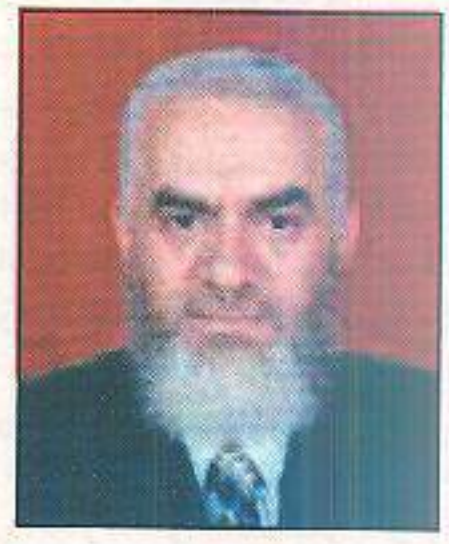
# علم الأرصاد الجوية بين النظرية والتطبيق

## «الجزء السابع»




إعداد:

**مصطفى إبراهيم القلشى**

مدير إدارة تشغيل
المحطات السطحية


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

*تكلمنا فى العدد السابق عن مظاهر التكاثف فى الهواء القريب من سطح الأرض، وفى هذا العدد نتكلم عن تلك المظاهر فى الهواء الغير ملامس لسطح الأرض.*

### السحب Clouds

السحب هى شكل من أشكال تكاثف بخار الماء فى الجو وتتكون من طبقة أو كتلة من قطرات مائية متفاوتة الأحجام أو بلورات جليدية أو من كليهما وهى تطفو محمولة على الهواء الذى يملأ جو الأرض وتنقلها الرياح من مكان لآخر وتظهر فى مستوى أعلى من مستوى سطح الأرض.

### الطرق العامة لتكون السحب

**١- تتكون معظم السحب التى تظهر فى الجو بالتبريد الذاتى للهواء الرطب ويحدث ذلك تحت تاثير أحد العوامل التالية:**

- تيارات الحمل الناتجة من التسخين الشديد للأرض اليابسة أو مرور هواء بارد فوق سطح دافئ.
- صعود الهواء على أسطح التضاريس الأرضية مثل التلال أو الهضاب أو الجبال.
- الجبهات التى تفصل الكتل الهوائية المختلفة المصدر مثل الجبهات الحارة والباردة والمتحدة.

ويبرد الهواء الصاعد بمعدل ١° سلسيوس كلما ارتفع ١٠٠٠ متر عن سطح الأرض وبذلك يقترب الهواء من التشبع كلما صعد فى الجو إلى أن يصل إلى مستوى التكاثف، وحتى يبدأ التكاثف لابد من وجود نويات كافية عند المستوى الذى أصبحت فيه الكتلة فى حالة تشبع بما فيها من بخار ماء. وبعد أن يتعدى الهواء مستوى التكاثف يبدأ التكاثف على تلك النويات على شكل قطيرات ماء إذا كانت درجة الحرارة أعلى من درجة التجمد أو بلورات جليد إذا كانت درجة الحرارة أقل من درجة التجمد، وتتكون السحب حيث تقع قاعدتها عند مستوى التكاثف، ويتوقف ارتفاع مستوى التكاثف أى قاعدة السحاب على العامل المسبب لتكون السحب، أما إذا كان السحاب نتيجة لصعود الهواء من عند سطح الأرض فإن ارتفاع

قاعدته يتوقف على الرطوبة النسبية للهواء الموجود عند سطح الأرض، فكلما كان مقدارها عاليا كلما انخفضت قاعدة السحاب والعكس بالعكس.

**٢. تتكون السحب أحيانا نتيجة تكاثف بخار الماء فى الجو بتبريد الهواء بفعل الحركة المزجية وهى الحركة المصاحبة للدوامات الهوائية الناتجة من احتكاك الرياح مع سطح الأرض أو من التغير الرأسى السريع فى الرياح كما يحدث على حدود الجداول الهوائية النفاثة.**

**٣. تتكون السحب فى بعض الحالات نتيجة لزيادة كمية بخار الماء فى الجو والناتج عن تبخر الأمطار التى تسقط من سحب أخرى تعلوها مع تواجد حركة مزجية.**

## خصائص السحب وفقا لطرق تكوينها

### ١. سحب الحمل Convection Clouds

عندما يسخن الهواء الملامس لسطح الأرض تنشأ تيارات الحمل فإذا ما تعدى مستوى التشبع تكونت سحب الركام مثل (Cu) والركام المزنى (Cb) ويتوقف امتدادها الرأسى على درجة عدم استقرار الجو والرطوبة النسبية وفى حالة عدم الاستقرار الشديد تتكون السحب الرعدية وتتميز هذه السحب بعدم امتدادها أفقيا لمسافات كبيرة وباستواء قاعدتها، ويبدأ تكون سحب الحمل فوق اليابسة عادة حوالى العاشرة صباحا بالتوقيت المحلى ويزداد نموها تدريجيا حتى تبلغ أشدها بعد الظهر ثم تبدأ فى الانقشاع تدريجيا وتختفى فى المساء وإذا صاحبها هطول فإنه يكون على شكل رخات تحدث بعد الظهر، أما فوق البحار وعند الشواطئ فيزداد نمو هذه السحب فى الليل وتزول فى الصباح الباكر وإذا صاحبها هطول فإنه يحدث فى هذا الوقت.

