وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جـــــامـــعة ديـــــالى

كلية التربية الاساسية

جغرافية الاراضي الجافة

٢٠١٨ ١٤٣٩

الفصل الاول

مفهوم الجفاف واسبابه

تشكل الاراضي الجافة جزءاً هاماً من مساحة الارض وتحتل موقعاً متميزاً. فقد تشكل المناطق الجافة كل مساحة الدولة ضمن حدودها السياسية او جزءاً كبيراً من مساحتها مما يعرضها الى النقص في عدد من مواردها الاقتصادية وخاصة المورد الزراعي. وللجفاف مشاكله فبالاضافة الى النقص للانتاج الزراعي او انعدامه احياناً، هناك مشكلة المياه الصالحة للاستعمال، ومشكلة استغلال الموارد الطبيعية نظراً لقسوة الظروف المناخية. واذا امكن التغلب على عدد من هذه المشاكل في النصف الثاني من القرن العشرين، فان مشكلة الموارد المائية ومشكلة الانتاج الزراعي المتدني مازالت لم تحل من جميع جوانبها. لذلك اتجه الباحثون الى الاهتمام بهذا النطاق المناخي في المدة الاخيرة وذلك نظراً لازدياد عدد السكان في العالم مما ادى الى زيادة الضغط السكاني على بعض مناطق العالم لهذا ينظر الى الاراضي الجافة الان (اذا ماتم التغلب على المشاكل التي تجابه استيطان الانسان فيها) على انها اقليم التوسع المنتظر للسكان. فيمكن اذا ماوجدت الحلول الملائمة لمشاكل المياه والزراعة في العالم لهذا الاقليم أن يستوعب اعداد كبيرة من السكان إذا علمنا ان المساحة التي يشغلها هذا الاقليم من الارض كبيرة حيث تقدر بثلث مساحة اليابسة. وهي لحد الان من المناطق التي يسكنها عدد قليل جدا من الناس. فمن وجهة نظر الطاقة القصوى Carrying Capacities فان المنطقة ضمن مواردها الحالية لاتتسع لاعداد اكبر من السكان الا اذا تغيرت طبيعة استغلال الارض او تغيرت مواردها الاقتصادية حيث نستطيع تغيير الطاقة الاستيعابية القصوى. لذلك يتوجب بذل الجهود الكبيرة في هذا الاتجاه للوصول الى افضل السبل لاستغلال الارض بما يوفر للسكان موارد مضافة. وقد سعت الدول والهيئات الدولية وعلى رأسها الامم المتحدة ومنظماتها الاقليمية وخلال العقدين

الماضيين الى عقد ندوات ومؤتمرات لبحث وتحديد مشاكل هذه المناطق لمحاولة ايجاد الحلول لها. كما ان عدداً من المجلات العلمية المتخصصة بدات تظهر للوجود لتركز في بحوثها على مشاكل هذه المناطق ومحاولة حلها.

ولما كان الوطن العربي في معظم اجزائه يصنف ضمن المناطق الجافة فان الاهتمام بهذا النوع من الدراسة هو اهتمام بمشكلة معظم الاراضي التي تشكل الوطن العربي ومحاولة حلها. فالتعرض لموضوع الجفاف ومشاكله ومحاولة ايجاد انجح السبل للتغلب على هذه المشاكل هي من صلب اهتمام المواطن العربي في كل مكان. فلا توجد دولة في الوطن العربي لاتعاني من مشكلة الجفاف. فالاسهام في هذا المجال يأتي من تحديد (١) طبيعة الجفاف، والمساهمة اولاً في عرض كل (٢) المصاعب التي تتعرض لها المناطق الجافة ومن ثم التعرض الى بعض الحلول المقترحة (٣) لعدد من المشاكل التي تجابه الاراضي الجافة. وهذا هو الهدف الاساسي الذي سيركز عليه هذا الكتاب اهتمامه.

المبحث الاول

مفهوم الاراضي الجافة

مفهوم الجفاف جغرافياً

الجفاف بمفهومه العام ظاهرة طبيعية تصاحب قلة سقوط الامطار وارتفاع درجة الحرارة والتبخر فالعلاقة بين الامطار الساقطة والحرارة هو الذي يحدد التبخر وهذا الاخير يمكن استعماله لتحديد الجفاف بصورة دقيقة. فلا يمكن والحالة هذه اذاً من تعريف الجفاف عن طريق عنصر مناخي واحد وكل المحاولات التي بذلت لتعريفه عن طريق عنصر مناخي واحد جاءت ناقصة وقاصرة عن اعطاء مفهوم دقيق للجفاف.

لقد تطور مفهوم الجفاف تبعاً لتطور جمع المعلومات المناخية وانتشار محطات الارصاد في المناطق الجافة الاقل سكاناً. ففي بداية هذا القرن كان لعدم توفر المعلومات المناخية المطلوبة اثره الكبير في اقتصار الباحثين على استخدام عنصر مناخي واحد لتحديد الجفاف وهو الامطار فقد جرت محاولات لتعريف الجفاف على اساس كمية الامطار الساقطة، حيث كان لنشر اول خريطة لخطوط المطر المتساوي للعالم اثره الكبير في اختيار هذا العنصر. وقد اختير خط المطر المتساوي ٢٥٠ ملم حداً فاصلاً بين المناطق شبه الجافة والرطبة وخط المطر المتساوي ١٢٧ ملم حداً بين المناطق الشبه الجافة والجافة. فالملاحظ هنا ان هذا الاختيار فيه تعميم كبير، فقد اهملت الفروق الحاصلة في درجات الحرارة في المناطق التي تسقط عليها الامطار. كما اهمل هذا التحديد فصلية سقوط الامطار. فقد اصبح واضحاً لدينا الان انه كلما ارتفعت درجة الحرارة كانت الحاجة ماسة الى كميات اكبر من الامطار. لهذا فالمناطق ذات الامطار الشتوية تحتاج الى امطار اقل من المناطق ذات الامطار الصيفية حتى يمكن اعتبارها جافة ام لا، وذلك لاختلاف نسبة المفقود من الامطار في الفصليين اي لاختلاف نسبة التبخر بين الصيف والشتاء.

وجاءت اول محاولة جادة من بينك (Penck) في عام (١٩١٠) لتحديد المناطق الجافة حين ربط بين الامطار والحرارة والتبخر فقد راى بنك ان ارتفاع الحرارة تؤدي الى زيادة التبخر، لذلك فان الحد الذي يتساوي فيه التبخر السنوي مع كمية الامطار السنوية هو الحد الفاصل بين المناطق الرطبة والجافة. وفي تلك الاثناء، كان قياس المطر والحرارة ممكناً وقياس التبخر غير ممكن، حيث ان نظرية حسابه لم تتطور بعد فكان من الصعوبة على الباحثين وعلى بنك نفسه ان يطبق هذا المفهوم، لذلك فان محاولة بنك اهملت اما اول محاولة وجدت تطبيقها العملي فهي محاولة كوبن (Koppen) فقد جاء تصنيفه عام (١٩١٨) ليعطي تحديداً اوضح من استعمال المطر وحدة قياسا لتحديد الجفاف فلم يتبع كوبن مفهوم بنك وذلك لصعوبة ايجاد اقيام للتبخر فعمد الى استخدام الحرارة والامطار وفصل سقوطها معاً لتحديد مفهوم الجفاف. فالمعروف ان هناك علاقة طردية بين الحرارة والتبخر، لذلك فان المناطق ذات المعدلات الحرارية العالية تحتاج الى كميات اكبر من الامطار حتى يصبح فيها فائض مائي.

واستناداً على ذلك فان لفصل سقوط الامطار اهمية، فالامطار الساقطة شتاءاً يكون المفقود منها قليلاً بينما تفقد كميات كبيرة من الامطار الساقطة صيفاً. لذلك فقد اوجد كوبن ثلاث معادلات رياضية لتحديد المناطق الجافة من شبه الجافة وثلاثاً اخرى لتحديد المناطق شبه الجافة من الرطبة. ومن خلال مطابقة النتائج التي حصل عليها مع انطقة النبات الطبيعي وجد كوبن تطابقاً جيداً بين حدوده المناخية وحدود النبات الطبيعي وبذلك اعطى كوبن التحديد الاتي:-

في المناطق التي ليس لها فصل سقوط واضح يكون خط المطر المتساوي (١٢٠) ملم هو الحد الفاصل بين المناطق الجافة (BW) وشبه الجافة (BS) وذلك عندما يكون معدل درجة الحرارة السنوية (٥) درجة مئوية. ولتحديد نفس الحد في المناطق ذات المعدلات الحرارية الاعلى فان كمية المطر المطلوبة يجب ان تزداد مع زيادة الحرارة. فيكون خط المطر (١٧٠) ملم هو الحد الفاصل بين

هو الذي ساد ولمدة طويلة وذلك لكونه سهل الاستعمال، والمعلومات المطلوبة لتطبيقه متوفرة كما ان تفاصيله افضل من التصانيف السابقة.

بعد كوبن ظهرت محاولات اخرى من باحثين مثل العالم السوفيتي بيرك الذي جاء تعريفه للاقاليم الجافة متطابقاً مع كوبن. كما ظهر دليل دي مارتون (De Martanne) للجفاف والذي لم يستعمل على نطاق واسع. وقبل نهاية النصف الاول من القرن العشرين ظهر تحديد ثورنثويت Thornthwaite

فقد اعاد ثورنثويت الحياة لمحاولة بنك السالف ذكرها وقد نجح في تطبيقها بعد ان اوجد معادلة رياضية لحساب قيمة التبخر على اساسها. وقد اعتمد ثورنثويت على درجة الحرارة وطول مدة الاشعاع الشمسي اساساً في حساب قيمة التبخر. ورغم الانتقادات التي وجهت الى معادلة ثورنثويت الرياضية فانها جاءت اكثر دقة من المحاولات السابقة واصبح بالامكان حساب التبخر. اعتمد ثورنثويت على شدة التبخر في تحديد المناطق الجافة. فباستعمال اقيام التبخر لاية منطقة مع رطوبة التربة ان كانت فائضة او فيها نقص فانه بالامكان تحديد ما إذا كانت المنطقة رطبة ام جافة. وقد استعمل ثورنثويت المعادلة الاتية(١) لتحديد الجفاف:-

$$Im = \frac{100\ S - 60\ d}{PET}$$

حيث ان

Im = معامل الجفاف

S = الزيادة في رطوبة التربة

d = كمية النقص في رطوبة التربة

PET = المجموع السنوي للتبخر

(1) Oliver, John. Climatology, Selected Application. John Wiley and Sons, New York, 1981, P.172.

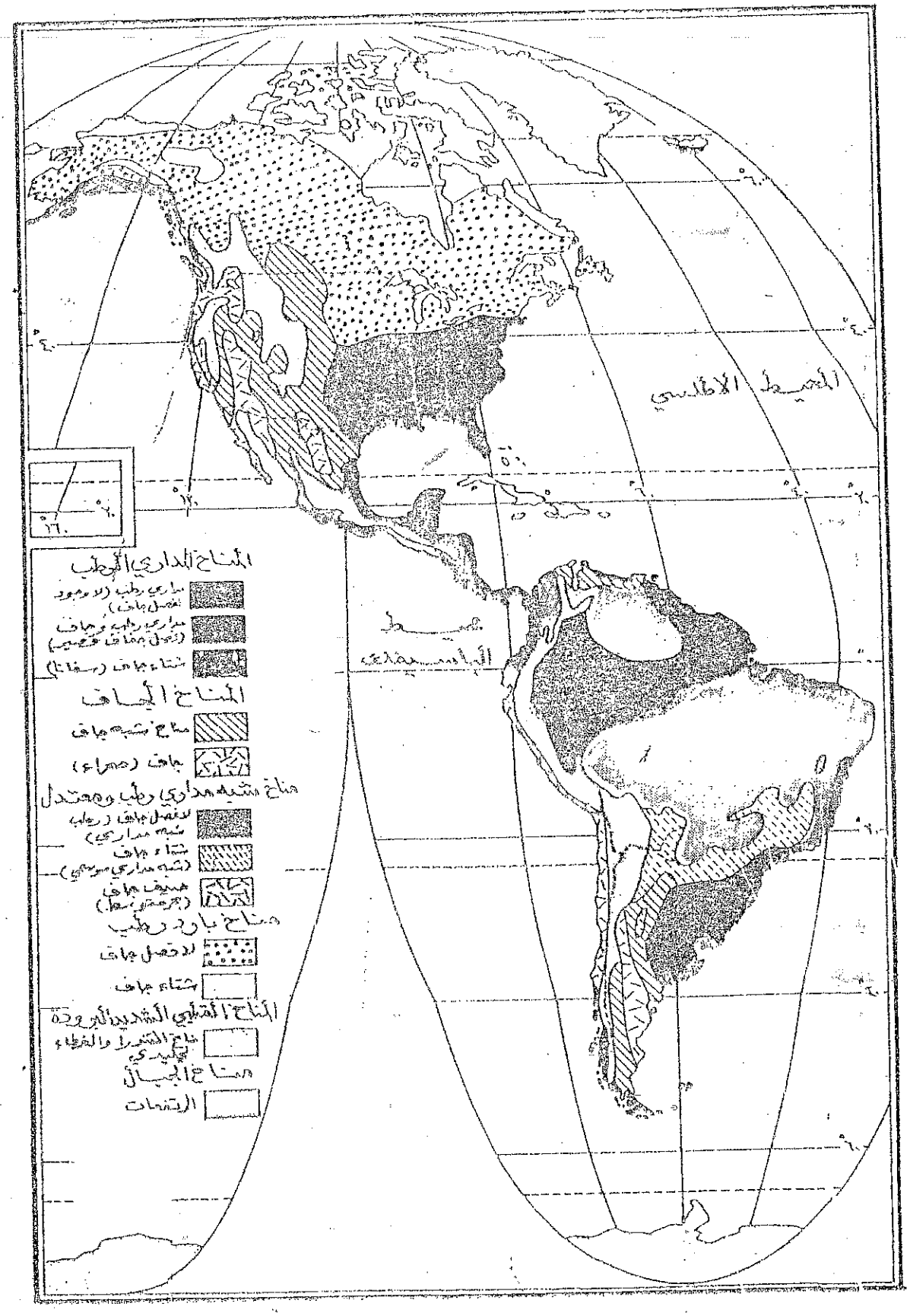
وقد حدد ثورنثويت النتائج من استعمال المعادلة. فاذا كانت النتيجة اقل من (-٤٠) فان المنطقة تكون جافة واذا كانت بين (-٢٠ الى - ٤٠) فان المنطقة شبه جافة. فالاساس كما هو واضح يعتمد على مقارنة الامطار بالتبخر. فاذا ازدادت كمية الامطار عن كمية التبخر فسوف تكون زيادة مائية فان الاقليم رطب والعكس صحيح. وعلى هذا الاساس صنف ثورنثويت العالم الى اقاليم مناخية وظهرت فيها الاقاليم الجافة. وقد ظهرت بعض الفروق بين تحديد كوبن وتحديد ثورنثويت فقد اضيفت بعض المناطق التي لم تعد جافة في تصنيف كوبن الى المناطق في تصنيف ثورنثويت والفروق بين التصنيفين واضحة من مقارنة (الشكل١ مع الشكل٢). فالشكل (١) يمثل المناطق ضمن تصنيف كوبن والشكل (٢) يمثل المناطق الجافة ضمن تصنيف ثورنثويت.واخر ماظهر في مجال تحديد المناطق الجافة هو محاولة الامم المتحدة لتحديد المناطق الجافة على اساس طبيعي. فقد اعدت منظمة اليونسكو لهذا الغرض خارطة نشرت عام ١٩٧٩مستندة على خرائط وضعها ميجس عام ١٩٥٣(١)(وقد استخدم ميجس معامل الجفاف لثورنثويت احد الاسس لتحديد المناطق الجافة، كما استخدمت مؤشرات التربة واشكال سطح الارض والنبات الطبيعي اسس اخرى) كما استخدم التعريف المناخي القائل اذا كانت كمية الامطار اقل من كمية التبخر في المنطقة الجافة. فباستخدام هذا المؤشر مع المؤشرات الاخرى المشار اليها سابقاً تم تحديد المناطق الجافة بشكل اكثر دقة. ولاول مرة تستخدم معادلة بنمان Penman لحساب قيمة التبخر بدلا من معادلة ثورنثويت. ومعادلة بنمان تعطي نتائج افضل حيث اعتمدت الاشعاع الشمسي، والرطوبة في الجو، والرياح اضافة الى الحرارة لحساب قيمة التبخر. وبهذا فقد اعتمد بنمان على كل العناصر التي تؤثر على التبخر مما يجعل معادلته اكثر دقة من معادلة ثورنثويت. بعد حساب قيمة التبخر تقسم الامطار على كمية التبخر في

(1) Meigs, P. World Distribution of Arid and Semi-Arid Homoclimates,AridZoneResearch,2,mpp.203-210.

الشكل (١) خارطة العالم موزعا عليها الاقاليم المناخية حسب تصنيف كوبن

المصدر: Miller, Living in the Environment, California 1985

P.46


المحيط الاطلسي
المحيط الباسيفيكي
المناخ المداري الرطب
مداري رطب (لا موجود فصل جاف)
مداري رطب وجاف (فصل جاف قصير)
شتاء جاف (سفانا)
المناخ الجاف
مناخ شبه جاف
جاف (صحراء)
مناخ شبه مداري رطب ومعتدل
لا فصل جاف (رطب شبه مداري)
شتاء جاف (شبه مداري موسمي)
صيف جاف (بحر متوسط)
مناخ بارد رطب
لا فصل جاف
شتاء جاف
المناخ القطبي الشديد البرودة
مناخ الثلوج والقفار الجليدي
مناخ الجبال
الارتفاعات

المنطقة. فاذا كانت النتيجة اقل من (٠,٠٣)، فان الاقليم يصنف على انه شديد الجفاف، في حين يكون الاقليم جافاً اذا كانت النتيجة اكثر من (٠,٠٣) والى (٠,٢٠). اما اذا كانت النتيجة اكثر من (٠,٢٠) واقل من (٠,٥٠) فالاقليم شبه جاف. ان المساحة التي احتلتها المناطق الجافة طبقاً لهذه التصنيف هي اوسع من المناطق الجافة في تصنيف كوبن وثورنثويت

ان اختلاف مساحات المناطق الجافة بين التصانيف الثلاثة المذكورة انفاً يعود بالدرجة الاولى الى الاختلاف الجزئي في التعريف فكل تصنيف استعمل طريقة تختلف عن الطريقة الاخرى. لذلك فان كل من كوبن وثورنثويت واليونسكو رسموا حدوداً تختلف في تفاصيلها عن احدهما الاخر. ولكن بشكل عام، فان الاتفاق على المناطق واضح والاختلاف يحصل في المناطق الانتقالية.

