**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة الاولى باللغة العربية : مفاهيم حول جغرافية الموارد المائية**

**اسم المحاضرة الاولى باللغة الانكليزية : Concepts about the geography of water resources**

# جغرافية الموارد المائية

تهتم جغرافية الموارد المائية بدراسة المياه الموجودة على الكرة الارضية ومدى الاستفادة منها في الأغراض البشرية. وهي صفة جغرافية تختلف بها عن علم المياه الذي يبحث في المياه بتعمق دقيق وفق معادلات وقياسات دورية مبنية على أسس هيدرولوجية وهيدروكيميائية. وعلم المياه (Hydrology) يتكون من مقطعين (Hydro) وتعني المياه (Logy) وتعني علم. وبذلك فأن جغرافية الموارد المائية هي أحدى فروع الجغرافية الطبيعية تهتم بالمياه كمورد طبيعي ان كان موجود على سطح الارض أو الغلاف الجوي أو المياه الموجودة في الغلاف الصخري ومن ثم استثمارها.

وبما أن الموارد المائية تعتمد على علم المياه في كثير من الجوانب وتشترك معه بالأسس والتطبيقات العلمية فإن هذا يدل على ارتباطها بالعلوم الجيولوجية والهيدروكيميائية ويبقى الاختلاف ما بين هذه العلوم من خلال ما تسلطه جغرافية الموارد المائية على توزيع المياه ومصادر تغذيتها والعوامل الجغرافية المؤثرة في ذلك ومن ثم مدى الاستفادة منها في الاستخدامات البشرية المختلفة التي تساير المنهج الجغرافي ومن أجل ذلك تم إعطاء صورة واضحة عن أهم العلوم المائية:

١- الهيدرولوجي: وهو العلم الذي يهتم بدراسة المياه السطحية والمجاري المائية والبحيرات والمياه الباطنية ذات العمق القليل.

٢- علم البحار والمحيطات: وهو العلم الذي يهتم بدراسة المياه وخصائصها في البحار والمحيطات.

٣- هيدروجيولوجي: وهو العلم الذي يهتم بدراسة المياه الجوفية والاعماق الكبيرة عن سطح الأرض.

4- هيدروميترلوجي: وهو علم ملازم لعلم الأرصاد الجوية أذ أنه يهتم بدراسة المياه في الغلاف الجوي.

5- جغرافية الموارد المائية :هي تسلط الضوء على دراسة المياه كعنصر طبيعي من حيث توزيعها وتباينها مكانياً وزمانياً ومدى أثر هذا العنصر على النشاطات البشرية.

## اهمية الموارد المائية :

يشكل الماء أهميه اقتصادية كمادة طبيعية ومورد أساسٍ يلعب دوراً فائق الحساسية والخطورة ويطبع بصماته البارزة في مختلف مظاهر الحياة على الكوكب الارضي ويشكل أهم عناصر البيئة، إذ يعتبر العامل الأساس الذي ترتكز علية حياة الانسان وجميع نشاطاته الاقتصادية والاجتماعية في ميدان الزراعة والصناعة والخدمات وعلية نشأت الحضارات الانسانية منذ نشوء البشرية أنا وجدت.وينبغي توفره بمقدار كافٍ وبنوعية مقبولة للإنسان لكي يعيش انساناً أعزه الله وأكرمه على سائر مخلوقاته. ولقد ذكر الله سبحانه وتعالى في كتابه العزيز اهمية الماء لجميع مخلوقاته وكرر ذكره عشرات المرات ومن يتمعن فيها يجد أن لا حياة للإنسان وغذائه بدون الماء يتميز الماء عن غيره من الموارد الطبيعية بثبات كميته في الكرة الارضية وتجدده باستمرار خلال مدة محدودة من الزمن بفضل الدورة الهيدرولوجية.

وقد ساد الاعتقاد حتى مطلع القرن الماضي بأن الموارد المائية هي موارد طبيعية غير محدودة وغير قابلة للاستنزاف ويمكن استخدامها دون ضوابط تشريعية أو علمية. وبالتالي احتلت المياه دوراً هامشياً في حسابات عمليات التنمية إلا ان النمو السكاني وتعاظم استهلاك الموارد المائية من قبل قطاعات الاقتصاد القومي المختلفة التي شهدت تطوراً كبيراً وسريعاً في النصف الثاني من القرن الحالي وظهور ازمات مائية جدية في مناطق مختلفة من العالم قاد الى تغيير بارز في المفاهيم المرتبطة بالموارد المائية، فنشرت تصورات جديدة ما برحت ان تحولت تدريجياً الى قناعات ثابتة مفادها أن الموارد المائية هي موارد محدودة وقابلة للاستنزاف وإنها من أهم العوامل المؤثرة في النمو الاقتصادي والاجتماعي.