### ٢. سحب التضاريس Orographic Clouds

عندما يصطدم الهواء الرطب بالجبال أو الهضاب أو التلال ولا يتمكن من الدوران حولها فإنه يصعد فوقها فيبرد ذاتيا حتى إذا ما بلغ مستوى التكاثف تكونت السحب ويمتد تكوينها حتى قمة المرتفع، ويكون تكون السحب على النحو التالى:

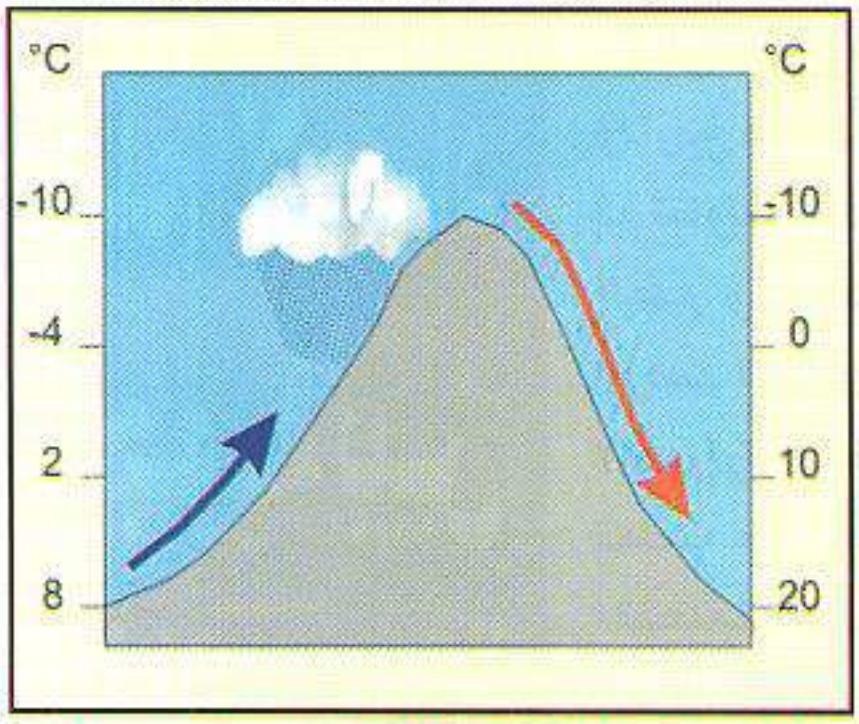
**أ- فى حالة الجو المستقر :**

تكون السحب من النوع الطبقى (St) أو الطبقى المتوسط (As)أو المزن الطبقى (Ns).

**ب- فى حالة الجو غير المستقر :**

تكون السحب من النوع الركام (Cu) أو الركام المزنى (Cb).

وعادة ما تتكون سحب التضاريس على الجانب المواجه للرياح وقد يصحب ذلك هطول على نفس الجانب وقد يمتد إلى الجانب الآخر فى حالات نادرة وتسمى هذه الرياح رياح الفوهن كما يتضح ذلك من الشكل رقم (١).




الشكل رقم (١) يوضح كيفية تكون السحب وحدوث الهطول على الجانب المقابل للرياح

### ٣. سحب الحركة المزجية غير الانسيابية Turbulence Clouds

عندما تبرد الأرض ليلا يبرد الهواء الملامس لها فإذا ساعدت الرياح على تولد حركة مزجية غير انسيابية نتيجة الاحتكاك رفعت هذه الحركة الهواء البارد إلى أعلى ويحل محله هواء ساخن يبرد بملامسته لسطح الأرض البارد وتستمر هذه العملية ويبرد الهواء عند رفعه ذاتيا فإذا ما كان الهواء رطبا تكونت سحب الركام الطبقى (Sc)، وإذا استمر الهواء فى تشبعه زاد سمك السحب وامتلأت التجاويف التى بينها وأصبحت من سلالة الطبقى (St)، وهناك نوع آخر من السحب المزجية غير الانسيابية يحدث فى طبقات الجو العليا ناتج عن الحركة المزجية التى تتولد من التغير الرأسى السريع فى سرعة واتجاه الرياح وتكون السحب فى هذه الحالة عادة ذات شكل تموجى من سلالة الركام الطبقى العالى (Sc) أو ركام متوسط (Ac) أو السمحاق الركامى (Cc).