مفهوم الجفاف استناداً الى مفاهيم اخرى

التعريف الزراعي للجفاف لايختلف كثيراً عن التعريف المناخي وذلك لاعتماد النبات الكامل على المناخ. فالنبات يعتمد على الامطار التي تتأثر وتؤثر على كمية التبخر. لذلك يمكن اعتبار المناطق التي تعتمد في زراعتها على الامطار من دون الاستعانة بالري على انها مناطق رطبة وكلما زاد الاعتماد على الري وقلت كميات الامطار اللازمة لقيام زراعة دائمة دل ذلك على الجفاف. ورغم ما في هذا التعريف من تعميم حيث انه سيضم بعض المناطق المصنفة مناخيا على انها رطبة ضمن الاقاليم الجاف وذلك لوجود فصل الجفاف فيها، فانه يعبر بشكل اخر عن الجفاف، في حين قلص العاملون في مجال الموارد المائية من المساحات الجافة عندما اعتبروا ان المناطق الجافة هي المناطق ذات التصريف الداخلي للمياه واذا ماوجدت انهار دائمة الجريان فان منابع هذه الانهار تكون من خارج حدود المنطقة الجافة. اما تصنيف المناطق استنادا الى نوع النبات الطبيعي السائد فيها، فان النتائج الى حد مامشابهه الى ما توصل اليه المناخيون في العالم.

المبحث الثالث

التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة في العالم

لاتوجد قارة تخلو من المناطق الجافة او الشبه الجافة. فحتى اوربا والتي تعتبر بشكل عام قارة رطبة، توجد فيها مناطق شبه جافة في اسبانيا. لذلك فان ظاهرة الجفاف هي ظاهرة عامة يعاني منها الجميع ولو بدرجات مختلفة. ولما كان الموقع الفلكي له اكبر الاثر في تحديد المناطق الجافة يضاف اليه سعة اليابس فان اكثر القارات معاناة من هذه الظاهرة هي قارات اسيا وافريقيا واستراليا. فمن الواضح ان الجفاف له اسباب كثيرة وكثيراً مايتضافر عاملان او اكثر في منطقة واحدة لتظهر فيها المناطق الجافة بامتدادها الواسع. فمن الواضح ان عاملين اذا ماقترنا مع بعض كونا اكبر المساحات الجافة وهما الموقع الفلكي وسعة اليابسة او بُعد بعض اجزائها عن المسطحات المائية. بالنسبة لحدود المناطق الجافة والشبه الجافة فان الاختلاف وارد بين لتصانيف المختلفة (راجع شكل ١ ، ٢). ويرجع ذلك الى الاختلاف في طبيعة التحديد او النظرية المستعملة في التحديد. فهناك مثلا اختلاف بين تحديد كوبن المناخي للمناطق الجافة وتحديد الامم المتحدة يصل الى ٦٪ في المساحة. الشئ المتفق عليه في هذا المجال هو حول المناطق الصحراوية سواءاً الحارة او الباردة. فهناك مناطق صحراوية بصفاتها المناخية ومظاهرها التضاريسية ونوع النبات والتربة فيها. وقد وردت في كل التصانيف المذكورة انفاً. ويمكن توزيع هذه الصحارى بمرقعها ومساحتها كما في الجداول الاتية:-

(جدول ٣) الصحارى الرئيسية في العالم حسب الموقع والمساحة(١)

الصحراء	الموقع	المساحة كم٢
الصحراء الكبرى	افريقيا	٩,١٠٠,٠٠٠
صحراء استراليا	استراليا	٣,٤٠٠,٠٠٠
الجزيرة العربية	اسيا	٢,٦٠٠,٠٠٠
صحراء تركستان	اسيا	٢,٠٠٠,٠٠٠
صحراء امريكا الشمالية	امريكا الشمالية	١,٣٠٠,٠٠٠
صحراء بتكونيا	امريكا الجنوبية	٦٨٠,٠٠٠
صحراء ثار	اسيا	٦٠٠,٠٠٠
صحراء كلهاري وناميبيا	افريقيا	٥٧٠,٠٠٠
صحراء كوبي (تكلامكان)	اسيا	٥٢٠,٠٠٠
صحراء ايران	اسيا	٣٩٠,٠٠٠
صحراء اتكاما	امريكا الجنوبية	٣٦٠,٠٠٠

(1) Lutuens and Tarbuck. The Atmosphere: An Introduction to Meteorology. Prentic Hall New Jersey, 1979, p.329.

يتضح من الجدول اعلاه ان اسيا صاحبة ثاني اكبر مساحة جافة في العالم. فتصل مساحة الصحارى فيها الى ٦,١١٠,٠٠٠ كم ٢ اي ٢٨.٤ ٪ من مساحة الصحارى في العالم. اما قارة افريقيا فهي صاحبة اكبر مساحة صحارى

في العالم وذلك لموقعها الفلكي واتساعها من الشمال حول مدار السرطان. حيث ان مساحة صحارى افريقيا تصل الى ٩,٦٧٠,٠٠٠ كم ٢ او ٤٤,٩٪ من مساحة الصحارى في العالم. يلي افريقيا واسيا في مساحة الصحارى قارة استراليا والتي تكون مساحة الصحراء فيها ١٥,٨٪ من مساحة الصحارى في العالم. ثم امريكا الشمالية وفيها ٦٪ من مساحة صحارى العالم. واخيراً امريكا الجنوبية التي تضم ١,٤٠,٠٠٠ كم٢ من مساحة الصحارى اي ٤.٨٪ من مساحة الصحارى في العالم. اضافة الى ماذكر سابقاً فان هناك مناطق صغيرة مثل بعض جزر المحيط الهادي واقصى شمال امريكا الجنوبية وبعض المناطق

(جدول ٤) توزيع الصحارى الحارة حسب موقعها من القارات.

اسم الصحراء	موقعها
١ الصحراء الكبرى	شمال افريقيا من سواحل المحيط الاطلسي الى البحر الاحمر وتشمل صحراء الصومال
٣ صحراء استراليا	وسط وغرب استراليا
٢ الصحراء العربية	جنوب غرب اسيا
٤ صحراء اريزونا	جنوب غرب الولايات المتحدة الامريكية
٥ صحراء سنوريا	شمال المكسيك
٦ صحراء ثار	بين الهند والباكستان
٧ صحراء كلهاري	وسط وجنوب افريقيا
٨ صحراء بيرو	شمال غرب امريكا الجنوبية
٩ صحراء لوط	ايران

المتفرقة، والتي تضاف الى المناطق الشبه الجافة في العالم، الاشكال (٣-٧) لتحديد الموقع الفلكي لهذه الصحاري.

المناطق الجافة والشبه الجافة يمكن تقسيمها الى باردة وحارة وذلك حتى تسهل متابعة توزيعها الجغرافي كما هو موضح في (الجدول ٤). الجدول يوضح ان المناطق الصحراوية الحارة في العالم والتي عادة تنحصر بين المدارين، كما ان الجدول يسهل عملية متابعة التوزيع الجغرافي من خلال اعطاء الموقع لكل من هذه الصحارى.

الملاحظ من الجدول السابق ان معظم هذه الصحارى تقع حول المدارين وتصل الى سواحل المحيطات في غرب القارات وذلك لمرور التيارات الباردة. ولم تدمج الصحارى الساحلية في غرب القارات وذلك لانها تصنف ضمن الصحارى الباردة. ومن ملاحظة الاشكال (٣-٧) يلاحظ اختفاء الصحارى تماما في شرق القارات بأستثناء شمال شرق افريقيا (صحراء الصومال) والتي تكونت بسبب شكل الساحل الصومالي والذي يكون تأثير المنطقة الساحلية ضعيفا حيث تتصل الصحراء الكبرى بالصحراء العربية رغم وجود البحر الاحمر (ذي التأثير المناخي المحدود جدا). وسبب اختفاء الصحارى في شرق القارات يعود الى مرور التيارات الدافئة بالقرب من هذه السواحل.

اما الصحارى الباردة فسوف نجدها تتركز في منطقتين، فاما في داخل القارات وفي العروض العليا او على السواحل الغربية للقارات (الجدول ٥). والجدول الاتي يوضح مواقعها بالتفصيل:

(جدول ٥) توزيع الصحاري الباردة وحسب مواقعها من القارات.

اسم الصحراء	موقعها
صحراء تركستان	جنوب غرب الاتحاد السوفيتي
صحراء نيفادا	غرب الولايات المتحدة الامريكية بين جبال الروكي والكاسكيت.
صحراء بتكونيا	في الارجنتين شرق جبال الانديز
صحراء اتكاما (بيروشيلي)	الساحل الغربي في امريكا الجنوبية
~~الصحراء العربية~~	~~سطح شمال غرب افريقيا~~
صحراء ناميبيا	ساحل جنوب غرب افريقيا
صحراء كالفورنيا	الساحل الشمالي الغربي للمكسيك
صحراء ايران	المناطق المرتفعة من ايران
صحراء كوبي و (تكلامكان)	جنوب منغوليا وشمال الصين

يلاحظ من الموقع ان هذه الصحارى قد تكونت اما بسبب البعد عن المسطحات المائية مثل تركستان وتكلامكان. او تكونت بسبب موقعها في ظل المطر مثل نيفادا وايران وبتكونيا. او بسبب مرور التيارات الباردة مثل الصحراء العربية وناميبيا وكالفورنيا وبيروشيلي.

اما بالنسبة للمناطق الشبه الجافة فانها المناطق التي كان الاختلاف عليها كبيراً نظراً لتذبذب مناخها السنوي ولانها الحد الذي تبدأ بعده المناطق

وجنوب تشاد ووسط السودان ثم يتجه شمالا مع الهضبة الحبشية ليدخل ارتيريا ويتجه جنوبا الى جيبوتي والصومال. اما في جنوب قارة افريقيا فالمنطقة الشبه الجافة تشمل اجزاء واسعة من جنوب غرب افريقيا وتحيط بصحراء كلهارى ثم تمتد شرقاً الى بتسوانا وزمبابوي وشمال جمهورية جنوب افريقيا. وتظهر منطقة ضيقة جداً في جنوب جزيرة مدغشقر. اما في اسيا فتظهر مناطق شبه جافة على مرتفعات اليمن. ويظهر نطاق هلالي يبدأ من فلسطين ويتجه شمالاً الى لبنان وسوريا والعراق وايران.

كما يظهر نطاق حول صحراء ثار في الجانب الهندي من الصحراء. كما يظهر نطاق ضيق في جنوب هضبة الدكن بسبب موقعها في ظل مطر جبال الغات الغربية. اما في امريكا الجنوبية فهناك مناطق صغيرة على طول الساحل الشمالي للقارة في اقصى شمال كولومبيا وفنزويلا كما توجد منطقة صغيرة في شرق البرازيل(واكبر نطاق شبه جاف تكون بسبب الموقع في ظل مطر جبال الانديز ويبدأ من بوليفيا شمالاً الى برغواي والارجنتين.)اما في امريكا الشمالية فالاجزاء الجنوبية من ولاية اريزونا وامتدادها الى داخل المكسيك. كما توجد منطقة صغيرة ثانية على ساحل المكسيك المطل على المحيط الهادي. اما المناطق الشبه الجافة الباردة فتوجد حول الصحارى الباردة وتحيط بها من ثلاث جهات. وهناك استثناءات لهذه القاعدة،الاستثناء الاول هو المنطقة الشبه الجافة في امريكا الشمالية والتي لاتحيط اي صحراء لذلك لاتعتبر منطقة انتقالية بين الجفاف والرطوبة وانما تعتبرانها تكونت فقط بسبب موقعها في ظل مطر جبال الروكي. وتشغل هذه المنطقة الغرب الامريكي شرق جبال الروكي من كندا غرب الشمال الى جنوب الولايات المتحدة الامريكية جنوباً وتشغل المنطقة الواقعة بين

خط طول ١٠٠ درجة غرباً الى ١٢٠ درجة غرباً. وتعتبر هذه المنطقة اكبر امتداد متواصل للمناطق الشبه الجافة بالعالم. والاستثناء الاخر في اوربا، حيث تظهر عدة مناطق صغيرة شبه جافة في اسبانيا لاتعتبر انتقالية لعدم احاطتها بصحراء حقيقية وكذلك تكونت بسبب وقوعها في ظل المطر. يوجد نطاق شبه جاف في اسيا يحيط بصحراء تركستان من ثلاث جهات ويغطي معظم جنوب الاتحاد السوفيتي. كما ان هناك نطاق شبه جاف اخر يضم ايران وافغانستان ويحيط بصحراء لوط وثار. كما ان هضبة الاناضول في تركيا تعتبر ضمن المناطق الشبه الجافة الباردة. كما ان صحراء كوبي في منغوليا والصين يحيط بها من كل جهاتها نطاق شبه جاف اما في افريقيا فهناك سلسلة جبال الاطلس الصحراوي شمال الصحراء الكبرى وبعض المرتفعات في ليبيا (الجبل الاخضر وجبال نفوسة). وهناك نطاق اخر شبه جاف في جنوب افريقيا. أما في استراليا فان المنطقة الشبه الجافة الباردة توجد في اقصى جنوب شرق استراليا في السفوح الغربية للسلاسل الشرقية وحوض ميرى دارلنك Marry. Darling.

كما يوجد نطاقان شبه جافين في امريكا الجنوبية، الاولى يحيط بصحراء بتكونيا من الشرق (في الارجنتين) والاخر يفصل صحراء بتكونيا عن جبال الانديز. وهذا الاخير يعتبر شاذاً عن القاعدة العامة حيث يحيط بالصحراء من الغرب.

المبحث الرابع

المناطق الجافة في الوطن العربي

الوطن العربي بحدوده المعروفة يضم اكبر المناطق الجافة في العالم. فالموقع الفلكي للوطن العربي ادى دورا كبيرا في ان تكون معظم مساحاته ضمن الاراضي الجافة. فنطاق الضغط العالي المداري الدائم يسيطر على معظم اراضيه وطول العام. فهو بعيد عن مناطق التقاء الكتل الهوائية المدارية والقطبية (خاصة في فصل الصيف) والتي تقع الى الشمال منه. كما انه بعيد عن منطقة التقاء الكتل الهوائية المداريخ على جانبي خط الاستواء والتي تقع الى الجنوب منه، والصحراء الكبرى العربية بامتداداتها الواسعة اصبحت الاقليم المصدري للكتل الهوائية الجافة، اما بالنسبة للكتلة الاسيوية الافريقية فان الوطن العربي يقع في اجزائها الغربية، وكما لاحظنا سابقا ان الموقع في غرب القارات يجعل المنطقة قريبة من التيارات البحرية الباردة مما يساعد على وصول الصحراء الى سواحل هذه القارات. فالصحراء الغربية التي تطل مباشرة على المحيط الاطلسي تكونت بسبب مرور تيار الكناري البارد بالقرب من سواحلها، وحتى السواحل الشرقية للوطن العربي لم تستطيع رغم موقعها ان تفلت من الجفاف. فالصحراء الصومالية وامتدادها الى سواحل المحيط الهندي تعتبر من الاستثناءات القليلة في العالم. فهي الصحراء الوحيدة في العالم ذات الموقع الشرقي (شرق القارات). ويعتقد (Trewartha) واخرون ان شكل الساحل الذي يمتد موازيا لهبوب الرياح الموسمية هو السبب في تكوين الصحراء. فالرياح الموسمية بعد ان تعبر خط الاستواء تصبح اتجاهاتها جنوبية غربية وامتداد الساحل الصومالي جنوبي غربي. فلذلك عندما تهب هذه الرياح فان الرياح ذات النشأة البحرية

جدول ٦: اسماء ومواقع الصحارى في الوطن العربي.

اسم الصحراء	الدولة
١ صحراء الهضبة الغربية	العراق والاردن وامتدادها داخل السعودية
٤ صحراء نجد	السعودية
٢ صحراء الربع الخالي	السعودية
٣ صحراء النفود	السعودية
٥ صحراء بادية الشام	سوريا
٦ صحراء القب	فلسطين
١٧ صحراء سيناء	مصر
٨ الصحراء الشرقية	مصر
٩ الصحراء الغربية	مصر
١٠ صحراء النوبة	السودان
١٢ صحاء اوغادين	الصومال
١٦ صحراء سالمة	ليبيا
١٤ الصحراء الغربية	ساحل المحيط الاطلسي

رغم هذا الامتداد الواسع للمناطق الجافة في العالم فان مناخها يتميز بالتشابه في بعض الصفات ويختلف في بعضها الاخر. فالصحارى جميعها تتميز بقلة سقوط الامطار وارتفاع التبخر في حين هناك صحار حارة وصحار باردة وصحار ذات ضباب كثيف. واكبر اختلاف يوجد في المناطق الشبه الجافة. فالمناطق الشبه الجاف رغم انها تتميز عامة بان تبخرها اعلى من كمية امطارها السنوية الا ان امطارها تختلف بين المناطق التي تقع في العروض الوسطى والمناطق التي تقع في العروض الدنيا. كما ان حرارتها تختلف بين منطقة واخرى.

الفصل الثاني

مناخ المناطق الجافة

المقـــدمة

تعتبر العناصر المناخية هي الاساس في تحديد المناطق الجافة في العالم، ورغم اهمية العامل البشري في توسيع نطاق الاراضي الجافة، الا انه في تقديري يعمل على تعميق الجفاف لا ايجاده. وكما تمت الاشارة اليه في الفصل السابق فان هناك عوامل عديدة كلها طبيعية تساعد على قلة الامطار وارتفاع درجة لحرارة والتي تودي في النهاية الى ارتفاع نسبة التبخر مما يجعل الاستفادة من كمية الامطار الساقطة قليل جداً.

فالجفاف وكما هو متفق عليه يحدد مناخياً اذا ما ارتفعت نسبة التبخر السنوي عن كمية الامطار السنوية. واذا ما وجد فصل من الفصول تقل فيه كمية التبخر عن كمية الامطار في ذلك الفصل فان المنطقة تكون شبه جافة اذا ماعادت الامطار لتصبح اقل من التبخر في بقية الفصول. فلتحديد المناطق الجافة اذاً لابد من قياس كمية التبخر. ولما كان قياس التبخر بشكل مباشر من الصعوبة بمكان وخاصة من على اسطح النباتات والتربة. ولعدم توفر اجهزة قياسه، لذلك ظهرت اختلافات في كيفية تحديد اقيام التبخر ومن ثم اثرت على تحديد المناطق الجافة. وكما مر ذكره في الفصل الاول، فان هناك محاولات عديدة قد جرت لتحديد هذا العنصر. وقبل التطرق الى هذه المحاولات بالتفصيل

يجدر بنا ان نتعرض الى مفهوم التبخر اولا والعوامل التي تحدده حتى تسهل علينا عملية المقارنة بين هذه المحاولات.

التبخر هو تحول الماء من حالته السائلة الى حالته الغازية والتي يستطيع عندها الهواء حمل ذرات البخار. فعندما تسقط الامطار فان جزءاً منها تمتصه التربة والجزء الاخر يتبخر والجزء الذي امتصته التربة سوف يتبخر من سطح التربة بمرور الايام او من على اوراق النبات بعد امتصاص هذه المياه من قبل النبات. لذلك فان كمية الامطار الساقطة لوحدها غير كافية لتحديد رطوبة منطقة معينة وبذلك يمكن استخدام مصطلح الامطار المؤثرة (Effective Rainfall) والتي تحسب على اساس كمية الامطار الساقطة مطروحا منها كمية التبخر. ولحساب التبخر لابد من القيام بايجاد معادلة رياضية لصعوبة قياسه المباشر. ولحتى يتم وضع هذه المعادلة لابد من الاخذ بنظر الاعتبار العناصر المؤثرة على التبخر والتي يمكن ايجازها بما ياتي:-

١- درجة الحرارة

هناك علاقة طردية بين التبخر ودرجة الحرارة، فترتفع كمية التبخر بارتفاع الحرارة والعكس صحيح. فالحرارة تؤدي الى تجهيز الماء بالسعرات الضرورية لتحويله من حالته السائلة الى حالته الغازية. فعندما تنخفض درجة الحرارة، تصبح السعرات المجهزة اقل كما تقل قابلية الهواء على حمل بخار الماء، فمثلاً لتبخير غرام ماء تحتاج الى (٥٤٠) سعرة حرارية في درجة حرارة (١٠٠) درجة مئوية والى (٦٠٠) سعرة حرارية في درجة حرارة صفر مئوية. لذلك تعتبر الحرارة هي العامل الحاسم الذي يحدد كمية التبخر.

