

الفصل الرابع

فيزياء الغيوم

الغيمة: هي تجمع من قطرات الماء او جسيمات الثلج او كلاهما تطفو في الهواء بسبب خفتها وتكون مرئية بتأثير الضوء الذي تعكسه او تستطيره او تحجبه جسيماتها وتتمو السحب عند ارتفاع الهواء الرطب الى طبقات الجو العليا المتخللة الضغط فيبرد ويتشبع ويتكثف ليكون قطرات السحابة او بلورات الثلج وقد يرتفع الهواء الرطب قسريا عند مروره فوق الجبال وعند جبهات المنخفضات الجوية او نسيم البر والبحر او صعود تيارات الحمل الدافئة وتعتبر عملية صعود الهواء من العوامل الاساسية في نمو هطول المطر . ان نسبة بخار الماء في الجو الارضي تقارب 3% من مكوناته الا انه يلعب دور مهم في توليد الطقس ونقل الطاقة من سطح الارض واليها .

الفيزياء المجرية للغيوم :

1- **التكثف المتجانس:** هو تكثف جزيئات الماء على بعضها لتكون جسيمات مائية صغيرة تسمى الاجنة التي تتمو لتكون قطرات السحابة ومن ثم قطرات الهاطل، ولكن التكثف المتجانس شبه مستحيل في الجو لانه يحتاج الى رطوبة نسبية %400 حسب معادلة كلفن - جبس وهي:

$$r = 2\sigma / (r_v \rho_L T \ln s) \quad \dots \dots \dots (1)$$

حيث r هو نصف القطر الحرج للجنين المستقر ، و r_v هو ثابت الغاز للغرام من الماء ويعادل (0.462J/gm.k) ، σ هو معامل الشد السطحي للماء ويعادل 75 di./cm و ρ_L هي كثافة الماء، T الدرجة الكلافية و s نسبة الاشعاع وتساوي $e(r)/e_s(\infty)$ ، حيث (r) هو ضغط البخار الفعلي على سطح القطرة و(∞) e_s هو ضغط الاشباع لبخار الماء فوق سطح مستوى (بعيدا عن القطرة). ومن المعادلة (1) نجد ان عندما تكون $S=100\%$ او اقل فأن r تصبح مالا نهاية لذلک لا يمكن الحصول على جنين مستقر.

2- **نويات التكثف:** يوجد في جو الارض جسيمات تسمى الهاباء (Aerosols) تأتي من مصادر مختلفة مثل البحار واليابسة والنشاط البشري والبراكين والشهب وهي تتكون من املاح واتربة ومواد عضوية بعضها يذوب في الماء والآخر لا يذوب ولكنه يتبلل ويكون غلافا مائيا حوله والنوع الثالث لا يذوب ولا يتبلل ، ويتراوح نصف قطرها بين (0.005- 10 micron) تتوزع الى ثلاثة مجاميع:

أ- نويات أيتكن ويقل نصف قطرها عن (0.2 mi.) وهي غير مهمة في عملية التكثف لصغر حجمها .

بـ- النويات الكبيرة (0.2 – 1 mi).

جـ- النويات العملاقة ويتجاوز نصف قطرها (2mi).

هذه النويات تتوزع في الجو الارضي ويقل تركيزها مع الارتفاع وحسب الجدول التالي:

نويات ايت肯	نويات كبيرة	نويات عملاقة	t
103 - 104	1 - 10	1	التركيز فوق البحر (جسيمة اسم 3)
104 - 105	10 - 1000	0.1	التركيز فوق البر (جسيمة اسم 3)
أقل من 0.2	0.2 - 1	1 - 10	نصف القطر (micron)
مواد عضوية وعقائد جزيئية	ملح وكبريتات	ملح الطعام	المكونات

ان عدد قطرات السحابة يعتمد على عدد نويات التكثف وحجم النوية وكلما كبرت النوية والملحية خاصة تزداد نسبة التكثف لقطيرات الماء وخاصة التي قطرها اكبر من (25 mic.) لذلك نلاحظ سهولة سقوط المطر من السحب الركامية البحرية مقارنة بالسحب القارية .