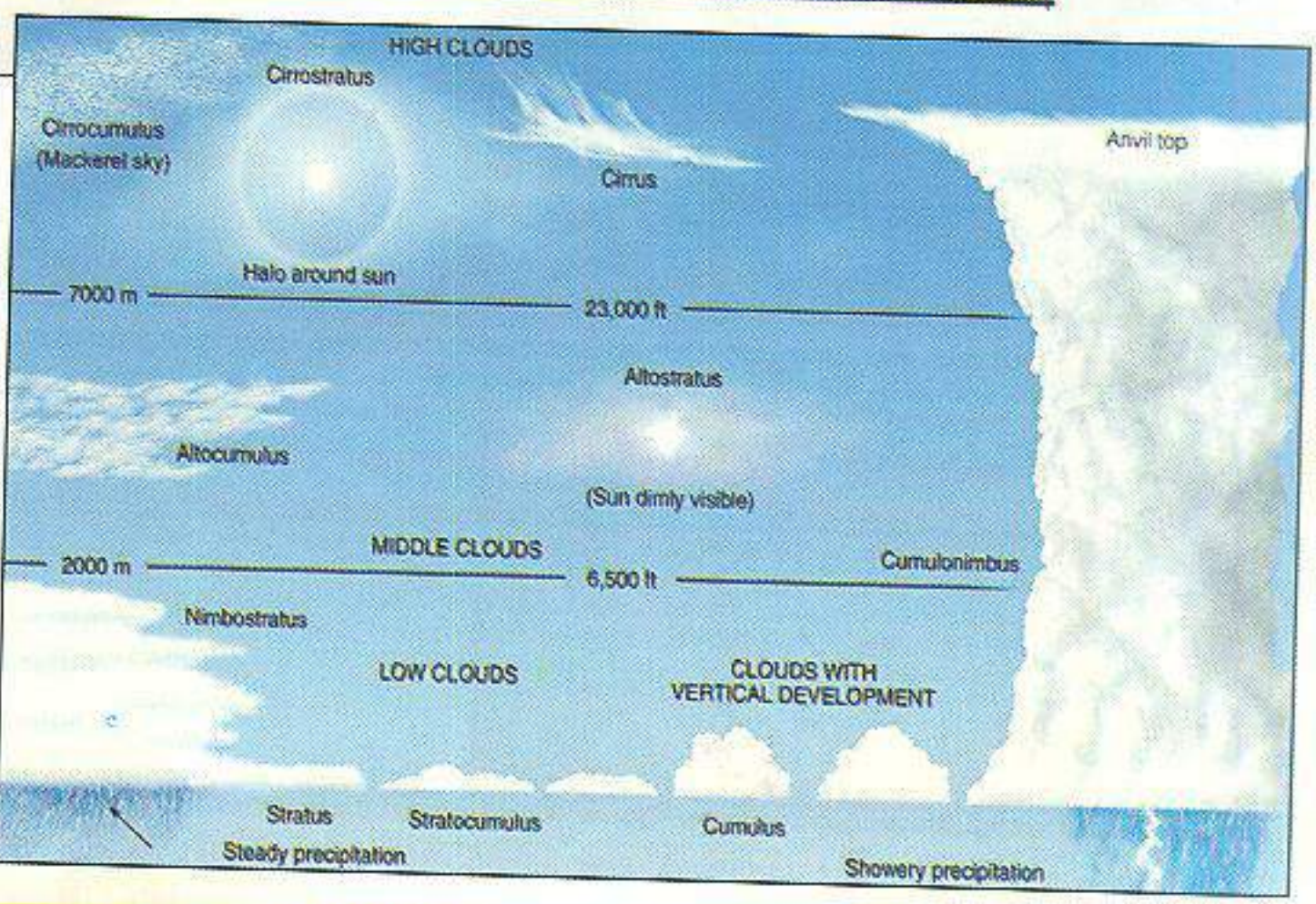
### ٤. سحب الجبهات Frontal Clouds

تختلف السحب الناشئة عن الجبهات والمنخفضات عن الأنواع السابقة حيث أنها تغطى مساحات

واسعة بينما فى الحالات السابقة تكون محلية وتغطى مساحات قليلة، وهناك نوعين رئيسيين من هذه الجبهات وهما الجبهات الباردة والجبهات الساخنة، وفى الحالتين فإن السطح الجبهى يميل إلى أعلى فوق الكتلة الهوائية الأبرد ويقع الهواء الساخن فوق السطح الجبهى. وعندما تكون حركة المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين بحيث يحل الهواء الساخن محل الهواء البارد تسمى الجبهة

| | |
|---|---|
| **High Clouds: السحب العالية**<br>• cirrus (Ci) سحب سمحاقية<br>• cirrostratus (Cs) سحب سمحاق طبقي<br>• Cirrocumulus سحب سمحاق ركامي | **Low Clouds: السحب المنخفضة**<br>• Stratus (St) سحب طبقية<br>• Stratocumulus (Sc) سحب ركامية طبقية |
| **Middle Clouds السحب المتوسطة**<br>• Altostratus (As) طبقية متوسطة<br>• Altocumulus (Ac) سحب ركامية متوسطة<br>• Nimbostratus (Ns) سحب طبقية ماطرة | **Clouds with vertical development:**<br>(السحب رأسية التكون)<br>• Cumulus (Cu) ركامية<br>• Cumulonimbus (Cb) الركام المزني |

الجدول رقم (١) يوضح ملخص لتصنيف السحب وفقا لارتفاعها عن سطح الأرض




الشكل رقم (٢) يوضح الأصناف الرئيسية للسحب طبقا لارتفاع قاعدتها عن سطح الأرض، مع ملاحظة أنه تم وضع سحب المزن الطبقى ضمن السحب المنخفضة.

(جبهة ساخنة) وميل الجبهة يكون قليلا وينساب الهواء ببطء فوق الهواء البارد وتتكون السحب الطبقية، وفى حالة وجود رطوبة كافية تكون من النوع الطبقى المزنى (Ns)، الطبقى المتوسط (AS)، السمحاق الطبقى (Cs)، السمحاق (Ci)، على ارتفاعات مختلفة من الغلاف الجوى.

وعندما تكون حركة المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين بحيث يحل الهواء البارد محل الهواء الساخن تسمى بالجبهة الباردة، والسحب المتكونة مع الجبهة الباردة تتغير حسب الآتى:

ا- درجة الاستقرار وعدم الاستقرار

ب- كمية بخار الماء فى الهواء الساخن

ج- زاوية ميل الجبهة.

وبشكل عام فإن زاوية ميل الجبهة الباردة تكون أكبر من زاوية ميل الجبهة الساخنة والسحب المصاحبة للجبهة الباردة هى من النوع الركام (Cu) والركام المزنى (Cb)

## تصنيف السحب

### ا- من حيث الشكل تنقسم إلى قسمين

١- السحب الركامية Cumuliform Clouds

وفيها تتجمع السحب فى طبقات متراصة فوق بعضها البعض وعادة ما تكون منفصلة عن بعضها بمساحات صافية ويكون نموها الرأسى أكبر من الأفقى، وهى تتواجد فى الجو غير المستقر.

