إلى السنين السبع السمان والسبع العجاف في مصر على عهد يوسف عليه السلام .

<sup>18</sup> في حدوث ثلاث درجات .

<sup>19</sup> كروفت ، بول ج ، داربي ل ، جارمون ف ، جفري ف ، يوليو 1995 ، التنبؤ بحدوث ضباب ثقيل في جنوب ألاباما ، موجز المناخ القومي ، مجلد 19 رقم 4 ، صفحات 10-16 .

عندما تزداد درجة تركيزه في الهواء عن الحد الأقصى للتركيز<sup>20</sup> عند تلك الدرجة من الحرارة أو عندما ينخفض الحد الأعلى للتركيز بانخفاض درجة حرارة الهواء.<sup>21</sup>

## التنبؤ بالضباب

### التنبؤات الجوية

التنبؤات الجوية عموماً من العلوم التي يلتبس فيها العلم التقليدي بالكهانة والعرافة ، رغم أن قواعد التنبؤ بأحوال الطقس كلها ضمنية.<sup>22</sup> وهناك من يحاول التنبؤ بالمظاهر المناخية قبل حدوثها ، إلا أن مصداقية هذه التنبؤات ثبت أنها مستحيلة إلا في نطاق ضيق من الزمن قد ينحصر في بعض دقائق ، ولا يتعدى بضع ساعات في أحسن الظروف .

الأحوال الجوية كأى ظاهرة طبيعية لا يمكن لإنسان مهما أوتي من علم وبصرف النظر عما وضع تحت إمرته من أدوات علمية حديثة أن يتكهن بتطوراتها ، ذلك لأن الظواهر الطبيعية تتبع ناموساً مخالفاً للأحداث الصناعية التي تخضع ، إلى حد ما ، إلى تحكم الإنسان . هذا الناموس يجعل الأحداث الطبيعية تتطور بشكل فوضوي غير رتيب يتبعه استقرار بهذا يستحيل رصدها ولا معرفة الحالة التي تستقر عليها . لهذا فكل الظواهر الطبيعية تتبع قواعد "علم الفوضى" الذي ما زال في حديثه.

---

<sup>20</sup> كمية بخار المياه في الهواء عند درجة حرارة معينة.

<sup>21</sup> ترمنت ، م . ، 1989 . التنبؤ بضباب البحر . المجلة الدورية للأرصاد الجوية ، مجلد 118 ، رقم 1401 ، صفحات 75-70 .

<sup>22</sup> يعتقد بعض أخصائي الأرصاد الجوية أنها قواعد علمية إلا أن هذه القواعد قد ثبت أنها لا تتوافق مع طبيعة تغيرات الطقس

ورغم إصرار خبراء المناخ والطقس على التنبؤ بالأحوال الجوية فان علماء الطقس أول من اكتشف انه من المستحيل التنبؤ بأحوال الطقس لفترة تزيد عن دقائق ، إذ كان أول من أسس علم "الفوضى" ووضع أول نظرياته عالم من علماء الطقس والمناخ. فقد تحقق له أن العامل بالأرصاء الجوية قد يحصل على بيانات جمعها الأقمار الصناعية عن الأحوال الجوية وقد يحاول توظيف التقنيات الحديثة في أن يخمن في أي اتجاه ستتنتشر عاصفة ما بعد ساعة من الزمن أو ما سيحدث لسحب مكثفة تمر بمنطقة معينة أو متى سيتكون الضباب وفي أي منطقة. لكن فراشة طائرة في هواء بلاد الصين تهز جناحيها فتؤدي اضطراب هائل في الأحوال الجوية العامة مما يؤدي إلى هطول مطر غزير لم يتوقعه احد في بلد بعيد. ومن اجل هذا سميت هذه النظرية "بنظرية الفراشة".