١ العناصر المؤثرة في التبخر

١ - درجة الحرارة

٢- الاشعاع الشمسي

ان للاشعاع الشمسي تأثيرين الاول مباشر حيث ان الماء يمتص جزء من الاشعة القصيرة الساقطة عليه مباشرة فترتفع حرارته والثاني غير مباشر حيث ان رفع درجة حرارة الهواء تتم عن طريق تسخين الارض ومن ثم فان الاشعاع الارضي يسخن الهواء المجاور. لذلك فان مدة شروق الشمس (اي طول النهار من جهة ومدة الصحو من جهة ثانية) سوف تعمل على التاثير على كمية التبخر.

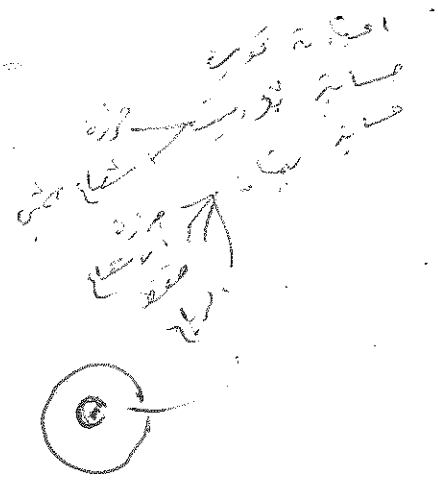
٣- ضغط بخار الماء في الهواء او درجة اشباع الهواء ببخار الماء.

حيث ان الهواء في درجة حرارة معينة له قابلية محدودة على حمل بخار الماء حيث ان التبخر يقل كلما ارتفعت كمية بخار الماء في الهواء، ويتوقف التبخر تماماً عندما يصل الهواء الى درجة الاشباع. فالهواء الذي تصل رطوبته النسبية الى (١٠٠٪) لايستطيع استيعاب كميات اضافية من الماء.

٤- الرياح

الهواء الساكن لايساعد على استمرار التبخر وذلك لان الهواء يمكن ان يتشبع ببخار الماء بينما الهواء المتحرك (الرياح) تساعد على خلط الهواء المتشبع مع الهواء الجاف من جهة وتعمل باستمرار على ازاحة الطبقة المشبعة ببخار الماء ليحل محلها هواء جاف واقل تشبعاً ببخار الماء، مما يساعد على استمرار عملية التبخر. وكلما ازدادت سرعة الرياح تسارعت عملية التبخر.

ولعدم امكانية قياس التبخر بشكل مباشر، ولتدخل العوامل التي توثر على ارتفاع نسبة التبخر، لذلك فان حساب التبخر ليست عملية سهلة بالمرة فهي تحتاج الى جهد ودراسات تطبيقية، وهذا ماجعل عدداً من الباحثين يبحثون عن الطريقة المثلى لحساب التبخر. فكانت الطرق العديدة لهذا الحساب والتي يمكن تقسيمها الى اعتباطية (كوبن) وحسابية اعتمدت عنصرين فقط هما الحرارة والاشعاع الشمسي (ثورنثويت)، وحسابية اعتمدت جميع العناصر المؤثرة على التبخر (پنمان). وجميع هذه المحاولات حصلت على شهرة واستعملت وسنتطرق الى صفاتها ومكوناتها وتقويم عملية استخدامها.



العناصر المناخية وصفاتها في المناطق الجافة

العناصر المناخية وصفاتها في الاقاليم الجافة وشبه الجافة

اذا عرف المناخ/ انه المعدل الاحصائي لحالة الجو (الطقس) من حرارة وامطار ورطوبة وتبخر واشعاع الشمس وضغط ورياح. فان المرض المناخي للمناطق الجافة يستلزم اولاً التطرق الى كل عنصر من هذه العناصر والقوانين التي تحكمه من اجل الوصول الى فهم شامل لطبيعة مناخ المناطق الجافة.

١- الاشعاع الشمسي

لما كانت الشمس هي المصدر الاساس للحرارة فان لطول مدة الاشعاع وزاوية سقوط الاشعاع وصفاء السماء سيكون لها تأثير كبير على كمية الاشعة الواصلة الى الارض في منطقة معينة. وهذا بدوره سيكون له تاثير على ارتفاع وانخفاض درجة الحرارة لتلك المنطقة. وتتميز المناطق الجافة المدارية بصفاء السماء معظم ايام السنة، وذلك لقلة الغيوم التي تحجب الاشعة. علما ان العواصف الترابية تؤثر على درجة الصفاء لكن تأثيرها اقل بكثير من الغيوم. كما تتميز بطول مدة الاشعاع لطول النهار فيها حيث يصل صيفا الى (١٤) ساعة ولا ينخفض شتاءا الا الى (١٠) ساعات. اما زاوية السقوط فهي شبه عمودية او عمودية صيفاً ومائلة بدرجة ليست كبيرة في فصل الشتاء.

ان ظاهرة صفاء السماء في المناطق المدارية الجافة يعود بالدرجة الاولى الى ارتفاع الضغط الدائم في المنطقة وبعدها عن المسطحات المائية. مما يجعل

السماء زرقاء صافية مغبرة احياناً لايقطع هذا المنظر الا سحب متفرقة بين مدة طويلة واخرى. ولكن سرعان ماتتبدد هذه السحب لتعود السماء الى صفائها. ففي فصل الصيف وعندما تكون الاشعة عمودية على مدار السرطان فان الاشعاع الشمسي يرتفع كثيرا لعدم وجود مايخفض من حدة شروق الشمس. وحتى في المناطق التي تكون امطارها صيفية، فان قلة هذه الامطار تعني قلة الغيوم التي تغطي السماء. لذلك فان درجة الحرارة ترتفع ارتفاعا هائلا. فمثلا ان ٩١٪ من الاشعاع الشمسي المحتمل يصل صحراء سنوريا (Sonora) في المكسيك سنويا. اي ان عدد ساعات شروق الشمس قد يصل الى ٣٩١٢ ساعة على مدار السنة من مجموع ٤٢٩٢ ساعة (على افتراض ان طول النهار ١٢ ساعة ولايوجد مايحجب اشعة الشمس). وكمقارنة نذكر ان المناطق الاستوائية المطيرة تستقبل سنويا ١٨٠٠ ساعة اشعاع فقط اي اقل من نصف ما تستقبله صحراء سنوريا في المكسيك. ولما كانت امطار هذه الصحراء صيفية فان الصحراء الكبرى والصحراء الغربية بالمقارنة تستقبل ساعات اشعاع اطول لان امطارها شتوية.

وحتى في فصل الشتاء، فان عدم ابتعاد الشمس كثيرا الى الجنوب يبقى النهار طويلا والاشعاع الشمسي قليل الميلان مما لايساعد على خفض درجات الحرارة بشكل كبير في هذا الفصل فيبقى المدى الحراري السنوي واطئ. اما في المناطق شبه الجافة، ففي الحافات الشمالية للمناطق الجافة توجد مناطق شبه جافة ذات امطار شتوية فترتفع فيها نسبة الاشعاع الشمسي كثيرا في فصل الصيف. حيث تكون في المناطق المناخية لمناخ البحر المتوسط قريبة من ١٠٠٪ خلال اشهر الصيف الاربعة (حزيران، ايلول). وتقل عن ذلك في فصل

الشتاء لميلان اشعة الشمس ولان كمية الغيوم التي تغطي السماء في هذه المناطق اكثر مما هي عليه في المناطق الجافة. اما الحافات الجنوبية من المناطق الجافة فان الامطار فيها صيفية لذلك تصبح كمية الاشعاع اقل في الصيف من المناطق الشمالية واكثر في الشتاء لكن مع ذلك تبقى عالية جداً. لذلك سنلاحظ ان حرارة هذه المناطق مرتفعة. اما المناطق الجافة وشبه الجافة الباردة فان نسبة الاشعاع الشمسي فيها يختلف بين فصل واخر. فبسبب موقعها في العروض العليا فان الاشعة تصلها مائلة جدا في فصل الشتاء بينما تكون الاشعة قريبة من العمودية صيفاً، مما يجعل الكمية الواصلة للارض تختلف بشكل كبير بين الصيف والشتاء، وبذلك يصبح المدى الحراري السنوي اعلى من المناطق الجافة. فحول دائرة عرض ٤٠ درجة شمالاً مثلاً تتسلم اليابسة ٤٤٪ فقط من الاشعاع الشمسي في فصل الشتاء نتيجة ميلان الاشعة. وحوالي ٩٥٪ من الاشعاع في فصل الصيف. لذلك فالمناطق الجافة الباردة لاتختلف عن الجافة الحارة صيفاً.

ان هذه الصفات للاشعاع الشمسي في كل المناطق الجافة ساعد على ارتفاع احرارة كثيراً في فصل الصيف.

٢- الحرارة

ترتفع الحرارة اذا ماطالت مدة الاشعاع الشمسي وكانت الاشعة عمودية او قريبة من العمودية، واذا كانت اليابسة جافة وخالية من النبات الطبيعي. ولما كانت جميع هذه العوامل متوفرة في المناطق الجافة، فان المناطق الجافة تشهد ارتفاعاً كبيراً في درجات الحرارة قياساً بالاقاليم المناخية الاخرى.

فالحرارة في المناطق الجافة الحارة مرتفعة جدا في فصل الصيف. فقد سجلت هذه المناطق اعلى درجة حرارة في العالم. فطول مدة الاشعاع صيفا لطول النهار والضغط العالي الدائم الذي يجعل السماء صافية طوال الوقت، والبعد عن المؤثرات البحرية كلها عوامل تساعد على ارتفاع درجة الحرارة. وفي هذه المناطق، فان المعدل الحراري السنوي لايعبر عن الحالة الحرارية السائدة، فالمعدل هو اقل بكثير من درجة الحرارة العظمى واعلى بكثير من درجة الحرارة الصغرى، لذلك فان افضل وصف حراري للمنطقة هو الذي يعتمد على العظمى والصغرى والمدى الحراري اليومي ودرجات الحرارة القياسية فقد سجلت اعلى درجة حرارة في منطقة العزيزية في ليبيا في ١٩٢٢/٩/١٣م فوصلت الى ٥٨ درجة مئوية في الظل. ولم تسجل درجة حرارة اعلى مما سجل في المناطق الجافة. والجدول (٨) يبين الدرجات القياسية للحرارة والتي سجلت في مناطق مختلفة من المناطق الجافة في العالم.

رغم ان هذا الجدول يمثل درجات الحرارة المسجلة في الظل، فانها مرتفعة جدا وهي ليست حالة شاذة كما يتبادر الى الذهن. وانما درجات الحرارة في فصل الصيف تبقى مرتفعة والعظمى عادة قريبة من هذه الدرجات القياسية ولاتنكسر حدتها الا في الليل، لان الاشعاع الارضي اثناء الليل يكسر من حدة ارتفاع درجات الحرارة اثناء النهار.

وحتى هبوب الرياح لاتساعد على الشعور بالارتياح لان الهواء بدرجة حرارة اعلى من ٣٠ درجة مئوية يفقد قابليته على تبريد الاجسام مما يرفع من درجة الضيق التي يشعر بها الانسان. اما درجات الحرارة المسجلة تحت الاشعاع الشمسي المباشر فانها اكثر ارتفاعا.

(جدول ٨) درجات الحرارة القياسية المسجلة في الظل في بعض المناطق الصحراوية.(١)

الموقع	درجات الحرارة بالدرجة المئوية
العزيزية (ليبيا)	٥٨
وادي الموت (كاليفورنيا)	٥٧
تنزوف (الجزائر)	٥٧
عين صالح (الصحراء الليبية)	٥٤
وليم كريك (استراليا)	٤٨,٣

(1) Gaulde, Andrew and Wilkinson John. The Warm Deser+ Envinnment. Cambridge University Press, Cambridge, England, 1977, P.5.

والجدول (٩). يمثل درجات الحرارة المسجلة على سطوح التربة والصخور تعلوي انطباعا عن ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الجافة الحارة.

اما درجة الحرارة الصغرى فانها لاتنخفض كثيرا. وذلك لان درجة الحرارة اثناء النهار وقصر الليل لايساعد ان على انخفاض الصغرى كثيرا. فالصغرى نادرا ماتنخفض دون (٢٥) درجة مئوية. فالصغرى في مدينة فينكس (Phoenix) اريزونا تبقى دائما اكثر من (٢١) درجة مئوية. وفي عين صالح فان معدل درجة الحرارة الصغرى اكثر من (٣٠) درجة مئوية. وبذلك فان المدى الحراري اليومي يكون مرتفعا. في الواقع ان المدى الحراري اليومي يكون اعلى

جدول ٩: درجات الحرارة العظمى المسجلة على التربة او الصخور.

الموقع	الحرارة بالدرجة المئوية
اتلال البحر الاحمر	٨٢,٥
الصحراء الكبرى	٧٨
صحراء كلهاري	٧٢
توسان (اريزونا)	٧١,٢
كاليفورنيا	٧٠
اكرا (الهند)	٦٩

(1) Ibid, P.5.

مدى في كل العالم. فيتراوح بين ١٧-٢٥ درجة مئوية. وقد سجلت مديات اعلى بكثير من ذلك حيث سجل اعلى مدى يومي في وادي الموت وهو ٤١ درجة مئوية (١). بينما معدل المدى اليومي في وادي الموت، (٣٥) درجة مئوية. اما المدى الحراري اليومي لسطح اليابس (التربة والصخور) فهو اعلى وذلك لارتفاع درجة حرارة النهار. فقد يصل المدى الحراري اليومي للسطح الى (٣٩) درجة مئوية. علما ان هذا

(١) - كينث والتون. الاراضي الجافة. مصدر سابق ص ٥٦.

التغيير الكبير الحاصل على السطح لايمتد تأثيره الى اكثر من (٤٠) سم عمق، حيث يكون التذبذب في درجات الحرارة على هذا العمق بسيطاً وينعدم كلما زاد العمق. لذلك فان الحيوانات وحتى الانسان يحفرون في الاعماق ليتقي شدة الحرارة اثناء النهار.

اما في الشتاء فان درجة الحرارة العظمى تبقى مرتفعة نسبياً حيث تصل العظمى الى (٢٧) درجة مئوية. واما الصغرى فانها تنخفض كثيراً وذلك لعدم ارتفاع العظمى كثيراً اثناء النهار، ولان الليل اطول من النهار والسماء صافية. فيمكن ان تنخفض اصغرى الى الصفر واحياناً دون الصفر المئوي. فقد وصلت درجة الحرارة الصغرى في ياما (Yuma) اريزونا الى (-٦) درجة مئوية. وبذلك يبقى المدى الحراري اليومي مرتفعا وذلك بسبب انخفاض الصغرى. فليس من الغريب ان يتجمد الماء في الصباح الباكر او تتساقط بعض الثلوج على بعض المناطق الصحراوية خاصة المرتفعة منها، حيث ان الارتفاع ينخفض من درجة الحرارة.

وتستثنى مما ذكرنا سابقاً المناطق الصحراوية الساحلية فانها تتميز بالمدى الحراري المنخفض وذلك لعدم امكانية تسجيل درجات حرارة عظمى صيفاً او شتاءاً بنفس ارتفاع العظمى في المناطق الجافة الحارة. فالموقع البحري لهذه الصحارى ومرور التيارات البحرية الباردة بالقرب من سواحلها يؤثر بشكل مباشر على ارتفاع درجة الحرارة فلا يساعدها على الارتفاع الشديد. كما ان هذه الصحارى تتميز بسيطرة الضباب عليها معظم ايام السنة مما لايسمح الا بمرور اشعة شمسية قليلة جدا خلال العام. في الواقع قد يصل ادفأ شهر لهذه

الصحارى الى (٢٢) درجة مئوية وابرد شهر الى (١٧) درجة مئوية كما في كالا ولذلك فان المدى الحراري السنوي عادة لايزيد عن (٥) درجات مئوية. اما المدى الحراري اليومي فهو نصف المدى الحراري اليومي للمناطق الجافة الحارة فقد يصل الى (١١) درجة مئوية. وكما اسلفنا فالموقع البحري والضباب الكثيف والغيوم التي تغطي هذه السواحل تجعلها معتدلة الحرارة رغم ان موقعها الفلكي يساعد على ارتفاع درجات الحرارة.

وهناك استثناء اخر يظهر في المناطق المرتفعة في الصحارى حيث تنخفض درجات الحرارة العظمى والصغرى بتأثير الارتفاع اصلاً. كما ان نسبة الغيوم على المناطق المرتفعة تكون اعلى من المناطق السهلية. وتتميز المناطق المرتفعة كذلك بانخفاض درجة الحرارة الصغرى كثيراً في فصل الشتاء مما يؤدي الى تكرار ظاهرة الصقيع او تساقط بعض الثلوج. اما درجات الحرارة في المناطق الشبه الجافة الحارة فانها لاتختلف كثيراً عنها في المناطق الجافة. والاختلاف هو بين المناطق الشبه الجافة الشمالية والشبه الجافة الجنوبية. في المناطق الشبه الجافة التي تقع الى الشمال من المناطق الجافة في نصف الكرة الشمالي، فان المدى الحراري فيها عال وذلك لخلو الصيف من الغيوم مما يساعد على وصول اكبر كمية من الاشعاع الشمسي. اما الشتاء فان الغيم فيه تساعد على خفض درجة الحرارة وبذلك يصبح المدى الحراري السنوي مرتفعاً. اما المدى الحراري اليومي فهو مشابه للمدى الحراري في المناطق الجافة. اما الحافات الجنوبية فان المدى الحراري السنوي اقل وذلك لان الصيف فيه غيوم والشتاء تكون سماؤه صافية مما يجعل الفرق في درجات [illegible] الصيف والشتاء ليس كبيراً. ما المدى الحراري اليومي فانه يبقى مرتفعاً عدا الصيف حيث ان نسبة الغيوم في السماء تؤثر على هذا المدى.