٢- السحب الطبقية Stratified Clouds

وفيها تتكون السحب فى طبقات متراصة تغطى مساحة كبيرة من السماء ويكون انتشارها واتساعها الأفقى أكبر من نموها الرأسى وهى تتواجد عادة فى الجو المستقر.

### ب- من حيث ارتفاع قاعدتها

تنقسم السحب إلى أربع مجموعات (السحب العالية - السحب المتوسطة - السحب المنخفضة - مجموعة السحب ذات النمو الرأسى ) علما بان ارتفاع قاعدة السحب يقل كلما اقتربنا من القطبين ويزيد كلما اقتربنا من خط الاستواء، كما أن كل سلالة من سلالات السحب الرئيسية تظهر على عدة أشكال مختلفة حسب تكوينها الداخلى ومظهرها العام، والجدول رقم (١) والشكل رقم ( ٢ ) يوضحان ملخص للأصناف الرئيسية للسحب.

## أولا : السحب العالية

وتشمل سحب السمحاق (Ci)، السمحاق الركامى (Cc)، السمحاق الطبقى (Cs) وتظهر هذه السحب

الشكل رقم (٣) يوضح بعض أشكال سحب السمحاق (Ci)

على ارتفاعات تتراوح بين ٦ - ١٥ كيلو متر فوق سطح الأرض وتصل إلى ١٨ كيلو متر فى المناطق الاستوائية، وفيما يلى وصف لسلالات هذه المجموعة.

### أ- السمحاق Cirrus (Ci)

سحب متقطعة تظهر على شكل قطع شعرية أو حريرية لامعة أو خليط منها أو على شكل خيوط أو ألياف دقيقة أو على شكل حزم أو شرائط ضيقة بيضاء اللون، وهذا النوع من السحب لا يصاحبه هطول. يوضح الشكل رقم (٣) بعض أشكال هذه السحب.

### ب- السمحاق الركامى Cirro Cumulus(Cc)

رقيقة بيضاء متجانسة اللون، تظهر على شكل صفحة أو طبقة من قطع صغيرة الحجم منتظمة فى ترتيبها وتأخذ شكلا تموجيا أحيانا مما يجعل هذه السحب حبيبية المظهر وقد يصاحبها فى بعض الأحيان ظهور إكليل شمسى أو قمرى. لا تسبب هذه السحب حدوث هطول. يوضح الشكل رقم (٤) بعض أشكال هذه السحب.

### ج- السمحاق الطبقى Cirrostratus (Cs)

سحب تظهر على شكل غلالة شفافة شعرية أو ملساء تميل إلى اللون الأبيض وهى أحيانا تغطى السماء بالكامل، وأحيانا تغطى جزء من السماء يتفرع من أطرافها نتف من السمحاق مما يجعل شكل حدودها غير منتظم. من خلالها يمكن رؤية المعالم الخارجية لقرص الشمس أو القمر بوضوح خاصة فى حالة الشروق والغروب. وهى لا تمنع الأجسام من إلقاء ظلها على الأرض لرقتها. كما أنها من السحب التى لا يسقط منها الهطول، وعادة يصاحبها ظهور هالة شمسية أو قمرية. يوضح الشكل رقم (٥) بعض أشكال هذه السحب.