تأسس "علم الفوضى" على "نظرية فراشة الصين" ، وتتابع بعدها نظريات ، واكتشفت نظريات مماثلة أتى بها البعض قديما ، لكن لم يكن لديهم من قدرة التقنية ما يعضدون به نظرياتهم. واستخدام "علم الفوضى" في البحث من جديد عن حقائق غامضة في علوم كثيرة قامت سابقا على الإحصاءات والتنبؤات بعيدة المدى. ويشمل هذا الطب وعلوم الذرة والطبيعة والكيمياء والمواد والبيئة والأرض. وسرعان ما تبين أن أكبر المغالطات العلمية قائمة في علم الاقتصاد وعلم الاجتماع وان كثيرا من التنبؤات المستقبلية في هذه العلوم يدخل مجال الدجل العلمي والتنجيم الذي يهتم به السحرة والمشعوذون ، وهنا انهار صرح من العلوم التقليدية بنيت على أساس التنبؤ بالمستقبل وعلى أساس الإحصائيات ودراسة سوابق الأمور.

أكدت هذه النظريات الحديثة أن الظواهر الطبيعية لا تتبع رتابة أو منهاجا مما ألفه الناس أو علماء الإحصاء والتخطيط ، فالعاصفة تبدأ بتغيرات يسيرة في درجات الحرارة أو الرطوبة أو ضغط الهواء أو شوشرة جوية تطراً على حالة ساكنة مستقرة. فقد تكون الرياح كامنة وسطح البحر على ساحل أمريكا الجنوبية في حالة سكون تام ثم يحدث

زيادة في درجة حرارة البحر مما يؤدي إلى دفئ المياه الهادئة ثم إلى ثورة في الجو فتهب الرياح وتهطل الأمطار وتفيض المياه وتسيل من فوق الجبال وتولد عاصفة في مكان آخر بعيد ، وتعم الفوضى في أنحاء الأرض. إلا أن تطاحن العواصف وتضارب الرياح سرعان ما يخمد وفجأة تعود السكينة. ليس هناك رتابة دقيقة بدقيقة ، بل فوضى يتبعها نظام شامل. وكما يقال كل إعصار يسبقه هدوء ويعقبه استرخاء.

إذا أراد احد أن يصف شخصا ما بأنه كذا ب بالسليقة ونادرا ما يتقوه بكلمة صدق ، قيل عنه "انه صادق تماما كمذيع الأحوال الجوية ، إن صدقت تنبؤاته بالأحوال الجوية فهي صدفة محضة." رغم هذا فقد اعتاد الناس على تتبع أخبار الطقس من باب الفضول. وعمل أهل الخبرة بالأحوال الجوية على إعطاء تقارير مفصلة عن تنبؤات الطقس طوال أيام الأسبوع المقبلة. ورغم التنبؤات قليلا ما تطابقت مع واقع ما يحدث خلال يومين إلا أن الناس على حرص في تتبع الأخبار الجوية ، من باب الدراية بما قد يحتمل الصواب. والذي تعود أن يقود سيارته وهو يسمع أخبار الحالة الجوية من مذياع السيارة ربما تذكر مرارا قول المذيع بان الشمس ساطعة واحتمال سقوط المطر على مدار الأسبوع لا يزيد عن 5% ، ومجال الرؤية يزيد عن عشرات الكيلومترات. هذا في حين أن الإرسال يكاد ينقطع عن مذياع السيارة من غزارة المطر واشتداد العواصف مما يضطر سائق السيارة إلى استخدام مصابيح السيارة الكشافات ليرى معالم الطريق المظلم من اشتداد كثافة الضباب.

### التنبؤ بحالات الضباب

التنبؤ بحدوث الضباب في مكان بعينه ، وفي وقت بعينه ، مثل التكهّن بأي ظاهرة جوية أخرى ، مهمة صعبة للغاية ، ونتائجها غي دقيقة ، بصرف النظر عن الإمكانيات البشرية المتاحة. وليس هناك من سبل هادفة لتخمين أحداث الضباب سواء في البر أو

البحر. كما انه لا توجد نماذج أو سبل حسابية أو إحصائية يمكن استخدامها لتتبع تكوين الضباب لان هذا يعتمد على تغيرات سريعة التطور في الأحوال المحلية والعامه مما لا يمكن تمثيله بمعادلات رياضية أو رسوم بيانية. وعلى سبيل المثال فان ضباب البحر يتكون عند ظهور أحوال مناخية في الطبقات الجوية الدنيا تحت تأثير الأحوال البحرية. هذه الأحوال تتأثر بحالة المحيط والجو ، وبالأخص أن التفاعلات بين سطح المياه الغير عميقة قرب شاطئ البحر وطبقات الجو الدنيا ، حيث يتلاحم الهواء مع الماء ، هي الغالبة التأثير على تكوين ضباب البحر واستمراره وتبعثره.<sup>23</sup>