اما النظام الحراري في المناطق الجافة الباردة فانه يختلف عنه في المناطق الجافة الحارة. ففي صحارى العروض الوسطى ترتفع درجة الحرارة في الصيف الى مايقارب درجات الحرارة في الصحارى الحارة. فقد تصل درجة الحرارة في الظل الى ٥٠ درجة مئوية او اكثر كما في صحراء طوران Turan في ايران، وقد تصل درجة حرارة الرمال الى ٩٦ درجة مئوية كما في كبلك Kepelik وتنخفض درجة الحرارة في الليل كثيراً. مما يجعل المدى الحراري اليومي عالياً جداً يصل على الرمال الى ٧٨ درجة مئوية وفي الهواء الى اكثر من ٣٠ درجة مئوية. فاذا كان هذا النظام مشابهاً لنظام الصحارى الحارة فان الاختلاف الكبير عنه هو في فصل الشتاء. فحيث صحارى العروض الوسطى هي أبعد الى الشمال من الصحارى الحارة فان اشعة الشمس تصلها شتاءاً بشكل مائل وبذلك فان درجة الحرارة تنخفض كثيراً في هذا الفصل. يضاف الى ذلك سيطرة الكتل الهوائية القطبية طيلة الشتاء على هذه المنطقة. بل انها تعد منطقة نشوء لهذه الكتل حيث يسيطر الضغط العالي على المنطقة. وبذلك تنخفض درجة الحرارة دون الصفر المئوي. فمثلا يسقط الثلج على كازالنسك Kaza-linsk في كازاخستان الروسية لمدة سبعين يوماً من السنة وايام الصقيع تصل الى ١٨٣ يوما. وتنخفض درجة الحرارة في طشقند الى (-٢٠) درجة مئوية اثناء موجات البرد كما تصل درجات الحرارة الى (-١٧) درجة مئوية في الهضاب واودية اريزونا وكولورادو ونيومكسيكو. وبذلك فان المدى الحراري السنوي في هذه المناطق يكون عالياً جداً، بل هو اعلى مما هو عليه في الصحارى الحارة بكثير وذلك بسبب الانخفاض الشديد في درجات الحرارة في الشتاء.

أما المناطق الشبه الجافة الباردة، فان نظام الحراري فيها يشابه النظام الحراريّ للمناطق الجافة الباردة، حيث المدى الحراري السنوي العالي. الا ان الاختلاف هو ان درجات الحرارة في فصل الصيف لاتصل الى التطرف الذي تصل اليه درجات الحرارة في المناطق الجافة الباردة. اما في فصل الشتاء، فان الانخفاض في درجات الحرارة يكون في المناطق الشبه الجافة الباردة الشمالية اكثر انخفاضاً من المناطق التي تقع الى الجنوب من المناطق الجافة. وبذلك يكون المدى الحراري السنوي هو اقل مما هو عليه في المناطق الجافة.

يتضح مما تقدم ان كل المناطق الجافة تشترك بصفة ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف، وان كان عدد الايام التي ترتفع فيها الحرارة في المناطق الجافة الحارة هي اكثر من عدد الايام التي ترتفع فيها درجات الحرارة في المناطق الجافة الباردة. كما انها جميعاً تتميز بارتفاع المدى الحراري. فالمناطق الجافة الحارة تتميز بارتفاع المدى الحراري اليومي بينما تتميز المناطق الجافة الباردة بارتفاع المدى الحراري السنوي. وكل هذا يعود الى الموقع الجغرافي والى قلة بخار الماء في الهواء.

٣- التبخر

لقد تم توضيح موضوع التبخر في بداية هذا الفصل بشئ من التفصيل وسنتطرق هنا الى كميات التبخر المتوقعة والحقيقية في المناطق الجافة والشبه الجافة كما بينا سابقا. فان التبخر/ النتح لايمكن قياسه بشكل مباشر لذلك سنعتمد مرة اخرى على نتائج معادلة ثورنثويت والتي تعطي صورة تقريبية عن حجم التبخر الكبير في المنطقة. فالحرارة العالية والتي تم التطرق اليها سابقا

تؤدي حتماً الى ارتفاع نسبة التبخر. ففي منطقة مثل العراق فان معدل التبخر السنوي المأخوذ على اساس معدل ٣٠ سنة حرارة يصل الى ١٩٨١ ملم في البصرة والى ١٦٥٤ ملم في بغداد. اما القيمة المتوقعة للتبخر محسوبة على اساس درجات الحرارة لتلك السنة فانها تكون اعلى او اقل بقليل من هذا المعدل. وكلما ارتفعت درجات الحرارة كانت نسبة التبخر المحتمل عالية.

ان هذه الارقام تشير فقط الى ان التبخر يمكن ان يصل الى تبخير هذه الكمية اذا كانت متوفرة. اما اذا لم تكن متوفرة فان التبخر سوف يتم بالكمية المتوفرة والباقي يعد نقص. وهذا يجرنا الى التطرق مرة اخرى الى التبخر المحتمل Potential Evapotranspiration والتبخر الحقيقي Actual Evapotranspiration ففي خارطة لتوزيع التبخر/ النتح المتحقق. فمثلاً نجد ان اقل الكميات سجلت في المناطق الجافة وذلك لعدم توفر المياه الكافية لتبخير هذه الكميات سنوياً. وهذه قيمة الامطار السنوية او اعلى كمية من الامطار السنوية. فمنطقة الصحراء الاسترالية والصحراء الكبرى وصحاري العالم يكون فيها التبخر الحقيقي بين الصفر/ ٢٥٠ ملم. بينما المناطق الشبه الجافة فالتبخر فيها يكون بين ٢٥٠–٥٠٠ ملم سنوياً. وكمقارنة فان الموصل يتراوح فيها معدل التبخر بين ١٠٠٠–١٢٠٠ ملم سنوياً. ولكي تكتمل الصورة فلابد من الانتقال الى الامطار وتوزيعها لكي تتضح الصورة اكثر من طبيعية التبخر والمياه المتوفرة من الامطار في المناطق الجافة.

٤- الرطوبة والامطار

ان كمية الرطوبة لوحدها مؤشر غير كاف للتعبير او اعطاء صورة عن مناخ منطقة معينة. فالرطوبة الجوية لايمكن الاستفادة منها بشكل مباشر الا اذا

تحولت الى امطار. بشكل عام الرطوبة النسبية واطئة جداً في المناطق الجافة ومرتفعة جداً في المناطق الجافة الساحلية . وهناك نقطة جديرة بالملاحظة وهي ان الرطوبة المطلقة قد تكون عالية خاصة في المناطق الجافة الحارة وذلك لان قابلية الهواء على الحمل مرتفعة جدا . فعلى سبيل المثال ان كيلوغرام من الهواء بدرجة حرارة ٤٠ درجة مئوية يستطيع ان يحمل ٤٧ غرام من بخار الماء. ولكن ارتفاع حرارة الهواء تجعل الرطوبة النسبية واطئة، وحتى اذا كانت عالية، فاذا لم تكن هناك ظروف جوية تساعد على تكاثف هذه الكمية فسوف تبقى الامطار قليلة لاتكفي لسد حاجة التبخر السنوي.

قلة الامطار هي صفة مميزة للمناطق الجافة بنوعيها الباردة والحارة. وكما ذكرنا سابقاً فان هناك مجموعة اسباب تؤدي الى قلة الامطار منها الضغط العالي، البعد عن المؤثرات البحرية، مرور التيارات البحرية الباردة بالقرب من المنطقة، الوقوع في ظل المطر وعوامل اخرى محلية. وفي كل الاحوال فان الامطار اقل بكثير من قيمة التبخر المحتمل في المناطق الجافة. اما المناطق الشبه الجافة فان الفرق بين التبخر وكمية الأمطار الساقطة يكون اقل.

والجدول (١٠) يبين نموذجا لكمية الامطار السنوية الساقطة على بعض المناطق الجافة.

امطار المناطق الجافة تتميز بانها سريعة في تساقطها. لذلك فان الجدول (١٠) لايعطي صورة صحيحة عن كمية الامطار في المناطق الجافة. فالكميات المذكورة انفاً لاتعني انها سقطت على طول فصل او على طول السنة. فمثلاً يمكن ان تسقط نصف الكمية في يوم واحد ويتوزع نصف الكمية الاخر على ماتبقى من السنة. كما ان المعدل في الجدول ١٠ هو معدل طويل الامد، وبذلك

(جدول – ١٠) المعدل السنوي لكميات الامطار الساقطة على بعض المناطق الجافة. (١)

المحطة		كمية الامطار
اليس سبرنج (استراليا)	Alice Springs	٢٥٢
شارلوت ووترز (استراليا)	Charlotte Waters	١٤٧
يعقوب آباد (باكستان)	Jacob Abad	١٠٢
عدن (اليمن الجنوبية)	Aden	٤٨
القاهرة (مصر)	Cairo	٣٠
تامنراست (الصحراء الكبرى)	Taman rasset	٤١
غراوية (الجزائر)	Chardaia	٦١
كاريبيب (جنوب افريقيا)	Karibib	١٨٣
ياما (اريزونا)	Yuma	٨٤

(١) – تجميع من عدة مصادر.

فانه يمزج بين السنوات الجافة جداً والسنوات المعتدلة في جفافها. وبذلك لايعطي الصورة الحقيقية لطبيعة الامطار في المنطقة. لذلك يتطلب ان ننظر للامطار بصورة تفصيلية اكبر حتى تكون الصورة اكثر وضوحاً. فاول ميزة لامطار المناطق الجافة هي انها متذبذبة، فمعدل سقوط الامطار في كراتشي هو ١٩٠ ملم سنوياً. ولكن الواقع التفصيلي يبين ان هناك سنة من السنوات سقطت فيها فقط ٤٣ ملم بينما سقطت في سنة اخرى ٧١١ ملم.

وليس امراً غير طبيعي ان تنقطع الامطار عن محطة في الغربة او صحراء النقب مدة احدى عشر شهرا ولكنها تتساقط فجأة وبكميات كبيرة (٥٠ ملم) خلال عدة ساعات. ففي المدة من ١٩٢٠ الى ١٩٤٨ وفي واحة سيوه في مصر، كان معدل سقوط الامطار السنوي (٩ ملم). خلال هذه المدة كان فيها (٤) سنوات كانت الامطار فيها لكل سنة اقل من (٩ ملم) و(٤) سنوات سقطت عليها امطار لكل سنة اكثر من ٢٠ ملم (انظر شكل ٩). ففي الخارطة رقم ٩ يبين نسبة التذبذب في كمية الامطار عن المعدل السنوي، وكما يلاحظ فان نسبة التذبذب عالية جدا. ومن خلال الخارطة يتضح ان التذبذب في ذية الامطار يشمل كل المناطق الجافة. ففي ياما اريزونا سقطت امطار في سنة مقدارها ٢٥ ملم وبعد ست سنوات سقطت امطار مقدارها (٢٨٠) ملم. وفي تامداست في الصحراء الكبرى سقطت امطار في سنة مقدارها (١٦٠) ملم وفي مدة اخرى سقطت فقط ٦,٤ ملم. ان هذه التذبذب في كمية الامطار والامثلة المساة عنه يعطي صورة اوضح عن طبيعة الامطار من مجرد ذكر المعدل السنوي.

اما الميزة الثانية والاكثر اهمية من الاولى، فان الامطار في المناطق لجافة قد تسقط معظم كمياتها السنوية خلال مدة ساعات او يوم واحد. اي ان كمية كبيرة من الامطار تسقط خلال مدة قصيرة جدا وتبقى المنطقة طول العام بلا امطار او بكميات قليلة جدا. وهذه الميزة لها اخطارها وذلك من خلال انه لايمكن الاعتماد عليها في النشاط الاقتصادي. كما انها تكون فيضانات محلية وتجرف التربة. ولسرعة جريانها فان مساهمتها في المياه الجوفية المحلية يكاد يكون معدوما. والجدول الاتي يعطي بعض الامثلة عن حالات سقطت فيها امطار على مناطق جافة من عاصفة واحدة تزيد كثيرا على المعدل السنوي الساقط عليها طول العام.

(جدول ١١) المعدل السنوي للامطار واعلى كمية امطار مسجلة خلال فترة قصيرة

الموقع	معدل الامطار السنوي (ملم)	امطار من عاصفة (ملم)	التاريخ
جيكاما (بيرو)	٤	٣٩٤	١٩٢٥
اوزو (وسط الصحراء الكبرى)	٣٠	٢٧٠ خلال ثلاثة ايام	١٩٣٤ مايس
سواكوب ماند (جنوب غرب افريقيا)	١٥	٥٠	١٩٣٤
ليما (بيرو)	٤٦	٥٢٤	١٩٢٥
الشارقة (الامارات العربية)	١٠٧	٧٤ خلال ٥٠ دقيقة	١٩٥٧
تامنراست (الصحراء الكبرى)	٤١	٤٤/ثلاث ساعات	١٩٥٠ أيلول
بصرى (الجزائر)	١٤٨	٢١٠/ خلال يومين	١٩٦٩ أيلول
الجيم (تونس)	٢٧٥	٢١٩/ خلال ثلاث ايام	١٩٦٩ أيلول
القاهرة (مصر)	٣٠	٤٣/ يوم واحد	

المصدن: Goudie and Wilkinson, Optic, p.9.

يلاحظ من الجدول اهمية الدراسة التفصيلية للامطار حيث تعطي تصوراً افضل من مجرد معدل سقوط الامطار السنوي او كمية الامطار السنوية. فطبيعة الامطار فجائية وتسقط معظم الكمية خلال مدة قصيرة. ففي بلدة تامنراست (الجدول ١١) والتي معدل امطارها السنوية (٤١) ملم سقطت عليها امطار مقدارها (٤٤) ملم خلال ثلاث ساعات (٣٣) ملم منها سقطت

خلال اربعين دقيقة. ولنا ان نتصور حجم الكارثة التي ستولدها هذه الامطار من دمار للمحاصيل وتخريب البيوت وفيضانات، هذا اضافة الى ان معظم العام المتبقي سيشهد عدم سقوط امطار او ان سقوطاً سيكون قليلاً. وفي مرتفعات تبستي في الصحراء الكبرى سجلت كمية امطار تقدر بـ ٣٧٠ ملم سقطت خلال ثلاثة ايام فقط مما ادى الى حدوث فيضانات هائلة. وان اكبر كمية سجلت خلال مدة قصيرة قياسية هو مايسقط في دور باجي Doorbaji في صحراء ثار والتي لاتتعدى امطارها السنوية ١٢٧ ملم، فقد سقطت عليها خلال يومين فقط ٨٦٤ ملم. اما في دمشق والتي يصل معدل امطارها السنوية الى ٢٢٤ ملم فقد سقط عليها مايقرب من ثلث الكمية ٦٧ ملم في يوم واحد.

ولما كانت معظم امطار المناطق الجافة مزنية فانها لاتسقط بشكل متساوٍ على المنطقة، فقد يصيب مناطق اكثر من مناطق مجاورة. ولذلك فان النظر من الجو الى المناطق الجافة بعد سقوط الامطار سيجد جيوباً رطبة في محيط جاف. كما ان عدد الايام المطرة قياساً لعدد ايام السنة هو قليل جدا. فالايام المطرة في المناطق الجافة دون الخمسين يوما وفي بعض المناطق قد تمضي عدد من السنين بلا امطار. ففي تشارلوت ووترز في وسط استراليا والتي تصل امطارها السنوية ١٤٧ ملم فقد سقطت خلال ٢٥ يوما خلال السنة. وفي السويس والقاهرة وصل معدل عدد الايام التي تسقط الامطار فيها الى ١١ او ١٢ يوما من السنة. لذلك فالامطار في المناطق الجافة ليست قليلة فقط واندرا توزيعها وطبيعة سقوطها وعدد الايام التي توزع عليها كلها لاتساعد على الاعتماد الكامل على الامطار. والجدول التالي يلخص هذه الحقائق من خلال اعطاء المعدل واعلى معدل واقل معدل واكبر كمية سقطت خلال ٢٤ ساعة.

(جدول ١٢) معدل الامطار السنوي، واكبر معدل سنوي، واقل معدل سنوي مع اعلى كمية تساقطت على المنطقة خلالا ٢٤ ساعة بالملم :

الموقع	المعدل السنوي	اعلى معدل سنوي	اقل معدل سنوي	اعلى كمية خلال ٢٤ ساعة
الخرطوم (السودان)	١٦٤	٣٨٢	٧٦	٨٠
فايا–لارجيو (تشاد)	١٧	٤٨	٠ ٢	٤٨
نواكشوط (موريتانيا)	١٥٦	–	–	٢٤٩
بلما (النيجر)	٢٢	–	صفر	٤٩
دنقلا (السودان)	٢٣	٦٠	صفر	٣٦
اتار (موريتانيا)	١٠٦	–	–	٦٩
اتيني (موريتانيا)	٢٧	–	صفر	٨٣
وادي حلفا (السودان)	٣	٣٣	صفر	١٩
دقلا (مصر)	٠,٥	١١	٠ ٢	٨
قصر (مصر)	٤	٣٤	٠ ٢	٢٠
القاهرة (مصر)	٢٤	٦٣	٣	٤٤
السلوم (مصر)	٦٥	٣٢٤	٤	١٢١
جالكايو (الصومال)	١٤٩	٤٤٨	٣٣	١٦٠
بربرة (الصومال)	٤٩	١٧٨	٢	١٣٢
جيبوتي (شمال شرق افريقيا)	١٢٩	٣٠٠	١٥	٢١١
لوديرتز (جنوب غرب افريقيا)	١٨	٥٩	١	٢١

المصدر : Ibid, p.9

بالرغم من ان الامطار في المناطق الجافة الحارة تعد قليلة جداً ومن اخفض الكميات التي تسقط قياساً بالاقاليم المناخية الاخرى، الا ان الصحارى الساحلية (الغربية) في داخل الاقاليم الجافة من اقل المناطق الجافة حصولاً على الامطار. فرغم الموقع الساحلي لهذه الصحارى، الا ان التيارات البحرية الباردة التي تمر بالقرب من سواحلها لها تأثير كبير على خفض كمية بخار الماء في الهواء من خلال كون قابلية الهواء البارد على الحمل قليلة. الامر الذي ينعكس على كمية الامطار الساقطة. ففي بلدة ليما في بيرو يكون مجموع الامطار السنوية الساقطة ٤٠,٥ ملم رغم انها منطقة ساحلية. وقد لاتسقط الامطار على المنطقة خلال ١٠ الى ١٥ سنة متوالية. ففي اكويكو في شمال تشيلي انحبست الامطار لمدة اربعة سنوات متوالية وفي السنة الخامسة سقط من مطرة واحدة ١٥ ملم مما جعل المعدل السنوي للخمس سنوات يحسب على اساس ٣ ملم سنويا. ومعدل سقوط الامطار في كالوا- بيرو ٣٠ ملم فقط. اما سواكوبوموند في ناميبيا وميناء اثيني في موريتانيا فكان معدل سقوط الامطار السنوية عليهما هو ١٥ و٣٥ ملم على التوالي.

وبالرغم من ان الامطار قليلة جداً، الا انها لاتعكس الواقع بشكل كامل. فهي من ناحية الكمية قد تسقط خلال مدة قصيرة كما هي طبيعة الامطار في الصحارى الداخلية او خلال مدة قصيرة في عدد من السنين. ومن ناحية ثانية فان الارقام السابقة لاتدخل في الحساب الضباب الكثيف الذي يغطي المنطقة معظم ايام السنة والذي قد تكون كمية قطرات الماء المتكاثفة منه اكثر من كمية الامطار السنوية. فعلى سبيل المثال في سواكوبوموند وخليج ولفرا في ناميبيا تكون قطرات الماء الناتجة من الضباب ٣٥ الى ٤٥ ملم سنويا. والضباب يغطي المنطقة ٢٠٠ يوم في السنة ويتوغل الى ١١٠ كيلومتر الى الداخل.