لقد لمست جميع الأمم اهمية الماء ونقصه في أماكن عديدة من هذا العالم ومنها ان اكثر من نصف سكان العالم الثالث يعانون النقص في المياه النقية الصالحة للشرب وثلاث أرباع هذا العالم لا تتوفر فيه وسائل وطرق ري وصرف حديثة.

وإن موجات الجفاف وقلة المياه والغذاء والكساء كانت المسبب في موت الانسان وحيواناته وانها تهدد هذه المنطقة أو تلك بين وقت وآخر وتشير وتائر التزايد السكاني والنمو الاقتصادي الى احتمال تعميم الأزمات المائية على الصعيد الدولي والمحلي إذ أن أبعاد مشكلة الماء وحجمها وآثارها سوف تزداد مستقبلاً مع تزايد حجم الطلب على الماء وهذا يتطلب أن يتوفر تفهم واهتمام أكثر عمقاً لظروف توافر المياه.

أن النمو السكاني المعاصر وارتفاع وتيرة التنمية الاجتماعية والاقتصادية في القرن الواحد والعشرين في جميع أرجاء العالم قد أدى الى تغيرات أساسية وجوهرية من حيث كمية ونوعية المياه في الأحواض المائية، ففي العديد من الأقطار وخاصة تلك الواقعة في مناطق شديدة الجفاف أدى الى تنامي الطلب الى استنزاف الخزانات المائية والجوفية. كما أن تجاوز الطلب على الماء للإمكانات المتاحة في الجزء الأعظم من دول العالم الثالث وطرح كميات متزايدة من الملوثات تتعدى قدرة استيعاب البيئة، أدى الى انتشار التلوث وظهور بوادر العجز المائي وطغيان المياه المالحة وتدهور نوعية المياه، وإن ظهور او تفاقم واحد أو أكثر من هذه الآثار السلبية والخطيرة في الحوض المائي يتوقف على عوامل عدة قسم منها يتعلق بحالة التوازن في معادلة السكان والموارد المائية، أو ما بين التلوث والتدابير المتخذة لمكافحته، والبعض الآخر يرتبط بتحسين إدارة الموارد المائية المتاحة والإجراءات المنطقية للحد من هدر ورفع كفاءة استخدام المياه. وغنية عن البيان إن تحسين سبل الإدارة المائية وترشيد استخدامات المياه وتطبيق إجراءات فعالة حماية موارد المياه من التلوث ينبغي أن يرتكز على معرفة واسعه لموارد المائية السطحية والجوفية لتوزيعها المكاني ونوعيتها ووسائل استثمارها وتنميتها.

وقد توصلت المنظمات الدولية المتخصصة في مجال المياه الى ان الماء وليس الطاقة هي مشكلة القرن الحادي والعشرين وقد عزز هذا الرأي عدة مؤتمرات وكان أبرزها مؤتمر (دبلن) ١٩٩٢ ومؤتمر (ريودي جانيرو) 1994 إذ أكدت بأن صحة الانسان ورفاهيته وتقدمه الصناعي والتكنلوجي معرضة للخطر مالم يتم وضع سبل متقنة لإدارة الموارد المائية.

## أهم المعالجات الجوهرية لجغرافية الموارد المائية :

تعالج جغرافية الموارد المائية عدة أمور أساسيه التي بدورها تتفرع الى موضوعات ثانوية أخرى لذلك تم بيان الموضوعات الرئيسية وعلى النحو التالي:

ا- معرفة التوازن المائي من خلال بيان كميات المياه وتوزيعها فضلاً عن ذكر أهم عناصر الدورة الهيدرولوجية كالأمطار والتبخر والرطوبة والجريان السطحي للمياه والاحواض والخزانات الجوفية.
٢- تحديد كمية المياه الجارية (التصريف المائي) في الأحواض و الوديان المائية في مختلف الأوقات والاماكن.
٣-التأكد على المراقبة المستمرة لذروات التصريف المائي (الفيضانات) فضلا عن تحديد أوقات الشحة المائية وذلك لأهمية في تحديد العجز والفائض زمانا ومكانا لوضع الحلول المناسبة لتلا في تلك المشاكل.
4- دراسة الخصائص النوعية للمياه ومراقبتها الدورية ان كانت سطحية او جوفية لأثرها البالغ على الانسان.
5- العمل الجيومورفولوجي للمياه من خلال عمليات التجوية والنقل والارساب.
6- دور الانسان وتقدمه التكنلوجي في التأثير على نوعية المياه وكميتها.
٧- مدى الاستفادة من استثمار الانسان للمياه في مجالات حياته.