وعلى أحسن الأحوال فهناك عوامل هامة تساعد في التنبؤ باحتمال تكوين ضباب في منطقة بعينها. من هذه العوامل:

- سرعة الرياح واتجاهها في المنطقة.
- درجات حرارة الهواء ، تكوين الندى ، ومياه البحر في المنطقة عند وقت محدد.
- نوع الضباب المحتمل حدوثه في المنطقة عند الوقت المحدد من السنة واليوم ، بناء على أحداث تاريخية متكررة في الماضي.
- تضاريس المنطقة.

من الممكن استخدام بيانات جوية عن هذه العوامل وتوظيف عملية تمييز خطية لكل منها لتحديد ثلاثة شروط يحتمل ظهور الضباب عندما تتحقق:

---

<sup>23</sup> ترمنت ، م. ، 1989. التنبؤ بضباب البحر. المجلة الدورية للأرصاد الجوية ، مجلد 118 ، رقم 1401 ، صفحات 75-70.

الشرط الأول: قيمة درجات حرارة الهواء ، تكوين الندى ، ومياه البحر ، في المنطقة عند وقت محدد ، متقاربة جدا (الفارق بين أي من درجات حرارة الثلاث يقل عن درجة واحدة مئوية).

الشرط الثاني: اتجاه الرياح ملائم ، شمالي أو جنوبي وفقا لموقع المكان.

الشرط الثالث : ضغط الجوي اكبر من 1010 مللي بار.

يمكن التنبؤ بتكوين الضباب في منطقة معينة عند وقت محدد عندما تتوافر الشروط الثلاثة. كما يحتمل تكوين الضباب عند توفر الشرط الأول حتى لو لم يتوفر أي من الشرطين الآخرين. وعموما فان أي تغير بسيط في فارق درجات الحرارة قرب سطح البحر في مسار الهواء قد يعني الفارق بين حدوث الضباب من عدمه. كما أن عدم انتظام درجة سطح البحر ووجود جيوب من المياه الدافئة في مسار الهواء تساعد على تكوين الضباب وتكاثفه في منطقة معينة في وقت محدد. وكما أن أماكن تكوين الضباب يعتمد كثيرا على كمية الرطوبة المتواجدة في مسار الرياح فان تأثير التغيرات في سرعة الرياح التي تدفعه على اختلاف أماكن تكوينه تأثير ضئيل. لهذا فان الضباب يتم تكوينه في أماكن نتيجة لوجود:

- اضطرابات و خلط في الهواء .
- خفض في موقع السحب .
- تقارب متوسط بين كتل الهواء في الطبقات الدنيا .
- اندفاع أفقي لضباب إشعاعي إلى البحر تحت تأثير النسمات الليلية .

لهذا فان الشائع أو الأكثر احتمالا أن الضباب يتكون في عرض البحر حيث تكون المياه باردة ولا يلزم إشعاع حراري للتبريد أو وجود بقاع من الماء الدافئ لتشجيع النقل الحراري.

## جمع مياه الضباب

### كيفية جمع المياه

يمكن جمع قطرات المياه التي يحملها الضباب معه عن طريق تشجير وتنبيت المناطق التي يشيع فيها وجوده وخصوصا عند الأماكن الساحلية والمرتفعة سواء كانت خضراء أو قاحلة. كما يمكن تجميع مياه الضباب داخل مجمعات ضباب صناعية بطريقة غير مكلفة وبوسائل تقنية متواضعة للحصول على مياه عذبة للشرب وللأغراض المعيشية والزراعية. وكون الضباب يتحرك أفقيا بمفعول الرياح سهل جمع رذاذه بإنشاء شبكات راسية تعترض طريق مساره.