الفصل الثاني

اشكال سطح الارض في الصحارى

ان الارض المنبسطة المغطاة بالرمال او الخالية من الرمال هي من اكثر المظاهر شيوعاً في المناطق الجافة. وحيث ان الرمال لاتغطي الا ربع مساحة المناطق الجافة، ولكن دائماً يتبادر الى الذهن عند الكلام عن الصحارى بانها الارض المغطاة بالرمال. واذا كانت مساحات كبيرة من المناطق الجافة تتكون من سهول منبسطة فهذه لايعني ان المناطق الجافة دائما خالية من تشكيلات اخرى تتميز بها المنطقة عن غيرها من الاقاليم المناخية المعروفة في العالم. وبهذا الصدد يمكن تقسيم اشكال سطح الارض في الصحارى وحسب اسباب تكونها الى ثلاثة اقسام رئيسية :-

١. اشكال تكونت بفعل التجوية الكيمياوية او الفيزياوية.
٢. واشكال تكونت بسبب التعرية
٣. واشكال تكونت بسبب الترسيب.

١- اشكال السطح التي تكونت بسبب التجوية الفيزياوية او الكيمياوية

التجوية الفيزياوية او الآلية (الميكانيكية) هي عملية تكسر الصخور الى شظايا او حبيبات. وبذلك فان التجوية الآلية تهيئ السطوح المختلفة للصخور لأتمام العمليات الاخرى مثل التعرية او النقل والارساب. والاعتقاد السائد ان التجوية الآلية سببها المدى الحراري اليومي. فكلما ارتفع المدى الحراري اليومي ادى الى نشاط اكبر بالتجوية الآلية، فارتفاع الحرارة يؤدي الى تمدد مختلف

الصخور باختلاف المواد المعدنية المكونة للصخرة كما أن انخفاض الحرارة يؤدي الى تقلص هذه المواد المعدنية. فالتمدد المختلف والتقلص المختلف ينتج عنه تشقق بمرور الزمن في هذه الصخور. ولكن عدداً من الباحثين يرون ان هذه العملية بحد ذاتها غير كافية لاحداث التكسر المطلوب والذي نشاهده في الصخور. ففي تجارب مختبرية شوهد ان رفع وخفض درجة الحرارة لايؤدي حتى الى ظهور الشقوق في اجزاء بعض الصخور. لذلك فان هؤلاء الباحثين يعتقدون ان وجود الرطوبة ضرورة قصوى لأتمام العملية،فالماء اذا ماانجمد في الشقوق الصغيرة للصخرة سيولد ضغطا على جوانب الشق، وذلك لان الماء يتمدد بالانجماد. وباستمرار عملية الانجماد والذوبان مع الارتفاع والانخفاض في درجة الحرارة سيؤدي الى اكمال عملية التجوية من خلال توسيع الشقوق وتعميقها حتى تصل الى فصل هذه الاجزاء عن الصخرة. حيث تحصل عملية التكسر الى شظايا او حبيبات حسب نوعية الصخور الخاضعة لهذه العملية.

التجوية الآلية تعد الخطوة الاولى اللازمة لقيام العمليات الجيمورفية اللاحقة مثل التعرية والارساب. اي ان الهواء او الماء النادر في المناطق الجافة لايمكن لهما القيام بالعمل الا بعد اتمام عملية التجوية الفيزياوية. وبذلك فان الشكل المتوقع من هذه الظاهرة هو المفتتات الصخرية والتي تنتشر في مناطق محدودة من المناطق الجافة. فحيث يصل المدى الحراري اليومي احياناً الى ٥٥ درجة مئوية وتتكون ظاهرة الندى صباحا بسبب هذا المدى الحراري اليومي العالي، فان التجوية الآلية تنشط في ظل هذه الظروف. ولما كان الانجماد مطلوباً، لذلك فان التجوية الآلية في المناطق الجافة الباردة انشط منها في المناطق الجافة الحارة، وذلك لكثرة تكرار عمليات الانجماد في الاولى وندرتها في

الثانية (شكل ١١). ان انتشار هذه الظاهرة يعتمد على توفر السطوح الصخرية.

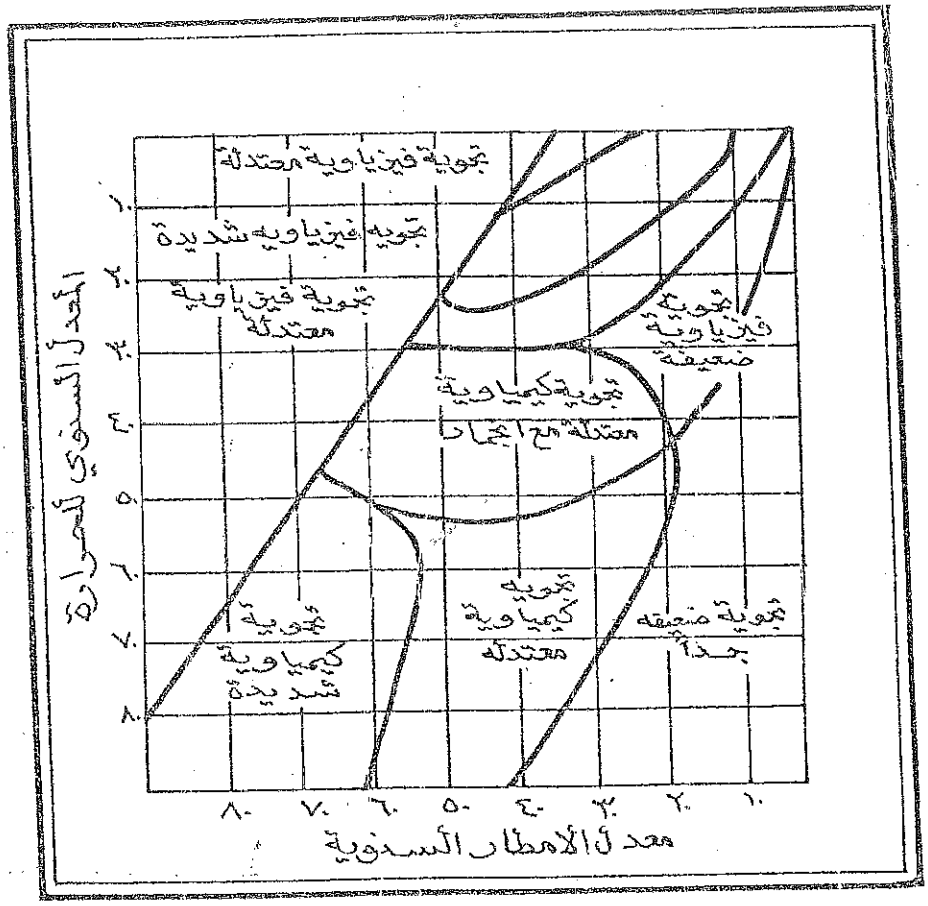
اما التجوية الكيمياوية فهي عملية تحول الصخور نتيجة التفاعل الكيمياوي بين مركباتها المعدنية والماء الى ناتج جديد يطلق عليه التربة او المادة الاولية للتربة. لذلك فالناتج النهائي للتجوية الكيمياوية هو ظهور التربة في المنطقة المعنية. ومن المستلزمات الضرورية لهذه العملية هو توفر الماء والحرارة فالماء الدافئ اسرع في عملية التفاعل الكيمياوي مع المعادن من الماء البارد. ولندرة المياه في المناطق الجافة ولارتفاع نسبة التبخر لأرتفاع الحرارة فان التجوية الكيمياوية لهذه المناطق تكون ضعيفة جداً. ويزداد ضعفها في المناطق الجافة الباردة وذلك لعدم توفر الماء والحرارة الا بكميات قليلة (شكل ١٢). ان نظرة بسيطة على المناطق الجافة يبين افتقارها الى التربة فتربتها اما رقيقة او معدومة ونادراً ماتوجد مناطق فيها تربة كاملة التكوين. وان ضعف غطاء التربة في المناطق الجافة هو دليل جيد على ضعف التجوية الكيمياوية في هذه المناطق. ومع ذلك فان التجوية الكيمياوية تعد انشط من الآلية في المناطق الجافة الحارة، بينما نجد ان التجوية الآلية تنشط بشكل اكبر من الكيمياوية في المناطق الجافة الباردة. وهذان النوعان من التجوية يمكن ان يوجدا الاشكال الاتية من مظاهر سطح الارض في المناطق الجافة :-

١- القشرة الصحراوية :- Desert Crusts

وتتكون نتيجة تكدس نوع معين من الاملاح على سطح التربة او بالقرب منها. منه وتقسم الى نوعين :-

القشرة الجبسية gypsum Crust (gypcrete)

والقشرة الحامضية lime crust (calcrete). وكلا النوعين



الشكل (١٢) العلاقة بين الحرارة والامطار من جهة وشدة التجوية بنوعيها الكيمياوية والفيزياوية من جهة اخرى

المصدر: Ritter, Dale, Process Geomorphology.1982.p.136

يتكونان نتيجة عدم وجود ماء كاف حتى يرشح leaching تماماً هذه الاملاح الى الانهار او المياه الجوفية.

القشرة الجبسية gypsum crust :- توجد في الصحارى الجافة جداً مثل صحراء ناميب Namib Desert وقرب خليج ويلفس Walvis Bay والمناطق المنخفضة مثل المنطقة الجنوبية الغربية من بحيرة ايرى Lake Eyre في استراليا والقشرة الجبسية تكون طبقة صلبة سمكها يتراوح بين ٢٠-١٠٠ سم ونتيجة ندرة مياه الامطار وارتفاع نسبة التبخر، فان الطبقة الملحية تبقى على السطح او قريبا جداً منه.

القشرة الجامضية Lime Crust: قد تكون في مناطق تصل امطارها الى ٦٠٠ او ٨٥٠ ملم سنويا. ولكنها تتكون بشكل اوسع في مناطق امطارها اقل من ٥٠٠ ملم سنويا، حيث تكون طبقة سمكها ٥٠ متراً. ويمكن ملاحظتها من خلال تكون طبقة صلبة جداً تمنع تغلغل جذور النباتات الصحراوية الى اعماق بعيدة عن سطح الارض. يمكن لهذه الطبقة ان تتكون نتيجة ذوبان الاملاح من على سطح التربة مع مياه الامطار. ونتيجة عدم كفاية الامطار لتصل الى المياه الجوفية، فانها سوف تترسب على عمق معين من سطح التربة مكونة طبقة صلبة. كما يمكن لهذه الطبقة ان تتكون بشكل معاكس اي نتيجة الخاصية الشعرية للتربة. الاملاح في هذه الحالة سوف ترتفع من الاسفل (من المياه الجوفية) الى الاعلى (سطح التربة). ولكنها قبل ان تصل السطح فان المياه سوف تتبخر نتيجة ارتفاع درجة حرارة التربة السطحية. وبذلك تكدس الاملاح على عمق من السطح قبل وصولها اليه. وبذلك تكون طبقة صلبة من الاملاح او مايسمى بالقشرة الصحراوية، والعملية المعاكسة هذه لاتتكون الا اذا كانت المياه الجوفية على عمق ثلاثة امتار او اقل من سطح التربة.

ب- *السطوح اللماعة* Desert Varnish :-

هي عبارة عن طبقة تغطي سطوح الصخور وتتكون عادة من مركبات اوكسيد الحديد او المنغنيز ويكون لونها داكناً يتراوح بين الاحمر الداكن والاسود. ورغم محدودية المعلومات عن هذه الظاهرة، فانه يعتقد ان الخاصية الشعرية للتربة يرفع الاملاح الى الاعلى يؤدي دوراً كبيراً في تكوين هذه السطوح.

هـ - السبخة البحرية :- Marine Sabkhas

تظهر هذه الظاهرة في المناطق الساحلية من الصحارى الساحلية. وتتكون من طبقة املاح تغطي سطح التربة نتيجة تغطيتها بمياه المد عندما يرتفع منسوب البحر المجاور او نتيجة تساقط الامطار، فان المنطقة تتغطى بالمياه ولمدة طويلة. وعندما ترتفع الحرارة فان الجزء الكبير من المياه يتبخر مما يترك طبقة ملحية صلبة تغطي السطح. المثال على ذلك سبخات سواحل الخليج العربي ومثال ذلك سبخة مطي بابعاد ٩٦كم طولاً و٣٢ كم عرضا. ويمكن لهذه الظاهرة ان توجد في مناطق التصريف النهري الداخلي للمناطق الجافة. حيث ان تكدس مياه الامطار المصرفة الى منخفضات تجف عند ارتفاع الحرارة يؤدي الى ترك الطبقة الملحية على سطح التربة.

يظهر من هذا العرض الموجز، ان ضعف عمليتي التجوية بنوعيها سيكون له الاثر المباشر على اتمام العمليات الجيمورفية اللاحقة كالتعرية والترسيب. وبذلك ستكون عمليات التغيير الجارية على سطح المناطق الجافة ضعيفة وبطيئة. وبذلك استحقت هذه المناطق وبجدارة ان يطلق عليها اسم متحف العالم الطبيعي، حيث يمكن للأشكال الرئيسية لسطح الارض والتي تكونت بسبب الحركات التكوينية ان تبقى محافظة على اشكالها مع تغيير بسيط جداً.

٢- اشكال سطح الارض التي تكونت بسبب التعرية

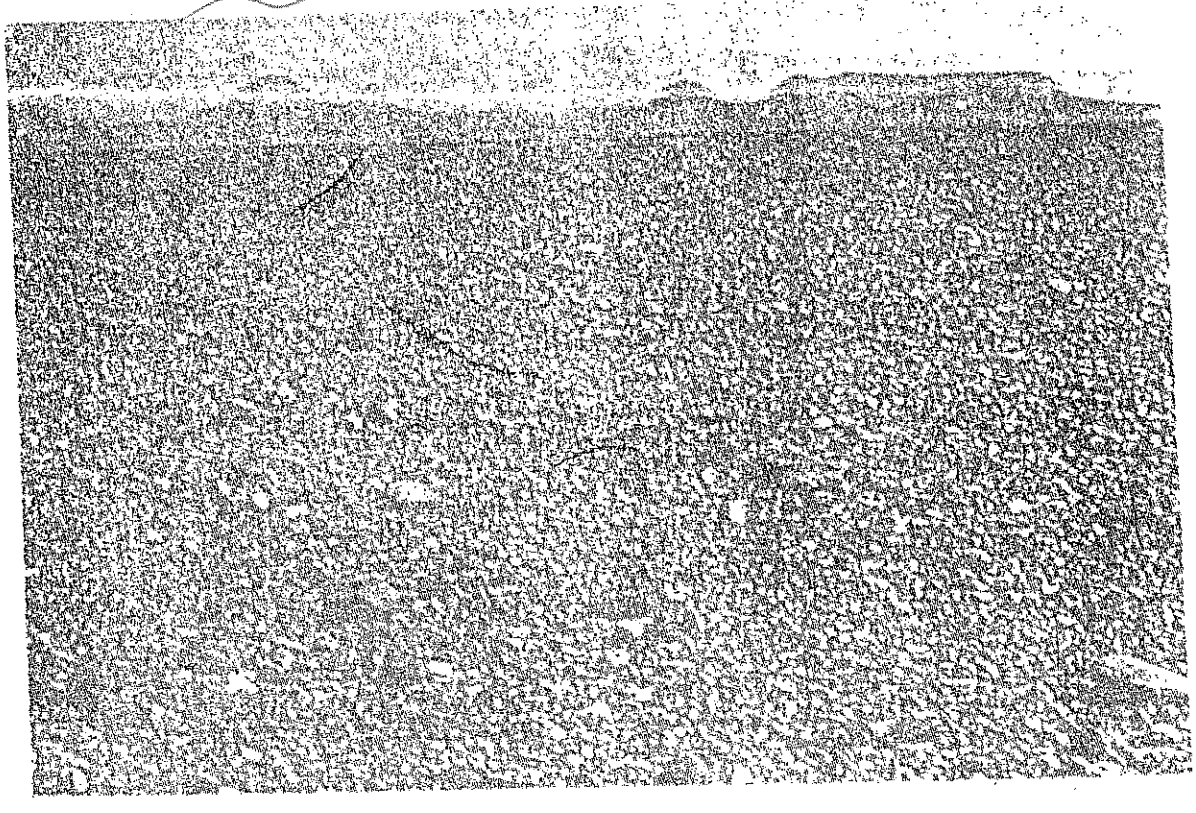
من المتوقع ان تنشط عملية التعرية في بيئة قليلة بل احياناً معدومة النبات الطبيعي. فالبيئة الصحراوية توصف بانها مكشوفة تماماً لعمليات التعرية وذلك لانه اضافة الى قلة النبات الطبيعي، فان الامطار القليلة تجعل من التربة جافة

والتي تصبح اكثر تعرضاً لعوامل التعرية. بالمقابل فان قلة الامطار او قلة المياه الجارية قد تعني محدودية التعرية في المناطق الجافة. حيث ان عدداً متزايداً من الباحثين في مجال الجيمورفولوجيا يعتقد ان قابلية الهواء على انجاز عملية الكشط والتعرية محدودة جداً. اذ لابد من وجود الماء لانجاز هذا العمل. ورغم قلة الماء نتيجة قلة الامطار الساقطة فانها كما يعتقد هي المسؤولة عن معظم مظاهر التعرية في المناطق الجافة. فالهواء كعنصر من عناصر التعرية اثبت مختبريا انه غير فعال وليس كما كان يعتقد سابقا انه المسؤول عن معظم الظواهر في المنطقة الجافة. فالهواء قليل الكثافة وتنعدم فيه خاصية اللزوجة وهما صفتان مهمتان لاتمام عملية التعرية. ومع ذلك فأن هناك بعض المظاهر لسطح الارض لايمكن تفسيرها الا بواسطة التعرية الهوائية. فالتعرية الهوائية اذا محدودة التأثير، والماء حتى في المناطق الجافة ذو تأثير اكبر ومسؤول عن عدد كبير من مظاهر سطح الارض. وفيما يأتي بعض المظاهر الشائعة في المناطق الجافة والتي تكونت بسبب التعرية.

١- السطوح الصخرية Stone Pavement

وهي عبارة عن سطوح تتكون من بقايا صخرية حادة او مدورة (كالحصى مثلا). وهي عادة عبارة عن سمك قطعتين من الصخر توجد في اعلى سطح تربة ناعمة تتكون من الرمال او الغرين او الطين Sand, Silt, or Clay (شكل ١٣). هذه الظاهرة لها عدة اسماء محلية فهي تسمى سهول كبر Gibber Plains في استراليا وتسمى الحمادة Hammada او العرق reg في شمال افريقيا، وهذه الظاهرة شائعة في المناطق التي توجد فيها خليط غير مفروز من الترب النهرية Alluvial. النظرية التقليدية لتكون هذه الظاهرة هي انها تكونت نتيجة قلع deflation للذرات الصغيرة من التربة. فبعد ان يحمل

هذه الذرات الصغيرة من التربة الهواء فانها تترك ورائها الذرات الخشنة مما يساعد وبمرور الزمن على ان تظهر المفتتات الصخرية على السطح. اما الرأي الحديث فهو ان الماء يمكن ان يقوم بنفس العمل وبشكل افضل، فالامطار الساقطة سوف تحمل الذرات الصغيرة وتترك وراءها الذرات الخشنة ومفتتات الصخور. وهناك نظرية اخرى ترى ان الحركة العمودية يمكن ان تكون قد اسهمت في تكوين هذه الظاهرة. حيث ان التجارب اثبتت ان انجماد وذوبان التربة في منطقة تتكون من خليط من التربة الخشنة والناعمة والمفتتات الصخرية تساعد على رفع المفتتات الصخرية الى السطح. ولتطبيق هذه النظرية على المناطق الجافة الحارة فقد وجد ان تعاقب التشبع بالرطوبة والجفاف في التربة في المناطق الجافة الحارة يقوم بنفس عمل الانجماد والذوبان في المناطق الجافة الباردة.