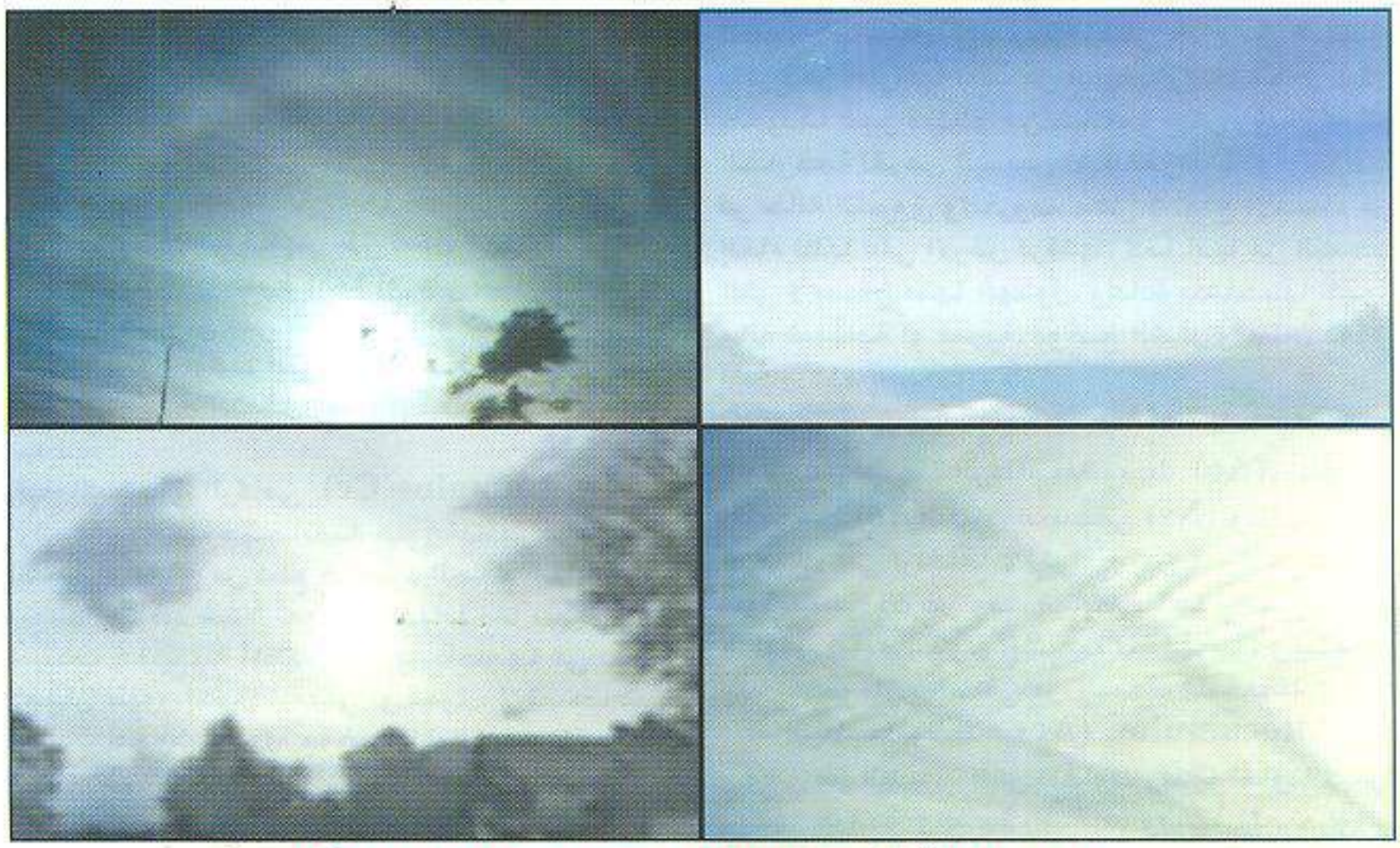
## ثانيا : السحب المتوسطة

وتشمل سحب الركام المتوسط (Ac)، الطبقى المتوسط (As)، المزن الطبقى (Ns) وتظهر هذه السحب على ارتفاعات تتراوح بين ٢ - ٧ كيلو متر فوق سطح الأرض وقد تهبط قاعدة سحب المزن الطبقى إلى مستوى السحب المنخفضة، وهناك من يعد سحب المزن الطبقى من السحب المنخفضة.

### أ- الركام المتوسط Altocumulus (Ac)

وهى من السحب التى تتفاوت رقتها تفاوتا كبيرا فمنها الرقيق والنصف شفاف ومنها المعتم، وهى غالبا غير متجانسة اللون فبعض أجزائها يأخذ اللون الأبيض والبعض الآخر يأخذ اللون

الشكل رقم (٤) يوضح بعض أشكال سحب السمحاق الركامى (Cc)



الشكل رقم (٥) يوضح بعض أشكال سحب السمحاق الطبقى (Cs)

الشكل رقم (٦) يوضح بعض أشكال سحب الركام المتوسط (Ac)

الرمادى.وهذا النوع من السحب يظهر على شكل طبقة واحدة وهى الأقل شيوعا، أو على شكل طبقتين أو اكثر وهى الأكثر شيوعا. تكون هذه السحب على شكل صفائح رقيقة أو قطع كروية أو اسطوانية الشكل يأخذ بعضها مظهرا انتشاريا غير محدد المعالم. وهى سحب لا يسقط منها هطول، يوضح الشكل رقم (٦) بعض أشكال هذه السحب.

### ب- الطبقى المتوسط Altostratus (As)

تظهر هذه السحب على شكل طبقة أو أكثر من الطبقات الشعرية المظهر أو المتجانسة التكوين وهى غالبا ما تغطى السماء بأكملها أو الجزءالأكبر منها وتتفاوت رقتها تفاوتا كبيرا فمنها الرقيق أو النصف شفاف ومنها السميك المعتم مما يجعلها تميل إلى اللون الرمادى او اللون الأزرق حسب درجة رقتها. هذه السحب وخاصة السميك المعتم منها يسقط منها هطول، سحب الطبقى المتوسط تمنع الأجسام من إلقاء ظلها على الأرض. يوضح الشكل رقم (٧) بعض أشكال هذه السحب.

### ج - الطبقى المزنى Nimbostratus (Ns)

هذه السحب من السحب الممطرة ذات اللون الرمادى أو الرمادى القاتم وتظهر على شكل طبقة متسعة الرقعة تغطى الجزء الأكبر من السماء، وهى سحب سميكة متجانسة رمادية اللون وقاتمة مما يجعلها تحجب قرص الشمس أو القمر تماما. الهطول من هذه السحب يكون على شكل مطر أو مطر متجمد أو بلورات ثلج أو شرائح ثلجية أو حبات جليد أو برد صغير أو على شكل خليط من بعض أو كل هذه الأنواع، وتُعرف هذه السحب عادة باسم سحب الطقس الردىء. يوضح الشكل رقم (٨) بعض أشكال هذه السحب.

## ثالثا : السحب المنخفضة

وهى التى لا يزيد ارتفاع قاعدتها عن ٢ كم تقريبا من سطح الأرض وتشمل الطبقى (St) والركام الطبقى (Sc)

### أ - الطبقى Stratus (St)

هذه السحب تشبه فى مظهرها الضباب، وهى كثيرا ما تظهر نتيجة ارتفاع الضباب الملامس لسطح الأرض أو البحر بفعل حرارة الشمس أو الرياح أو كليهما، ويمكن من خلال الأجزاء الرقيقة منها رؤية المعالم الخارجية لقرص الشمس أو القمر بوضوح، وقد يصاحبها فى بعض الحالات النادرة هطول خفيف على شكل رذاذ متواصل أو متقطع، كما قد يصاحب الطبقة الرقيقة جدا منها ظهور إكليل

الشكل رقم (٧) يوضح بعض أشكال سحب الطبقى المتوسط (As)

الشكل رقم (٨) يوضح بعض أشكال سحب المزن الطبقى (Ns)

شمسى أو قمرى أو ظهور هالة شمسية أو قمرية فى بعض الحالات المتناهية البرودة. يوضح الشكل رقم (٩) بعض أشكال هذه السحب.