## كمية المياه في الطبيعة :

تقدر مساحة الكرة الأرضية بحدود (510) مليون كم2 منها (٣٦١) مليون كم2 هي بحار ومحيطات أما المساحة البالغة (149) مليون كم2 هي مساحة القارات وما عليها من موارد مائية وثلوج أي أن النسبة (٧١%) تقريباً هي مياه والنسبة المتبقية (٢٩%) هي مساحة اليابسة غير انها ايضاً تحتوي على مياه الأنهار والثلوج. وبذلك فإن مجموع اجمالي المياه الموجودة تقدر بـ (١٤٠٠) اي مليار وأربعة مائة مليون كم$^2$ ومنها (٣٥) مليون كم$^2$ فقط هي مياه عذبة أي بنسبة (2,5%) فقط مياه عذبة والنسبة الكبيرة (97,5) من المخزون العالمي في مياه مالحة تتواجد في البحار والمحطات ومن ملاحظة الجدول رقم (1) وجد أن كمية المياه العذبة البالغة أكثر من (35) مليون كم$^3$ ليس بالإمكان استثمار غالبيتها إذ إن من نسبة (69%) منها هو غطاء جليدي يتواجد في المناطق القطبية.

جدول (1)

المياه العذبة الموجودة في الكرة الأرضية

| نوع المياه وحالتها | كمية المياه (كم$^3$) | النسبة المئوية (%) |
|---|---|---|
| جليد دائم | 24064100 | 68,7 |
| مياه جوفية متجددة | 300,000 | 0,86 |
| مياه جوفية | 1053000 | 30,1 |
| أنهار | 2120 | 0,006 |
| بحيرات | 91000 | 0,26 |

| | | |
|---|---|---|
| الغلاف الجوي | 12900 | 0,04 |
| المجموع | 35000120 | 99,9 |

كما توجد دراسة أخرى لمنظمة الفاو (fao) حول كمية المياه الموجودة على سطح المعمورة والتي تصل إلى (1500) مليون كم$^3$ منها (95%) مياه مالحة و (٥%) مياه عذبة، كما أن هذه المياه العذبة الجزء الأكبر عبارة عن ثلوج وأن (1%) فقط مياه عذبة سائلة.

مما تقدم يتضح أن غالبية الموجودة على الكرة الارضية هي مياه مالحه غير صالحة للاستعمال البشري فضلاً عن النسبة المتبقية هي قابلة للتلوث والتملح في ظل النمو السكاني المضطرد والتقدم العلمي والتكلنوجي الذي صاحبه زيادة في الطلب على المياه وزيادة في تواجد المعوقات والملوثات البيئية كما ولابد من الإشارة الى أن المياه الموجودة تكون على ثلاث حالات هي حالات صلبة وسائلة فضلاً عن تواجده بشكل بخار.

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة الثانية والثالثة باللغة العربية : الدورة المائية في الطبيعة (الدورة الهيدرولوجية)**

**اسم المحاضرة الثانية والثالثة باللغة الانكليزية : The water cycle in nature (hydrological cycle)**

## الدورة المائية في الطبيعة (الدورة الهيدرولوجية)

تعرف الدورة الهيدرولوجية بأنها المراحل التي تحدد في المياه العذبة من خلال ما يحدث لها من تحولات في الشكل و النوع والكم او هي سلسلة من الحوادث التي تصف ان تكون الماء العذب من سلسلة غير منتهية ما بين المحيطات والغلاف الجوي للأرض.