شكل ١٢: صورة تمثل صحراء صخرية في المغرب تكونت بفعل تذرية الرياح للذرات الناعمة بين مفتات الصخور والحصى. كما عمل الماء على جرف هذه الذرات الناعمة تاركاً ورائه القطع الخشنة التي لايقوى لا الماء ولا الهواء على تحريكها.

ب- السهول الصحراوية والهضاب الصحراوية

ان الظاهرة العامة والتي ليس لها لحد الان تفسير مقنع هي ظاهرة انتشار السهول الصحراوية في المناطق الجافة. فالمناطق الجافة عبارة عن ارض منبسطة قليلة التضرس او هضاب مرتفعة سطحها قليل التضرس وعادة ماتحيط السلاسل الجبلية بهذه السهول او الهضاب. ونادراً ماتظهر الجبال على هذه المظاهر حيث تكون دائماً على حافاتها. وهناك اعتقاد غير دقيق يفسر هذه الظاهرة على انها ناتجة عن عمل الرياح حيث تقوم الرياح بدفن كل المظاهر التضاريسية الصغيرة وتسوي الارض فتبدو مستوية تماماً. والسهول الصحراوية اذا كانت رملية فانها حقل جيد لظهور الكثبان الرملية. اما اذا كانت صخرية فيطلق عليها اسم الحمادة.

اما بالنسبة للهضاب فان التعرية المائية الناتجة عن تساقط الامطار ستؤدي الى ظهور الوديان والتي ستقطع السطح الى مقاطع. ودائما تكون هذه الوديان من النوع الجاف. ويتمييز الوادي عادة بانحدار جوانبه بشدة مشكلاً خوانق صغيرة ويكون قاعه منبسط ومغطى بالحصى. وتصريف هذه الوديان يكون دائماً داخلياً اي باتجاه اكبر منخفض في المنطقة. حيث ان قلة الماء وقصر فترة التساقط لايساعدان على ايصال مياه الامطار المصرفة الى البحار والمحيطات لذلك تتصرف في اقرب منطقة منخفضة.

جـ- الاحواض Basin

وهي ظاهرة موجودة في اجزاء محدودة من المناطق الجافة مثل الحوض العظيم في جنوب غرب الولايات المتحدة الامريكية، واحواض صحراء المكسيك

وحوض صحراء بيرو وشيلي، واحواض صغيرة في ايران بين سلاسل جبال زاجروس المتاخمة للخليج العربي. تغطي الاحواض مساحات صغيرة اذا مافورنت بالمساحات الكبيرة للصحارى في افريقيا وآسيا وآستراليا، وسبب تكونها تكتوني، حيث ان عملية الرفع التي اثرت على المنطقة مكونة الجبال لم تؤثر على الاحواض بشكل مباشر مما جعلها منخفضة قياساً للمنطقة المجاورة. وبذلك تصبح منطقة تصريف مياه الامطار الساقطة على الجبال المجاورة، فتعمل المياه المتصرفة اليها على تعريتها. وهناك رأي آخر يرى انها تكونت بسبب التعرية الهوائية. ولما كانت الاتجاهات لهذه الاحواض غير واضحة، فمن الصعوبة اثبات ان الهواء هو المسؤول عن تعرية الاحواض الجبلية.

وقبل ان نختتم الحديث عن مظاهر التعرية في المناطق الجافة لابد من التطرق الى الانهار الدائمة الجريان والتي تخترق بعض المناطق الجافة. ولما كانت منابع هذه الانهار من خارج حدود المناطق الجافة، فان ماتقوم به الانهار من تعرية وارساب لايعد جزءاً من المناطق الجافة بل يصنف مع المناطق الرطبة وذلك لان الانهار الدائمة الجريان هي احدى نتائج غزارة الامطار في المناطق الرطبة. فلما كانت الانهار ذات منابع من خارج حدود هذه المناطق وان الاشكال التي نتجت كانت بسبب عمل هذه الانهار. لذلك فان الاودية النهرية والمدرجات وحوض النهر والدلتاوات وغيرها من الاشكال النهرية لاتعد جزءاً من تشكيلات المناطق الجافة. ومع ذلك فان هذه الاشكال محدودة وذلك لمحدودية عدد الانهار الدائمة الجريان والتي تمر في هذه المنطقة. فاحواض دجلة والفرات، والنيل وكولورادو، والسند، وسرداريا، وامودايا هي الاحواض الوحيدة التي تخترق

المناطق الجافة لتصل الى هدفها النهائي. لذلك فان كل ماينتج عن هذه الانهار من اشكال تعالج عادة ضمن معالجة المناطق الرطبة.

٣- اشكال سطح الارض التي تكونت بسبب الترسيب

لقد سبق وان تطرقنا الى مظاهر جعلناها جزءاً من عمليات التجوية مثل القشرة الصحراوية، والسطوح اللماعة والسبخة البحرية. وقد تبدو هذه الاشكال كانها تكونت بسبب الترسيب. بينما في حقيقة تكوينها هي جزء من التجوية وذلك لانها عبارة عن عمليات تفاعل اكثر من كونها نقل وارساب. لذلك يمكن القول ان مظهر الترسيب الكبير والواضح في المناطق الجافة والذي تنفرد فيه هذه المناطق هو الكثبان الرملية Sand Dunes. وقبل التعرف على هذه الظاهرة بشئ من التفصيل، لابد من العودة مرة اخرى الى اهمية الرياح. فالرياح كما اسلفنا تعد ضعيفة جداً في التعرية الا ان لها القدرة على الحمل. ورغم ان حمل الرياح يختلف عن حمل المياه وذلك لقلة كثافته وانعدام اللزوجة فيه، فان الرياح تحمل اقل بكثير مما يحمل الماء. لكنهما متشابهان من حيث ان كلا العنصرين يحملان اما بالتعلق او الدحرجة. ان قابلية الهواء على الحمل محدودة بحجم معين من الذرات، فالهواء لايستطيع حمل ذرة قطرها اكبر من ٠,٢ ملم الا اذا كانت فيه دوامات دائرية ترافق حركته. واذا ما ازداد حجم الذرة عن هذا الحجم فان الهواء يستطيع ان يرفعها قليلاً عن سطح الارض ثم تعود الى السطح بعد قليل وبذلك فانها سوف تصطدم بذرات اخرى فتحركها وبهذه الطريقة يمكن نقل كميات اكبر من الذرات ولكن قرب سطح الارض. اما الذرات الاكبر فان الهواء يقوم بزحزحتها عن طريق الدحرجة وهذا مايسمى بالزحف Creep. لذلك فان الرياح تستطيع ان تحمل الذرات الصغيرة ولمسافات كبيرة، بينما لاتستطيع نقل الذرات الكبيرة إلا لمسافات محدودة. وعملية الرفع من قبل الهواء للرمال لا تزيد

في اي حال من الاحوال عن مترين فقط. بينما ترفع الرياح ذرات الغرين والطين لارتفاعات شاهقة جدا. والجدول الاتي يبين العلاقة بين سرعة الرياح وحجم الذرة التي تحملها الرياح.

جدول ٢٠: العلاقة بين سرعة الرياح وحجم الذرات التي يمكن ان يرفعها في تلك السرعة.(١)

قطر حبة الرمال	السرعة اللازمة لحملها
٠,٢٠ملم	من ٤,٥ الى ٦,٧ متر /ثانية
٠,٥٠ملم	من ٦,٧ الى ٨,٤ متر /ثانية
١,١٠ملم	من ٩,٨ الى ١٢,٤ متر/ثانية
١,٥٠ملم	من ١١,٤ الى ١٣ متر/ثانية

(١) محمد سامي عسل: الجغرافيا الطبيعي، الجزء الاول،(المدخل والسطح)، مكتبة الانجلو المصرية، ١٩٨٤ ص ٥٢٠

وتجدر الاشارة الى ان الرياح اللازمة لرفع الذرة للمرة الاولى هي اكبر من سرعة الرياح اللازمة لعملية الترسيب. وبعبارة اخرى فلو تطلب حجم الذرة سرعة رياح ١٠ متر/ثانية، فان سرعة الرياح بعد ان تحمل الذرة لو انخفضت الى ١٠ متر/ثانية فان الذرة تبقى معلقة اي ان الرياح مازالت قادرة على حملها ولايتم ترسيبها الا اذا انخفضت سرعة الرياح الى ٨ متر/ثانية. فسرعة الرياح هي القوة اللازمة لرفع الذرة ولايتم ترسيبها الا اذا اختفت هذه القوة وذلك عن طريق خفض هذه السرعة. فاذا ماتم ذلك فان الترسيب سيبدأ مكونا الاشكال التالية:

أ- تموجات رملية Small ripples and ridges

وهي عبارة عن تجمعات صغيرة لرمال تكون طول الموجة فيها من ١ . . الى ١٠٠ سم. وقد تكون الفواصل بينها ٢٠ مترا وحجم الرمال فيها بين ١٩ . . الى ٢٧ . . ملم. وتتكدس الرمال الخشنة في الاعلى بينما الاصغر حجما تتدحرج الى الاسفل. وتتكون عادة على حافات حفر او منخفضات صغيرة. وهذه الظاهرة لاتحتاج الى كميات كبيرة من الرمال كما انها لاتحتاج الى سرعة عالية للرياح.

ب- اشكال رملية كبرى (الدرعا) Draas

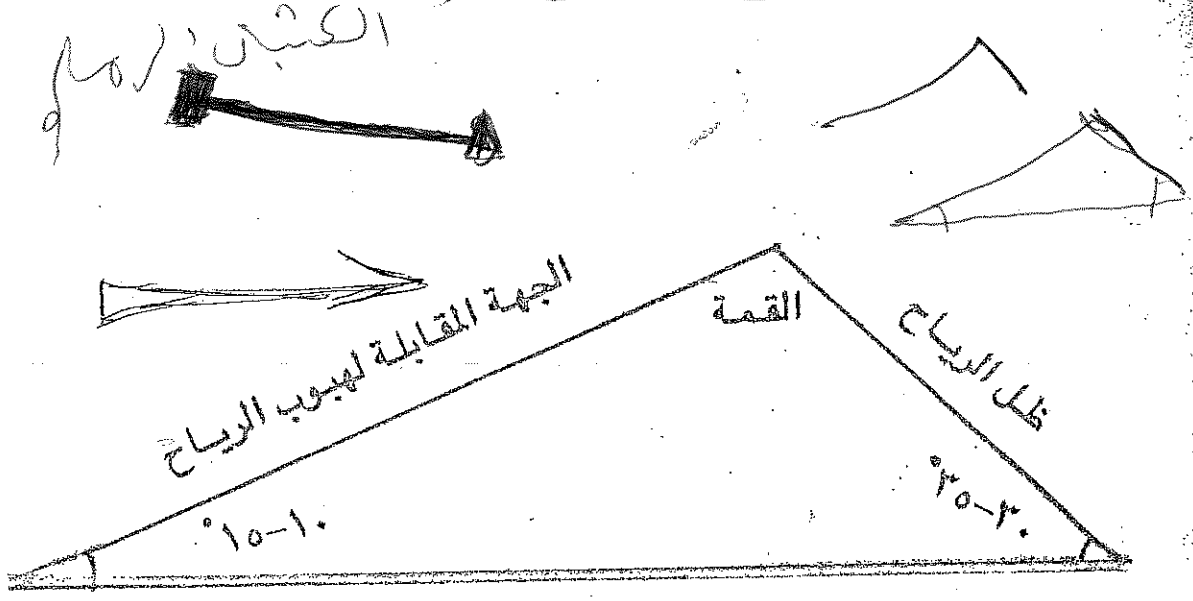
وهي عبارة عن امتدادات رملية كبيرة وواسعة ويقتصر وجودها على الصحراء الكبرى. ومنها ظلال الرمال او ركامات الرمال والتي تتكون عندما يكون هناك حاجز يقلل من سرعة الرياح كالصخور او الاشجار او جرف فتبدأ الرمال بالترسيب خلف الحاجز وتستمر بالانتشار مكونة حقلا رمليا كبيرا. كما يدخل ضمن التصنيف مايطلق عليه بظهور الحيتان Whale backs. وهي عبارة عن حقول رملية واسعة لها قمة تمتد بشكل موازٍ لاتجاه الرياح العامة وقد يصل حجمها الى ٣٠٠ كم طول و٣كم عرض ويصل ارتفاعها الى ٥٠ مترا واحيانا يصل الى اكثر من ذلك. وسبب اقتصار هذا النوع على شمال افريقيا هو ان هذا النوع من الكثبان يحتاج الى سرعة رياح عالية وتهب لمسافة طويلة من غير ان يعترضها عائق. وهذه الظروف لاتتوفر الا في الصحراء الكبرى ذات الامتداد الواسع. ويعتقد ان الدرعا هي تطور مفاجئ للكثبان الهلالية الشكل، فعندما تكون مصادر الرمال كثيرة واتجاهات الرياح مختلفة بين مدة واخرى

وبين فصل وآخر فان الكثبان تتطور بمرور الزمن الى كثبان طويلة مكونة الدرعا والمثال عليها هو بحر الرمال العظيم في الصحراء الغربية. كما يمكن ان تدخل ضمن هذا التصنيف المساحات الرملية الواسعة والتي تختفي تحتها كل معالم السطح. فالسهول الصحراوية جزء منها ترسيبي اذا كانت رملية كما في صحراء ساليمة في ليبيا والتي تبلغ مساحتها ٣٠٠٠ ميل مربع.

جـ - *الكثبان الرملية* Sand Dunes

الكثبان الرملية هي الظاهرة الاكثر انتشاراً وشيوعاً من بقية الترسبات الرملية في المناطق الجافة. والشكل(١٤)يبين الشكل التخطيطي للكثب الرملي والذي يتكون من سفح مواجهة للرياح يكون متدرج الانحدار ويكون مع الارض زاوية مقدارها ١٠ الى ١٥ درجة. والقمة هي اعلى جزء في الكثب ويختلف ارتفاعها باختلاف سرعة الرياح وتوفر الرمال في المنطقة. وسفح يقع في ظل الرياح ويكون شديد الانحدار حيث يكون زاوية مع الارض يتراوح مقدارها مابين ٣٠-٣٥ درجة. وان ارتفاع الكثبان يتراوح مابين ٢-١٠٠ متر تتكون على شكل مجموعات تأخذ مسافات متساوية بين كثيب وآخر، ونادرا مانجد كثيبا منفردا. ويختلف شكلها وارتفاعها من مكان الى آخر مما يعطي اعتقادا بان هناك امورا غير معروفة تتدخل في تكوينها اكثر من سرعة الرياح واتجاهها. والكثيب يستمر في الارتفاع حتى يصل الى نقطة ترتفع فيها سرعة الرياح عن قابليتها على الحمل، لذلك لا تتوفر ترسبات جديدة. او يصل الى ارتفاع يصبح مايرسب على الكثيب مساويا لما يأخذ منه وتسمى نقطة التوازن Equilbrum. وبعض انواع الكثبان متحركة ولذلك لايمكن الاعتماد عليها كنقطة دالة في الصحاري الواسعة المنبسطة. وسبب تحرك الكثبان انه يتكون من ذرات رمال

غير متماسكة. فاذا مارتفعت سرعة الرياح عن قابليتها على الحمل وبشكل مفاجئ فانها سوف تبدأ بتعرية الكثيب من جديد لتنقل الرمال الى مناطق جديدة اي عندما تبدأ سرعة الرياح بالهبوط وتقل قابليتها على الحمل تصبح هذه المنطقة هي المنطقة الجديدة التي يبدأ فيها ترسيب الرمال.



شكل ١٤ رسم تخطيطي للكثيب الرملي وابعاده وزواياه(١)

(1) Ritter, Dale. Process Geomorphology. WMC, Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa, 1982, P.327.

لتكون الكثبان يشترط وجود الرمال في المنطقة. وكذلك تعيق حركة الرياح وتخفف من سرعتها، فتبدأ الرياح بترسيب جزء مما تحمله من ذرات ويبدأ الحجم بعد ذلك يكبر. والكثيب بعد تكونه يبدأ بالزحف حيث غالبا ماتأخذ الرياح من السفح المواجهة للرياح لترسب في السفح الذي يقع في ظل الرياح. واثناء زحف الكثيب يبقى محافظا على شكله وطوله وارتفاعه والمسافة التي تفصله عن الكثيب الآخر. والكثبان انواع عديدة تبعا لشكلها. وقد تم التعرف على

اشكال جديدة للكثبان نتيجة التصوير بالاقمار الصناعية (شكل ١٥). ومن اشكال الكثبان المختلفة.

١- الكثبان المستعرضة Transverse

وتكون خالية من النبات وتتكون عندما تكون الرياح ثابتة في اتجاهاتها وكمية الرمال في المنطقة محدودة وتتحرك الرمال بحرية. ومن اشهرها الكثبان الهلالية الشكل (بارجان barchan) (شكل ١٥ أ) واذا ارتفعت كمية الرمال فان الكثبان يمكن ان تتطور الى خط مستعرض لهبوب الرياح.