### ب - الركام الطبقى Stratocumulus (St)

سحب تتفاوت رقتها إلى حد ما وغالبا ما تكون غير متجانسة اللون، اذ يأخذ بعض أجزائها لونا ابيض غير ناصع البياض بينما يأخذ البعض الآخر اللون الرمادى وتظهر هذه السحب على شكل طبقة او صفحة واحدة أو أكثر وتتكون كل منها على شكل قطع مربعة أو كروية أو اسطوانية الشكل، وهذه القطع تكون منتظمة الترتيب فى صفوف أو فى مجموعات ذات شكل تموجى ولكنها كثيرا ما تتصل أو تتداخل فى بعضها فتظهر على شكل طبقة متصلة من السحب ذات شكل تموجى ظاهر أو على شكل طبقة متصلة من السحب ذات فجوات أو فتحات خالية من السحب يمكن تمييزها بوضوح، ويخرج من قاعدتها أحيانا تجعدات تظهر وكأنها تكاد تنفصل من قاعدة السحابة الأم، وهذه السحب فى العادة غير ممطرة غير أنه قد يصاحبها هطول خفيف الشدة ويكون على شكل مطر أو مطر متجمد أو شرائح ثلجية أو على شكل خليط من نوع أو أكثر من هذه الأنواع، كما قد يصاحبها فى بعض الحالات ظهور إكليل شمسى أو قمرى. يوضح الشكل رقم (١٠) بعض أشكال هذه السحب.

## رابعا : مجموعة السحب ذات النمو الرأسى

وهى تضم سحب الركام (Cu)، والركام المزنى (Cb) وتظهر قاعدة سحب هذه المجموعة فى منطقة السحب المنخفضة غير أنها تمتد رأسيا إلى أعلى لتصل قمتها إلى منطقة السحب المتوسطة أو العالية.

### أ - الركام Cumulus (Cu)

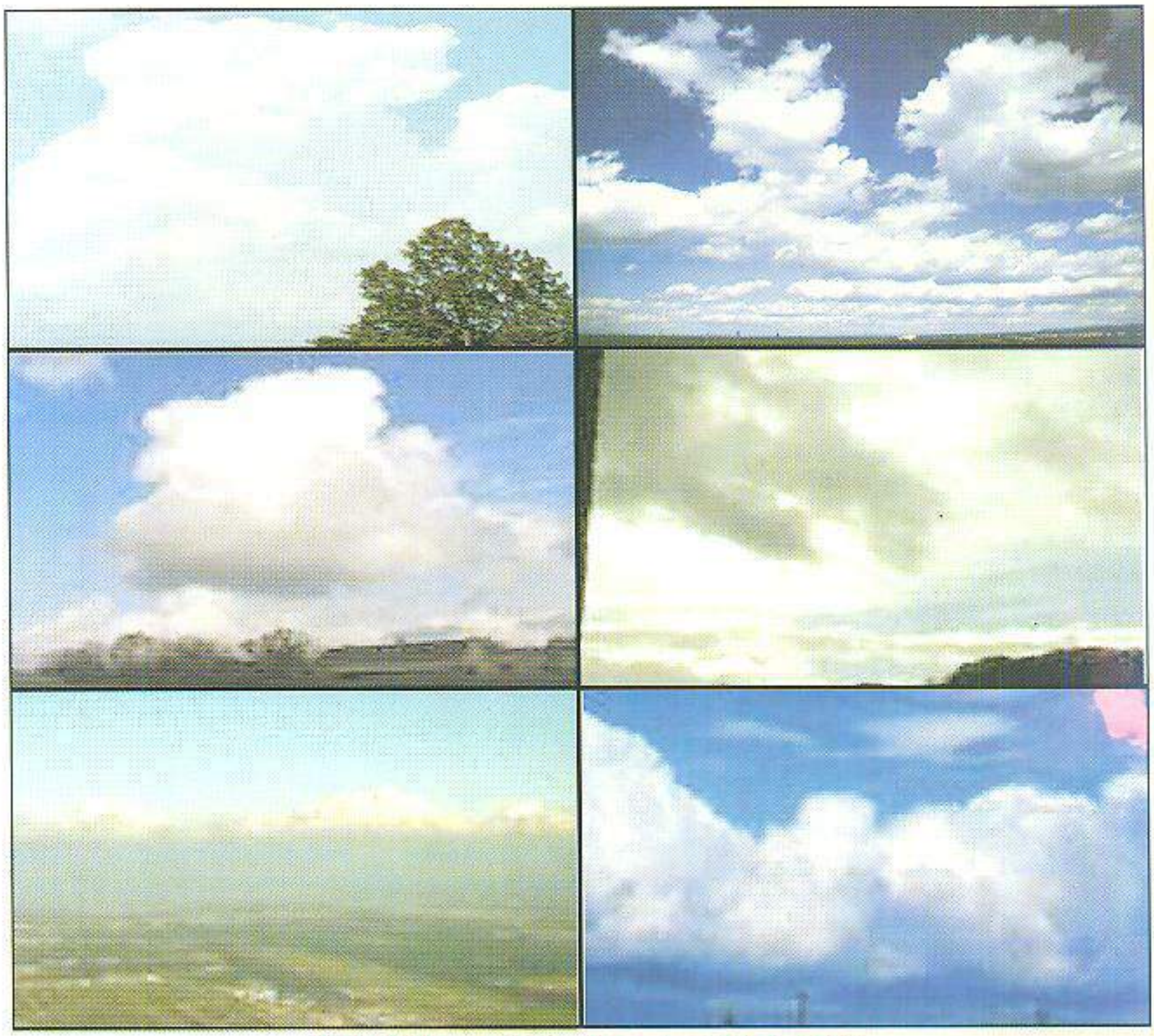
سحب تظهر على شكل كتل أو قطع منفصلة تبدو كالروابى أو الجبال أو القلاع ويأخذ شكلها الخارجى شكلا منتفخا محدد المعالم كزهرة القرنبيط ويميل لون قاعدتها إلى اللون الرمادى أو الرمادى القاتم وأحيانا اللون الأبيض تبعا لدرجة كثافة وسمك هذه السحب، فى حين تبدو الأجزاء الأخرى منها بيضاء لامعة بفعل إضاءة الشمس لهذه الأجزاء وقد يصاحبها فى بعض الأحيان هطول يكون على شكل رخات من المطر أو المطر المتجمد أو كليهما. يوضح الشكل رقم (١١) بعض أشكال هذه السحب.