3- نمو قطرات بالتكثف: تنمو قطرة السماوية بانتقال جزيئات الماء من الهواء نحوها بالانتشار طبقا لقانون فيك (Fick law) وتتبخر بعكس الطريقة، ويصاحب التكثف تحرر طاقة من سطحها . ان عملية التكثف بطيئة جدا لاقصر قطرات المطر لقصر عمرها وهي مهمة لنمو قطرات لغاية (20 mic.).

4- نمو الهطول بالتصادم والالتحام : تتصادم قطرات المطر والتي نصف قطرها (25 mic.) وتركيزها عالي بسبب المجالات الثاقلية او الكهربائية او الهوائية وتلتجم وتؤدي الى سقوط المطر.

5- الثلج في الجو: يظهر الثلج قرب سطح الارض بعدة اشكال منها البرد وبلورات الثلج والصقيع ، ان اغلب قطرات ماء السحب تتواجد بالحالة السائلة عند درجة حرارة (-41°C) واذا انخفضت درجة الحرارة الى اقل من ذلك تجمدت قطرات ب بصورة فجائحة ويسمى بالتجمد المتجانس. ومن انواع نويات الثلج هي بلورات الثلج والطين ولاسيما سليكات الالمنيوم وغبار الشهب وايديد الفضة . وتزداد فعالية

ايديد الفضة عندما تصل درجة الحرارة الى (4°C) ولغاية (20°C) لذلك تستخدم هذه المادة لزرع السحب اصطناعيا والتي حرارتها بين (20°C - 1°C).

6- البرد: (Hail) هو راسب ثلجي على شكل كرات او كتل من الثلج قطرها يتراوح بين (15-50 ml.) وقد يصل الى (10cm) وهو يسقط من السحب الركامية الممطرة وتكون نسبة (65%) على شكل بيضوي وقد يكون مركب من قطع غير منتظمة بسبب الالتحام ، ومقطعها يتكون من طبقات متتالية (4 - 8) طبقة من الجليد المعتم والشفاف وتتراوح كثافتها بين (0.1 - 0.9 gm/cm³).

السيطرة على الهطول صناعيا: هناك عاملان مهمان في نمو هطول المطر يمكن استغلالها للسيطرة على السحب وهي:

1- ينمو الهطول بطريقة التصادم والالتحام عند تواجد قطرات كبيرة (30-50 mic.) وبتركيز (50/m³) للسحب البحرية و (200/m³) للسحب البرية ، ويمكن رش هذه القطيرات في قمة السحابة او بادخال بلورات ملح الطعام العملاقة بتركيز الف بلورة \ لتر وهذه الطريقة مفيدة للسحب الدافئة وغير مفيدة للسحب الباردة.

2- ان اغلب سحب العروض الوسطى والعالية هي سحب مختلطة لذلك يمكن تحفيزها بادخال بلورات الثلج او ايديد الفضة بدرجة (15°C) للحصول على بلورات ثلجية وبتركيز واحد بلورة \ لتر او برش قمتها بالجليد الجاف (ثاني اوكسيد الكاربون الجامد بدرجة (75°C)) او بطريقة الاهتزاز (بتفجير صواريخ) التي تؤدي الى تجميد القطيرات الباردة . وتنقل النويات اعلاه عادة بواسطة صواريخ صغيرة .

فيزياء السحب المنظورة(الحمل في الجو): الحمل هو صعود عناصر من الهواء بصورة شاقولية بتأثير القوى التالية:

- 1- قوى الطوفانية الاباتحة من خفة الهواء الساخن الرطب بالنسبة الى محطيه.
- 2- القوة الميكانيكية الناتجة من حركة الرياح وطبيعة التضاريس الارضية المسببة للحركة الدوامية .

ويمكن حساب سرعة الصعود اي جسيم الى الاعلى من المعادلة التالية:

$$W^2 = w_0^2 + 2r_{p0} \int p (T_v - T_{ev}) dl np$$

W – سرعة الصعود ، w_0 - سرعة الصعود عند الارتفاع z_0 ، p_0 – الضغط عند الحرارة عند z ، T_{ev} – الحرارة عند الارتفاع z_0 ، r - ثابت الغاز للهواء.