### اختيار الموقع

اختيار موقع مجمع المياه من الضباب من الخطوات الهامة التي تؤثر على محصول المياه ويجب أن يتم عقب بعض التحريات عن طبيعة المنطقة وتاريخ تكون الضباب فيه من حيث تكرار حدوثه والكثافة ومدة التواجد. هذه المعلومات عادة ما يدري بها أهل المنطقة ، لتأثير الضباب على حياتهم اليومية ، ولتواتر أخبار الضباب على حقة طويلة من الزمن. أما الطرق الرسمية فتشمل استخدام بيانات محطات الأرصاد الجوية المحلية ، أو القيام بقياسات موضعية لمياه الضباب بناء على محصول محطات جمع



صغيرة في أماكن يتم اختيارها بناء على تاريخ الضباب في المنطقة ولمدة طويلة نسبياً. في حالة الرغبة في السرعة في التنفيذ وشح البيانات الموثوق به عن الطقس فيمكن توظيف خدمات مراقبين محليين لرصد الضباب خلال فترة محددة.

إلى جانب المعلومات عن الضباب هناك معلومات أخرى خاصة بالمنطقة ولازمة لبناء محطة تجميع المياه:

- نمط الرياح العامة.
- طبيعة الشبكة الجبلية .
- ارتفاع المكان.
- اتجاه المكان بالنسبة لسفح الجبل والاتجاه الغالب للرياح.
- البعد عن شاطئ البحر.
- وجود مكان كاف وغير محجوب لجمع المياه.
- الفرجة أو البراح في المكان المحيط.
- موضع القمة وملقف الرياح.
- انحدار سفح الجبل والتضاريس الدقيقة.

## التكلفة التقديرية لجمع مياه الضباب

جدول "أ" يضم بيانات عن ثلاثة مشاريع في شيلي وبيرو وسلطنة عمان ، حيث أن التكلفة الكلية تشمل المواد والعمالة والصيانة. علما بان المحطة لا تلزم إشراف شخصي دائم.

يتضح أن جمع مياه الضباب يختلف في الحجم ومدة الجمع باختلاف الموقع الجغرافي. غير أن الظاهرة العامة التي تشمل مواقع المشاريع الثلاثة هي أن الريح الدؤوبة تسري في اتجاه واحد من البحر إلى البر.

جدول أ بيانات عن ثلاثة مواقع لجمع المياه من الضباب

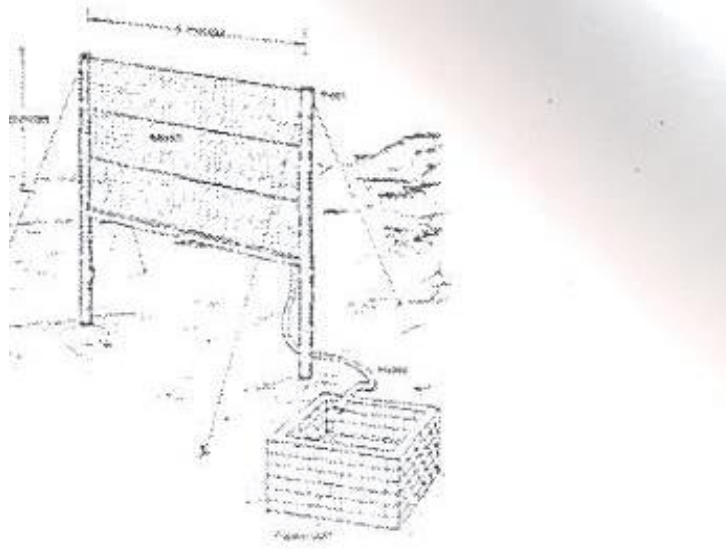
التكلفة الكلية ، هلة سعودي لكل متر مكعب مياه	الرياح	الارتفاع من سطح البحر ، متر	عدد أيام الضباب في السنة	السعة (لتر) في اليوم لكل متر مربع)	الموقع
536	اتجاه واحد الى الساحل	1000-400	365	3	شيلي
		1000-400	210	9	بيرو
		1000-900	75	30	عمان

التكاليف محسوبة وفقا لبيانات شيلي وغالبيتها تكاليف صيانة وتتجم عن  
المحصول الضئيل نسبيا للمحطة.

بالنسبة للمحطة الموضحة في الشكل 1 فان:

تكاليف الشبكة = 337.5 ريال سعودي للمتر.

تكاليف إنتاج المياه في السنة = 78 هللة للمتر المربع.



رسم توضیحي ۱ جیاز تجمع المیا