الشكل رقم (٩) يوضح بعض أشكال سحب الطبقى (St)

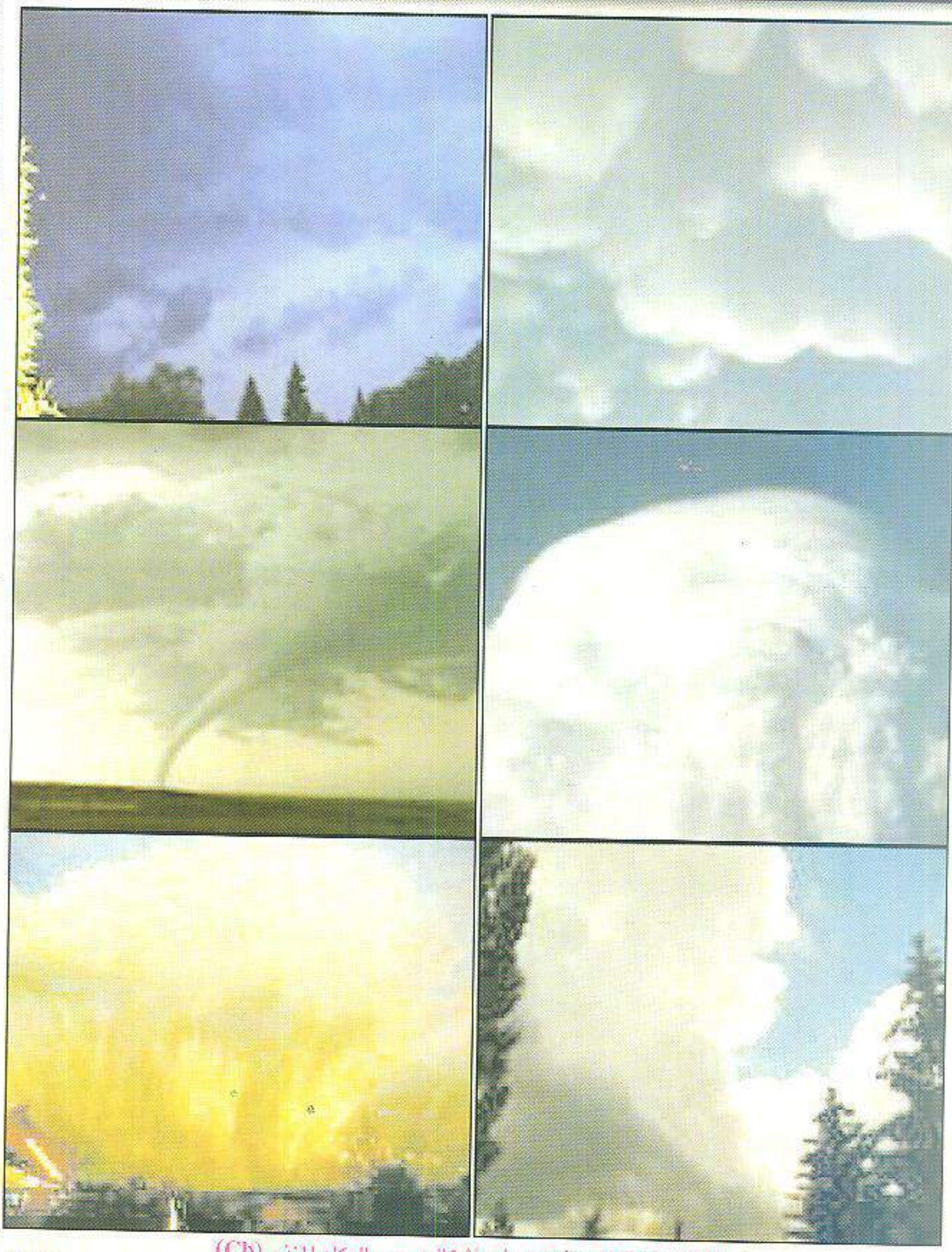
الشكل رقم (١٠) يوضح بعض أشكال سحب الركام الطبقى (Sc)