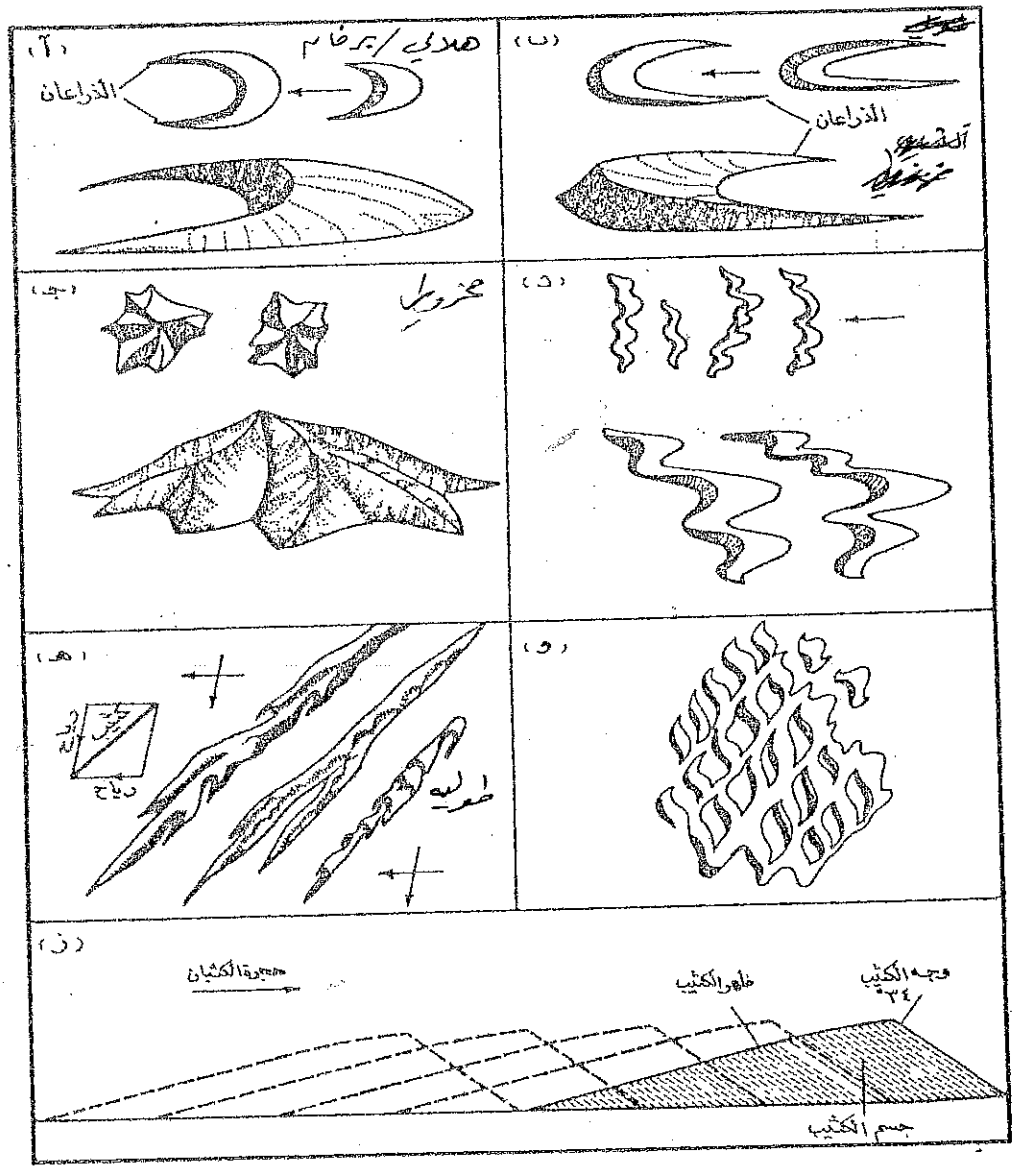
٢- الكثبان المخروطية Parabolic

وتختلف عن النوع السابق ان ذراعي الكثيب يكون مواجها لهبوب الرياح اي انها على شكل U او V (شكل ١٥ ب). وذراعا الكثيب ينمو عليهما النبات الطبيعي، والجزء الاوسط منها يتحرك باتجاه حركة الرياح لذلك تتمدد الاذرع.

٣- الكثبان الطولية Longitudinal

وهي مستدقة مرتفعة وتمتد طوليا مع اتجاه الرياح. وعادة تكون السطوح المواجهة للرياح اعرض واكثر انحدارا. بينما تنحدر السفوح التي تقع في ظل الرياح تدريجيا حتى تتصل بسطح الصحراء. وتكون الفواصل بين كثيب وكثيب خالية تماما من الرمال (شكل ١٥هـ). وقد توجد النباتات على هذه الكثبان. وعندما تتطور الى درعا او حقل رملي واسع فان طولها قد يصل الى ٣٠٠كم.

٤- كثبان الدرات ٥٧ الصفرة



الشكل (١٥) شكل تخطيطي يبين الاشكال المختلفة التي يمكن ان تظهر بها الكثبان الرملية، الاسهم تشير الى اتجاه الرياح

أ) يمثل الكثبان الهلاليه. ب) يمثل الكثبان المخروطية. جـ) يمثل الكثبان النجمية وهي من الانواع الضخمة (العرق) د) يمثل نوع مستعرض من العرق. هـ) يمثل كثبان طولية يختلف شكلها بين ظهر الحوت او السكين او الامواج. و) يمثل خليط بين الكثبان المستعرضة والطولية والتي تسمى الكثبان المتدرجة. ز) يمثل رسم تخطيطي لهجرة الكثبان الرملية.

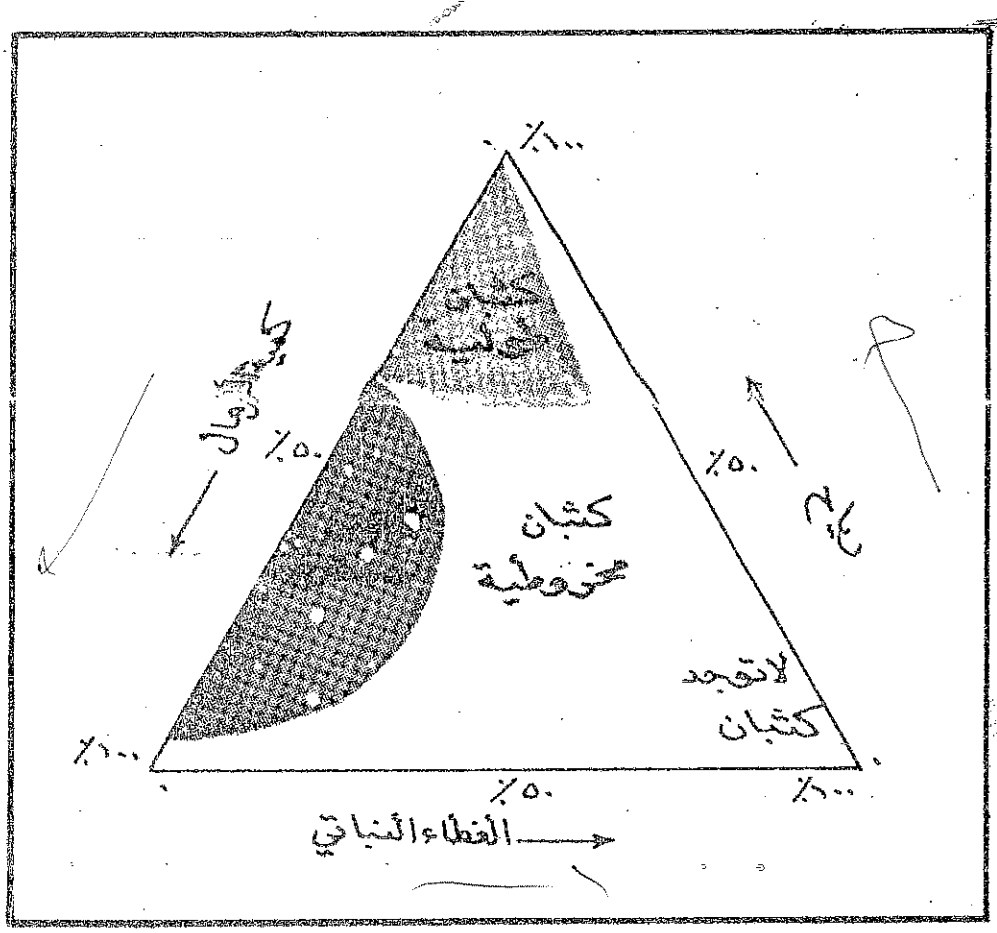
المصدر: Muller and Oberlander, physical Geography Today, 1984. p.398

ان اختلاف الكثبان باشكالها واحجامها يعود الى الاختلاف في سرعة الرياح واختلاف كمية الرمال المتوفرة واختلاف كثافة النبات الطبيعي. لذلك فان الرمال نادراً ماتظهر في المناطق الشبه الجافة، وذلك لان كمية الرمال اقل والغطاء النباتي افضل من المناطق الجافة. فالكثبان اذاً هي ظاهرة تنفرد بها المناطق الجافة حيث ان النبات الطبيعي الكثيف ظاهرة تعيق تطور الكثبان لانه يمنع الرياح من حمل ذرات الرمال. والشكل رقم (١٦) يوضح هذه الحقيقة بكل وضوح. فالكثبان الطويلة تتكون في منطقة خالية من النبات الطبيعي او قليلة النبات الطبيعي وسرعة الرياح فيها عالية جدا وان لم تتوفر فيها كميات رمال كبيرة (الشكل ١٦). بينما الكثبان المستعرضة تحتاج الى كميات كبيرة من الرمال ومنطقة خالية او قليلة النبات الطبيعي وان اختلفت سرعة الرياح وتراوحت بين الوسط والشديدة اما الكثبان المخروطية فيمكن ان توجد في منطقة فيها قليل من النبات الطبيعي ولكنها بالمقابل تحتاج الى كميات اكبر من الرمال.

٤- كثبان الذرات الصغيرة

ومنها كثبان الصلصال والتي تتكون قرب السواحل او عند السهول الملحية. وهذا النوع من الكثبان يختلف عن الكثبان الرملية بان انحدارها لايزيد عن ١٠ درجة والجهة المواجهة للرياح اكثر انحدارا من الجهة التي تقع في ظل الرياح. وان ارتفاع هذه الكثبان لايزيد عن ١٥ مترا. كما ان هناك نوعا آخر من الكثبان يطلق عليه الباها Paha وهي مرتفعة تصل الى ١٥ مترا وطول الكثيب ١٠ كم ويتكون من ترسبات الصلصال والغرين. اما ترسبات اللويس Loess فهي عبارة عن نقل الهواء لكميات كبيرة من الاتربة سنة بعد اخرى وهذه الذرات المنقولة تكون عادة من الغرين Silt. وقد قام الهواء بنقلها لمسافات طويلة جداً،

وذلك لخفة وزنها وصغر حجمها. وهناك رأي آخر مفادة ان اللويس هي عبارة عن ترسبات مائية وليس هوائية. وتنتشر ظاهرة ترسبات اللويس في العروض الوسطى وفي مناطق مثل الصين والولايات المتحدة الامريكية. وتنتشر هذه الظاهرة في المناطق شبه الجافة اكثر من الجافة. اما اذا وجدت في المناطق الرطبة فانها تكون سريعة التعرية وذلك لضعف تماسك ذرات التربة. وقد تصل ترسبات اللويس الى ارتفاع ١٠٠ متر، ومن صفات تربة اللويس انها نفاذة للمياه.



الشكل (١٦) مثلث توزيع الكثبان الرملية حيث ان التوزيع تتحكم فيه عوامل ثلاثة، الرياح، وكمية الرمال والغطاء النباتي

المصدر: Ritter, Dale,Process Geomorphology, 1982 p.333

المبحث الثالث

أشكال سطح الارض في المناطق الشبه الجافة

المناطق الشبه الجافة من الناحية المناخية هي المناطق التي تزيد امطارها عن امطار المناطق الجافة بالضعف. اما من حيث الموقع فانها تحيط بالمناطق الجافة من ثلاث جهات، الشرق ، والشمال، والجنوب. ونتيجة هذا الموقع فالمناطق الشبه الجافة التي تقع شمال الصحارى في نصف الكرة الارضية الشمالي هي مناطق اقل حرارة من الصحارى التي تقع الى الجنوب منها. بينما حافات الصحارى الجنوبية (المناطق شبه الجافة الى جنوب الصحراء) هي ادفأ من المناطق شبه الجافة الشمالية. ولما كانت اهمية الامطار من الناحية الجيمورفية تقاس بقدرتها على انجاز العمل، وان انجاز اعمال التجوية الاساسية يحتاج الى حرارة، لذلك فان موقع المناطق شبه الجافة اضافة الى فصل سقوط الامطار فيها سيؤدي في اعطاء الاهمية للعمل الجيمورفي في المنطقة. كما ان الاختلاف في الظروف المناخية وخاصة الامطار بين المناطق الجافة وشبه الجافة نتج عنه اختلاف في نوع وكثافة النبات الطبيعي المسيطر على المنطقة. فالنباتات المتباعدة والشوكية في المناطق الجافة ستتحول الى حشائش قصيرة ونباتات اكثر خضرة ونضارة من الاولى وتغطي منطقة واسعة وبشكل متصل ولفصل معين. وهذا الغطاء النباتي سيودي دوراً في منع الكثبان الرملية من الزحف على المناطق شبه الجافة. كما انه يحمي التربة التي اسفله من التعرية المائية. ولما كانت الامطار فيها اغزر من المناطق الجافة فان نوعية التصريف المائي في المناطق الشبه الجافة سيختلف عن التصريف المائي في المناطق الجافة. لذلك نجد ان

عدد المجاري المائية في المناطق شبه الجافة اكثر من المناطق الجافة كما ان حجمها اكبر. وان عدد المجاري المائية التي تنبع من مناطق رطبة وتخترق المنطقة الى مصباتها النهائية اكثر في المناطق الشبه الجافة من المناطق الجافة. ان هذه الاختلافات جميعا ستؤثر بشكل مباشر او غير مباشر على اختلاف اشكال سطح الارض التي ستظهر في المناطق شبه الجافة. حيث ان عمل الرياح هنا معدوم تقريباً. وان بعض المظاهر الجيومورفية والتي تعد من مظاهر المناطق الجافة سوف تختفي من هذه المناطق(الكثبان الرملية مثلا)،كما ان مظاهر اخرى سيجري عليها تعديل او تظهر اشكال جديدة لم تكن معروفة في الصحارى. الا ان جميع هذه المظاهر رغم اختلافها بعض الشئ او كثيراً عن الاشكال في الصحارى الا ان مظهرها العام واسباب تكونها تخضع لنفس الظروف التي خضعت لها اشكال سطح الارض في الصحارى. حيث ان الماء اقل من التبخر وان شحة الماء وعدم كفايته سيكون العامل الاساس في اختلاف اشكال سطح الارض في كلتا المنطقتين (الصحارى وشبه الجافة) عن المناطق الاخرى ذات المناخ الرطب.

١- اشكال سطح الارض التي تكونت بسبب التجوية الكيمياوية والآلية.

تتميز المناطق شبه الجافة بان التجوية الكيمياوية فيها انشط مما في المناطق الجافة وذلك لتوفر الماء والحرارة، وهما عنصران مهمان لانجاز التجوية الكيمياوية عملها. فزيادة الامطار في هذه المنطقة مع وجود الحرارة يوفر المجال الجيد لعملية التفاعل الكيمياوي مع الصخور مما ينتج عنه غطاء تربة اسمك من المناطق الجافة. يضاف الى ذلك ان التربة ستكون افضل في هذا النطاق من المناطق الجافة من حيث توفر المواد العضوية فيها وانخفاض نسبة الاملاح.

حيث ان الغطاء النباتي الاكثف سيؤدي دوراً في زيادة المواد العضوية وكثرة الامطار ستعمل على تقليل الاملاح. وهنا لابد من التمييز بين المناطق شبه الجافة الباردة والحارة. ففي الاولى تكون التجوية الكيمياوية اضعف من الثانية وذلك لانخفاض درجة الحرارة. ولما كانت امطار بعض المناطق شبه الجافة شتوية، فان ذلك سيؤدي الى ابطاء عملية التجوية الكيمياوية. فالمناطق التي امطارها صيفية تكون التجوية الكيمياوية فيها انشط من المناطق التي تكون شتوية. ولما كانت القشرة الحامضية والجبسية من المظاهر في المناطق الجافة وبسبب عمل التجوية، فان القشرة الحامضية هي الابرز في المناطق الشبه جافة لانها يمكن ان توجد في مناطق امطارها عالية، علماً بانها اكثر نشاطاً في المناطق الجافة. اما القشرة الجبسية فانها تختفي تماماً وذلك لان كمية الامطار العالية سوف تعمل على ترشيح الاملاح اولاً باول فلا تسمح لها بالظهور على سطح التربة.

اما بالنسبة للتجوية الالية فانها كذلك انشط في المناطق الشبه الجافة من المناطق الجافة وذلك يعود الى توفر الرطوبة بشكل افضل في هذه المناطق من المناطق الجافة. فالتجوية الآلية تحتاج الى انجماد الماء في شقوق الصخور كما اسلفنا ، لذلك فان التوفر النسبي للرطوبة في الجو وكميات المياه والامطار سيودي دوراً ايجابياً في سرعة تفتيت الصخور. والتجوية الآلية عكس الكيمياوية ستنشط في المناطق الباردة اكثر من المناطق الدافئة وذلك يعود الى اختلاف المدى الحراري بين المنطقتين. فالتجوية الآلية في المناطق شبه الجافة الشمالية انشط منها في المناطق شبه الجافة الجنوبية (في نصف الكرة الشمالي). وذلك لان المدى الحراري في الشمالية اعلى من الجنوبية. لهذا فان المفتتات الصخرية

الناشئة عن التجوية الالية هي مظهر اكثر بروزاً في المناطق شبه الجافة من المناطق الجافة، كما انه اكثر في المناطق شبه الجافة الشمالية من المناطق شبه الجافة الجنوبية.

مما سبق يتضح ان التجوية بنوعيها (الكيمياوية والآلية) هي انشط في المناطق شبه الجافة من المناطق الجافة، ولكنها لاتترك آثاراً متميزة واشكالاً كبيرة. فاذا ماستثينا التربة وسمكها والمفتتات الصخرية وظهور بعض السطوح ذات القشرة الحامضية، فان الاثار المترتبة على عمل التجوية هو في تهيئة المنطقة بشكل عام لاتمام العمليات الجمورفية الاخرى.

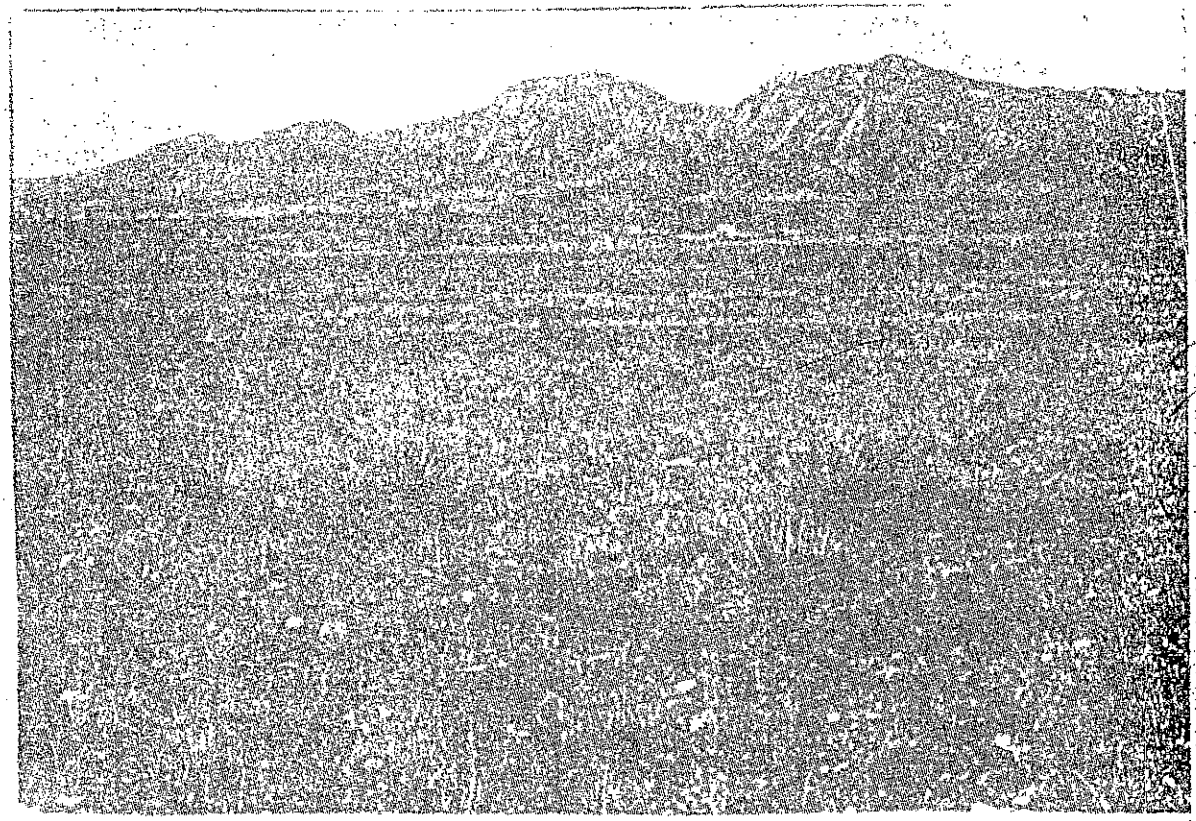
٢- اشكال سطح الارض التي تكونت بسبب التعرية

كما اشرنا سابقاً فان التعرية المائية تكون انشط في هذه المناطق من التعرية في المناطق الجافة، ويعود ذلك الى ان الامطار اغزر هنا من المناطق الجافة. ولما كانت التعرية الهوائية محدودة وضعيفة حتى في المناطق الجافة فسنشاهد هنا انعدام تأثيرها وذلك للتماسك الاكثر نسبياً لترب هذه المناطق حيث ان رطوبة التربة اكثر نسبياً من المناطق الجافة.