### ب - الركام المزنى Cumulonimbus (Cb)

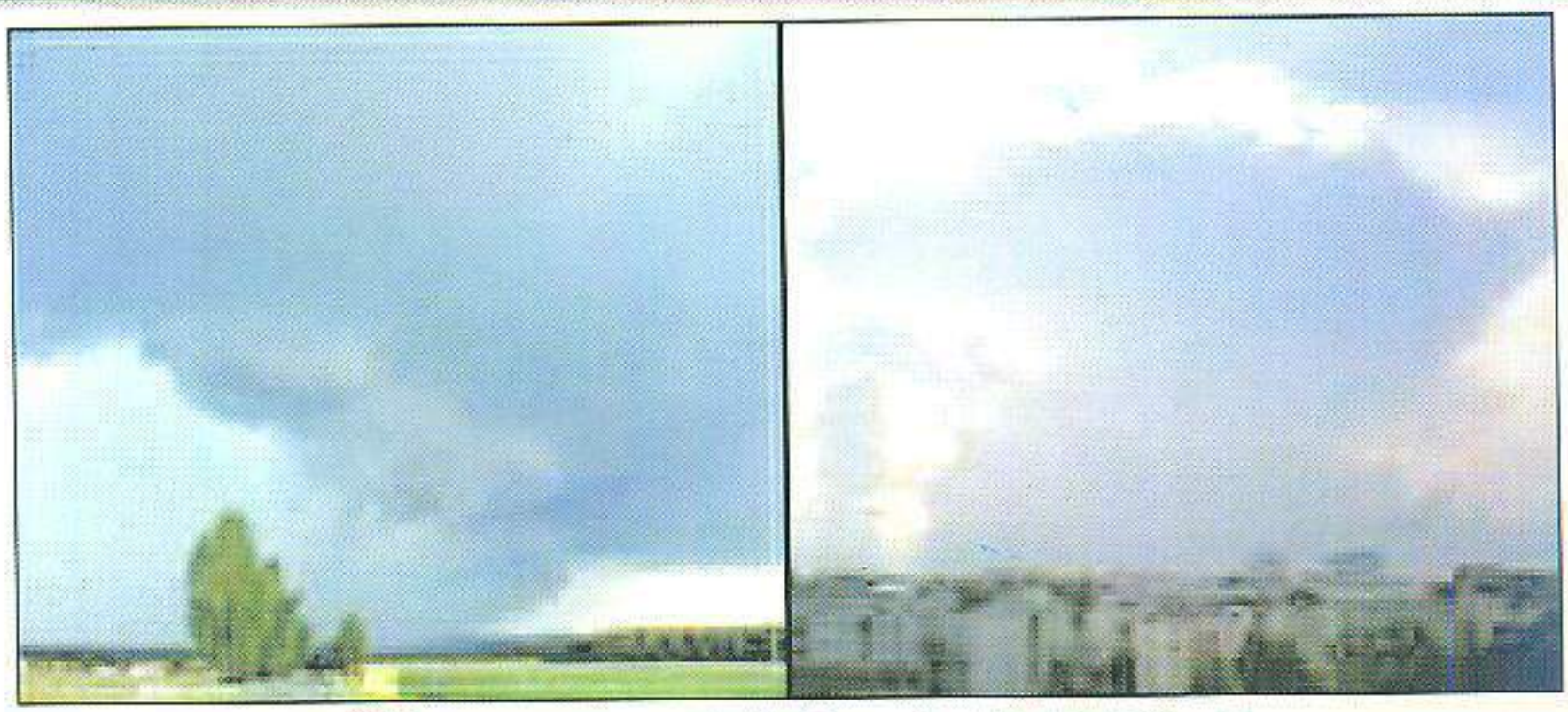
كتل ضخمة من السحب الكثيفة ذات نمو رأسى كبير ارتفاع قاعدتها مثل ارتفاع قاعدة السحب المنخفضة غير أن قمتها قد تصل إلى الارتفاعات التى تظهر عندها السحب العالية وتظهر على شكل كتل أو قطع منفصلة من السحب الضخمة الكثيفة التى تبدو كالجبال أو القلاع الشامخة وقد تتصل أو تلتحم هذه الكتل الضخمة بعضها ببعض فتظهر السحب فى هذه الحالة على شكل الحائط العالى الكثيف، وقمم هذه السحب غير محدد الشكل أو المعالم فأحيانا تأخذ الأجزاء العليا منها مظهرا سمحاقيا أو شعريا بشكل واضح، وأحيانا تكون قمتها على شكل السندان أو شكل ريشة طير متسعة الرقعة وهى من السحب الممطرة وغالبا ما تكون مصحوبة بعواصف رعدية أو أنواء أو كليهما ويكون الهطول على شكل رخات شديدة ومصحوبة بالرعد أحيانا ويتميز الهطول المصاحب لها بأنه على شكل رخات من المطر أو المطر المتجمد أو بلورات الثلج أو الشرائح الثلجية أو حبات الجليد أو البَرَد بأنواعه المختلفة أو على شكل رخات من خليط من بعض أو كل هذه الأنواع وتنشأ هذه السحب من المنخفضات الجوية أو الجبهات الهوائية، ومع حالات عدم الاستقرار الجوى. يوضح الشكل رقم (١٢) بعض أشكال هذه السحب.



الشكل رقم (١١) يوضح بعض أشكال سحب الركام (Cu)



الشكل رقم (١٢) يوضح بعض أشكال سحب الركام المزنى (Cb)



تابع الشكل رقم (١٢) يوضح بعض أشكال سحب الركام المزنى (Cb)

## رصد وقياس كمية السحب

تقدر كمية السحب بواسطة الراصد الجوى من مكانه بحظيرة الرصد حيث يقوم بتقدير الكمية التى تغطى القبة السماوية مقسومة إلى ثمانى وحدات والتى تحيط بمحطة الرصد الجوى، المقياس هو الثمن ويسمى اوكتا (OKTA)، أى أن الجزء الذى يراه الإنسان العادى مقسم إلى ٨/٨، فعندما تكون السماء صافية فهذا يعنى أنه لا يوجد غيوم فتكون الكمية صفر، وعندما تكون الكمية ٤/٨ أو أقل تكون السماء غائمه جزئياً، وغائم بشكل عام إذا كان أكثر من نصف قبة السماء مغطى بالسحب لكن يتخلله فجوات صافية، وإذا كانت قبة السماء مغطاة كلية بالسحب ٨/٨ يكون الجو غائماً كلياً.

وإلى اللقاء فى العدد القادم

## المراجـــــع


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