كما ان كثافة النبات الطبيعي يؤدي دوراً في تماسك ذرات التربة واعاقة عمل الهواء في هذه المناطق على الاقل في فصل من فصول السنة. ونتيجة لأختلاف الرطوبة فان السطوح الصخرية الضاهرة غير موجودة في المناطق شبه الجافة، او قليلة وان وجدت ففي حافات الصحارى. كما ان ظاهرة الاحواض اقل انتشاراً. اما الظاهرة الاكثر انتشاراً في هذه المناطق فهي ظاهرة الاودية. فالامطار المتساقطة في فصل من فصول السنة ولغزارتها مقارنة

بالمناطق الجافة فانها ستوجد اودية غالباً ماتبقى هذه الاودية لمدة اطول واحياناً تكون دائمة اي لاتتغير مواقعها بسرعة كما يحصل في المناطق الجافة.

تتميز المناطق شبه الجافة الجبلية بانتشار ظاهرة البدمونت Pediments وهي عبارة عن ظاهرة ناشئة عن التعرية المائية (شكل ١٧). فالبيدمونت هي المنطقة المحصورة بين المناطق الجبلية والاودية النهرية او السهول. وتتميز بان لها انحداراً يتراوح مابين درجة واحدة وسبعة درجات. ومعدل انحدار البيدمونت لايزيد عن ٢,٥ درجة. وقد تكونت هذه الظاهرة بسبب التعرية المائية الناشئة من تساقط الامطار على الجبال ومقدماتها مما يودي الى تعريتها. حيث ان المياه التي تجري على السطح على شكل طبقة رقيقة قبل ان تتجمع في اوديتها ستكون هي الاداة التي تقوم بتعرية هذه المنطقة لتجعلها ليست جزءا من الجبال الوعرة وليست سهلية تماماً. وقد يكون سبب تكون البيدمونت هو تراجع الاودية النهرية المنحدرة من المناطق الجبلية. وعملية التراجع هذه مع حركة النهر او الوادي الجانبية تودي الى تنشيط عملية النحت في المنطقة الواقعة بين اقدام الجبال والمصب مما يؤدي الى ظهور البيدمونت. وتنتشر هذه الظاهرة في المناطق الجافة مثل صحراء سنوريا في المكسيك وصحراء اريزونا في الولايات المتحدة الامريكية. ولكن معظم الباحثين يرجعون تكون هذه الظاهرة الى التعرية المائية، فاذا وجدت في هذه الصحارى فهي ربما تكون قديمة وقد تكونت في عصور اكثر مطرا مما هي الحال عليه الآن. اي ان هذه الظاهرة تكثر في المناطق الشبه الجافة، حيث الاجواء الملائمة لظهورها. والبيدمونت تأخذ شكل السهول المروحية مع انحدار اقل وانتشار اوسع. كما ان البيدمونت ظاهرة تكونت بسبب التعرية بينما السهول المروحية تكونت بسبب الترسيب. لذلك توصف ظاهرة البيدمونت على انها تراجع للجبال بسبب التعرية.



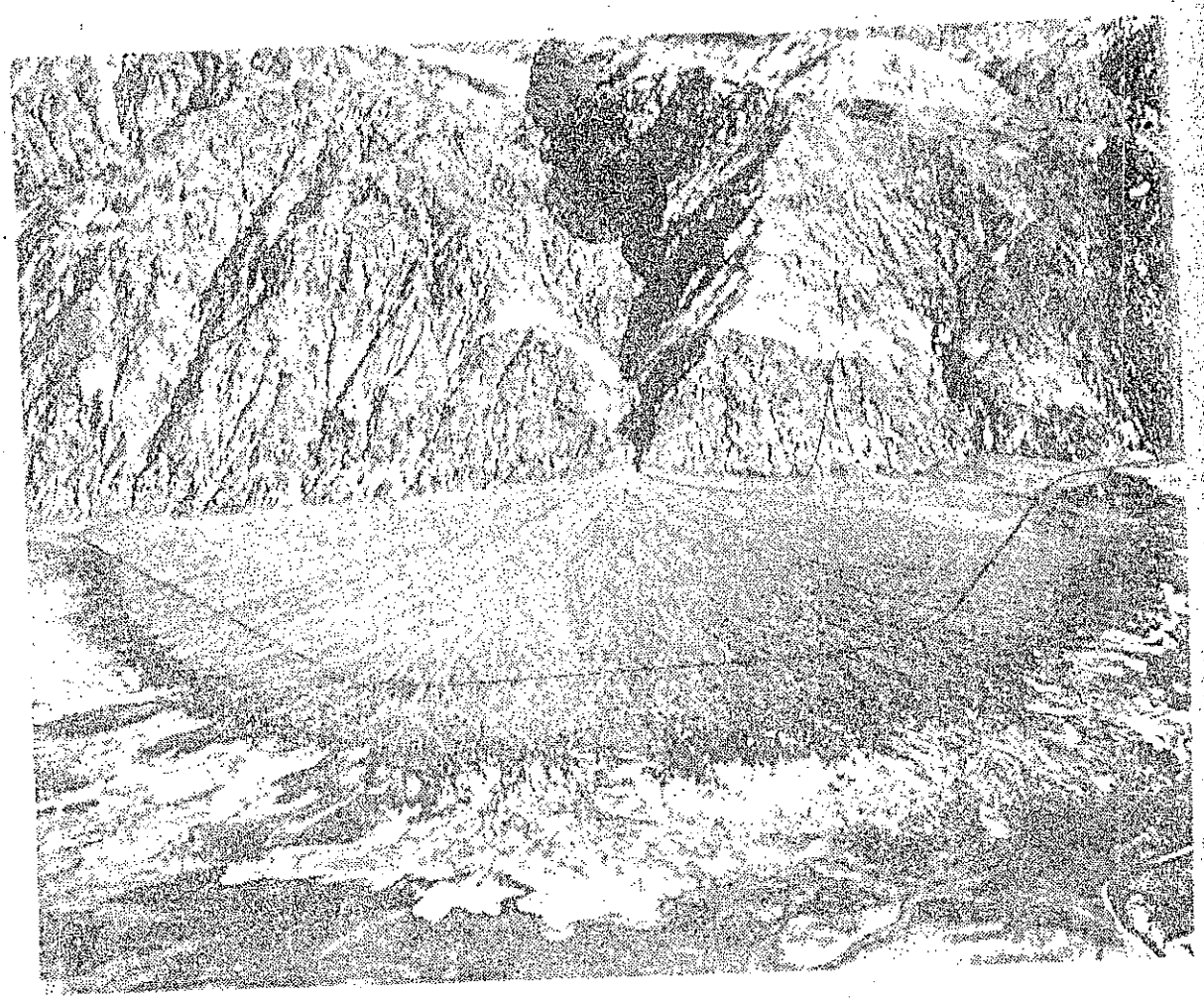
شكل ١٧: صورة تمثل سهول البيدمونت في منطقة يتصف مناخها بنسبة الجفاف.
يلاحظ الانحدار البسيط للسطح في الصورة.

وسطح البيدمونت مقطع بالاودية وغير مستوى ويكون صخريا اي ان النحت تم في صخور القاعدة الاصلية. وسبب تقطع سطح البيدمونت يعود الى ان هذه المنطقة هي منطقة تصريف المياه المتساقطة على المناطق الجبلية المجاورة الى المجاري النهرية في السهول لذلك تظهر الاودية النهرية الدائمة او المؤقتة الجريان على سطح البيدمونت. وقد تكون حركة هذه الوديان الجانبية هي السبب لتوسع البيدمونت كما اسلفنا. وتوصف البيدمونت احيانا بانها منطقة نقل بين التعرية التي تحدث في المناطق الجبلية في اعلى البيدمونت والترسيب الذي يتكون في السهل الفيضي اسفل البيدمونت.

٣- اشكال سطح الارض التي تكونت بسبب الترسيب

لما كانت التعرية الهوائية محدودة بل معدومة في كثير من الاحيان، بسبب الكثافة النسبية للغطاء النباتي وتماسك الذرات في تُرب المناطق شبه الجافة بشكل افضل مما هو عليه في المناطق الجافة، لذلك فان ظاهرة الكثبان الرملية تختفي من هذه المناطق. ان انعدام ظاهرة الكثبان الرملية يتفق تماماً مع المثلث (شكل ١٦) والذي سبق الاشارة اليه والذي يوضح العوامل المتحكمة في تشكيل الكثبان الرملية فالملاحظ من المثلث أن الغطاء النباتي وكمية الرمال والرياح تودي دوراً مهما في تكوين الكثبان. ولان الغطاء النباتي اسمك في المناطق شبه الجافة من المناطق الجافة. فان امتداد الرمال او توفرها يكون اقل بسبب كثافة الغطاء النباتي. لذلك فان الرياح لوحدها لاتستطيع عمل شئ لان سرعتها مهما كانت فان اثرها سينعدم او يقل كثيراً في حالة اختفاء او قلة الرمال مما لايشجع على ظهوز الكثبان الرملية. وبدلا من ذلك فان ابرز ظاهرة في المناطق شبه الجافة والتي تعود الى الترسيب هو ظهور ترسيبات اللويس Loess في بعض المناطق والتي سبقت الاشارة اليها. فهذه الترسيبات تصبح ممكنة اذا ما نقلت من مناطق جافة الى مناطق شبه جافة بواسطة الهواء او بواسطة المياه.

ان اكثر ظاهرة ترسيب شائعة في المناطق شبه الجافة هي ظاهرة السهول المروحية او المراوح الفيضية Alluvial Fans (شكل ١٨). والتقاء عدة مراوح فيضية يطلق عليها اسم البهادا Bajada. لتكون المراوح الفيضية يشترط ان تكون هناك عملية تعرية ونقل للمواد بشكل كبير، وعادة يحدث هذا في المنطقة الجبلية التي تقع خلف المروحة الفيضية، حيث ان وجود المفتتات الصخرية التي تكونت بسبب التجوية الآلية شرط اساسي. لذلك يتراوح نقل



شكل (١٨): صورة لسهل مروحي في منطقة وادي الموت في كاليفورنيا. ويمكن تقدير حجمها من خلال الطريق الموجود في حافاتها.

المواد بين الكثافة العالية والكثافة الواطئة وحسب توفرها. ولكما ازدادت كمية المواد المنقولة توسعت احجام المراوح الفيضية. كما يشترط فيها ان يكون الوادي الذي تجري فيه المياه التي تحمل الترسبات ضيقاً ومعلقاً وان ينتهي بمنطقة سهلية بشكل مفاجئ. تتكون المراوح الفيضية عندما تخرج المياه من وادي ضيق محفور في منطقة جبلية والوادي عادة معلق، اي انه اكثر ارتفاعاً من المنطقة السهلية المجاورة. ان خروج المياه من هذا الوادي الى السهل الفسيح وبشكل مفاجئ يؤدي الى خفض مفاجئ في سرعة الماء. كما يودي الى انتشار الماء مما يقلل من قابليته على حمل المواد. فتبدأ المواد الخشنة المحمولة بالمياه بالترسيب عند فم الوادي او المجرى، ثم يتضائل حجم الترسبات كلما ابتعدنا الى اسفل السهل المروحي. ان استمرار ترسيب هذه المواد يودي في كثير من الاحيان الى امتلاء الوادي الذي يفتحه المجرى المائي خلال هذه الترسبات لذلك يضطر الماء الى حفر مجرى جديد فيغير موقعه. وبمرور الزمن مع تكرار تغير الموقع يتكون السهل المروحي والذي هو عبارة عن شكل مثلث قاعدته الى الاسفل ورأسه في المنطقة التي توصل بين فتحة المجرى المائي وبداية السهل المروحي. ولان شكله يشبه المروحة اليدوية الصينية فقد اطلق عليه اسم السهل المروحي. وتنتشر هذه الظاهرة في وادي الموت في كاليفورنيا والتي وصلت الى مرحلة التوازن، اي ان هذه السهول يكون الترسيب فيها مساوياً للتعرية منها. كما توجد في جبال اليمن وجبال شرق العراق وبعض الجبال المنفردة في الصحراء الكبرى. وعادة يمكن التمييز بين الجبل والسهل المروحي بالانحدار. فانحدار سفوح الجبال يكون شديداً بينما لايزيد الانحدار في السهل المروحي عن ١٠ درجة. وتختلف السهول المروحية عن البيدمونت بانها ظاهرة تكونت بسبب الترسيب وليس التعرية. وقد يغطي سطح السهل المروحي الاعشاب والحشائش وقد تغطيها الاشجار اذا

كانت الرطوبة في تربتها عالية. وتعد المراوح الفيضية افضل المناطق لخزن المياه الجوفية في المناطق الشبه الجافة لما تتميز به سطوحها من خشونة تساعد على امتصاص عال للمياه الجارية على سطحها او المتساقطة عليها بسبب الامطار. لذلك فهي مناطق لحفر الآبار الارتوازية خاصة في المنطقة التي تتصل فيها المراوح الفيضية مع السهول المجاورة. كما ان تربتها صالحة للزراعة بسبب تنوع مصادر التربة هذه.

لابد قبل اختتام هذا الفصل من الاشارة الى الصعوبة التي تواجه العاملين في مجال الجيومورفولوجيا. فكل الاشكال التي تم عرضها وتوضيحها قد توجد بنسبة او بأخرى في مناطق ليست جافة. كما ان بعض المظاهر الجيمورفية والتي تختص بها المناطق الرطبة او الجليدية احياناً قد تظهر بنسبة او باخرى في المناطق الجافة. ومن المظاهر الاكثر تشابكاً هي الاشكال الموجودة في الصحارى والمناطق الشبه الجافة.ويمثل (شكل ١٩) توزيع المظاهر الرئيسية لسطح الصحراء والمناطق شبه الجافة الاسترالية. فهناك تداخل بين مظاهر المناطق الجافة وشبه الجافة في الصحراء الاسترالية. فتظهر بعض مناطق البيدمونت في وسط الصحراء بينما تظهر بعض الصحارى ذات السطوح الصخرية في المناطق شبه الجافة. ان هذا اللبس والتداخل يجعل من الصعب احياناً تفسير الظاهرة السطحية تفسيراً دقيقاً وكاملاً. لذلك فان الاهتمام بالتبدل المناخي والذي سبق الاشارة اليه بالتفصيل في الفصل الثاني يصبح من الامور الضرورية والتي تفسر جزءاً من هذا التداخل. فالمناخ في اجزاء مختلفة من العالم لم يكن على وتيرة واحدة بل مرت الارض بحقب مناخية متباينة. وهذا التباين هو الذي اوجد حالة التداخل.

المبحث الاول

الماء عنصر حاسم في تطوير المناطق الجافة

على الرغم من ان المناطق الجافة تتوزع جغرافيا في معظم القارات ولكنها لاتتشابه تشابها تاما في تضاريسها ونوع الحيوان الذي يعيش فيها والنباتات الطبيعية التي تنمو فيها. ولكن مع وجود الاختلافات الواضحة في جوانب التضاريس والظواهر الجيمورفولوجية والحيوانات والنباتات فأن جميع المناطق تسود فيها ظاهرة مشتركة بارزة الأهمية هي ندرة المياه العذبة التي يحتاجها الأنسان والحيوان والنبات على حد سواء.

وأزاء هذه المشكلة أخذت الكائنات الحية، ومنها الأنسان تكييف حياتها لظروف البيئة القاسية للأقتصاد بالمياه الى أقصى درجة أو خزنها ومن هنا وجدنا بعض الحيوانات الصحراوية تصنع الماء بايولوجيا في أجسامها وأزاء قلة الماء فقد تكيفت النباتات الطبيعية في المناطق الجافة بواحدة أو أكثر من الميزات الآتية كي تحافظ على حياتها في ظل بيئة نادرة الماء في معظم أيام السنة وذات درجات حرارة مرتفعة يؤدي الى أرتفاع معدلات التبخر اليومية والسنوية:-

١- تباعد النبات الطبيعي كي يحصل على ما يكفيه من الماء القليل الموجود في التربة.

٢- أستغناء بعض النباتات عن الأوراق لتقليل الماء المفقود بواسطة عملية النتح والاعتماد على مادة الكلوروفيل الموجودة في السيقان لغرض صنع الغذاء.

٣- التفاف الأوراق في بعض النباتات الصحراوية لغرض تقليل مساحة سطوحها

المكشوفة لأشعة الشمس المحرقة كي يقل فقدان الماء من النبات.

٤- لها مجموعة جذرية تتوغل افقيا وعموديا في اعماق التربة لاستغلال مياه الأمطار القليلة الى أقصى الحدود.

٥- مقاومتها المياه المالحة.

٦- تتمتع بعض النباتات الصحراوية بطبقة شمعية أو دهنية تمنع تسرب رطوبتها.

٧- خزن الماء كما في احدى انواع الصبار السمي (الصبار البرميلي) في صحاري امريكا الشمالية.

أما حيوانات المناطق الجافة فقد تكيفت ازاء ندرة المياه على نحو مما يلي:-

١- أن معظم الحيوانات تكون نادرة الحركة نهارا حيث انها تختبئ بعيدا عن أشعة الشمس وتكون حركتها ليلا للتفتيش عن الماء والغذاء.

٢- خزن الماء لوقت الحاجة كما يفعل الجمل وبعض الحيوانات الأخرى.

٣- التقليل من شرب الماء حيث تكيفت الحيوانات التي تعيش في المناطق الجافة بالعيش على كميات قليلة من الماء. فقد لوحظ ان الجمل في أيام الصيف المحرقة يكتفي بشرب الماء مرة واحدة كل يومين. واذا توفرت نباتات طبيعية يتغذى عليها في بطون الوديان فبأمكانه البقاء بدون ماء لمدة أسبوع. وبأمكان الجمل ان يعيش في الشتاء بدون ماء للشرب على الأطلاق. حيث يعوض عن ذلك بالماء الموجود في نباتات المرعى الجيد التي