ليس لدورة الماء نقطة انطلاق، ولكن المحيطات تُعد أفضل مكان لها لتنطلق منها. إن الشمس التي تعتبر المحرك الأساسي لدورة الماء تقوم بتسخين المياه في المحيطات التي تتبخر (تتحول) إلى بخار ماء داخل الجو. وتقوم التيارات الهوائية المتصاعدة بأخذ بخار الماء إلى أعلى داخل الغلاف الجوي، حيث درجات الحرارة الباردة التي تتسبب في تكثيف بخار الماء، وتحويله إلى سحاب. تقوم التيارات الهوائية بتحريك السحب حول الكرة الأرضية، وتصطدم ذرات السحاب وتنمو وتسقط من السماء كأمطار، ويسقط بعض من هذه الأمطار كجليد، ويمكن أن يتراكم كأنهار جليدية. وفي ظل الظروف المناخية الحارة يتعرض الجليد إلى الذوبان، خصوصاً عندما يحل فصل الربيع، وتتدفق المياه المذابة على سطح الأرض، وتجري كمياه أمطار. جليدية مذابة. وتسقط أغلب مياه الأمطار داخل المحيطات، أو على سطح الأرض حيث تسيل على سطح الأرض كمياه أمطار جارية نتيجة للجاذبية الأرضية. يدخل جزء من مياه الأمطار الجارية إلى مجاري الأنهار ويتحرك نحو المحيطات. وتسيل مياه الأمطار السطحية والمياه الجوفية لتشكل مياهاً عذبة في البحيرات والأنهار. ومع أن مياه الأمطار لا تذهب كلها إلى الأنهار إلا أن الكثير منها يتسرب إلى داخل الأرض كارتشاح. يبقى جزء من هذه المياه قريباً من سطح الأرض، ويمكن أن يسيل مرة أخرى إلى داخل مجاميع المياه السطحية (والمحيطات) لتشكل مياهاً جوفية. وتجد بعض من المياه الجوفية فتحات على سطح الأرض حيث تخرج منها كينابيع من المياه العذبة. وتقوم الجذور النباتية بامتصاص المياه الضحلة، ثم ترتشح من خلال أسطح الأوراق النباتية، لتعود مرة أخرى إلى الغلاف الجوي. تتسرب بعض من هذه المياه إلى داخل الأرض، وتتعمق داخلها لتتزود بها الطبقات الصخرية المائية (صخور سطحية مشبعة)، التي تقوم بتخزين كميات هائلة من المياه العذبة لفترات طويلة من الزمن. ومع ذلك تظل المياه متحركة على مدى الزمن، ويعود بعض منها مرة أخرى إلى المحيطات حيث تبدأ وتنتهي دورة الماء.

ان التبخر من المسطحات المائية لاسيما البحار والمحيطات فضلا عن الانهار والبحيرات كما ان هذا التبخر/ النتح ايضا يخرج من الترب والنبات ثم يتجمع البخار المتصاعد على شكل

غيوم في أعالي الجو وعند تعرض الغيوم لتيارات الرياح ذات الحرارة المنخفضة نسبيا تطلق ما تحمله من الرطوبة الزائدة عن حد الاشباع عن شكل تساقط ان كان مطرا ام جليدا ام حبيبات ثلجية تبعا لمقدار الانخفاض في درجات الحرارة.

وبذلك وبعد تعرض المسطحات المائية او النبات او التراب لأشعة الشمس يحدث التسخين لها فتتكون المياه تدريجية من الصورة السائلة الى الغازية على شكل بخار ماء على شكل واحد وعندما يرتفع هذا البخار الى طبقات الجو العليا يتكاثف فيسقط جزء منهم على المحيطات والبحار مباشره أما الجزء المتبقي فيسقط على اليابسة ويصبح العامل الحاسم الدورة الهيدرولوجية بعد تفاعله مع الغلاف الصخري والحيوي من الجريان السطحي والجوفي والذي ما يلبث ان يعود مره أخرى الى البحار والمحيطات نظرا لكونها تمثل المستوى المنخفض من الارض الذي تنساب اليه المياه المتبخرة الكثير من المياه الجارية من الجداول والانهار والبحيرات من السطوح المكشوفة عائداً الى الجو كم يستهلك قسم كبير من المياه من قبل الحيوان والنبات حيث يعود ثانية الى الجو عن طريق النتح والجزء المتبقي من المياه يجري الى المحيطات والبحار ثم يتبخر مجدداً بفعل الطاقة الشمسية وهكذا تستمر هذه الدورة المائية في الطبيعة لكونه المياه العذبة على الكره الارضية.

وبذلك يمكن الإشارة الى أن الماء يتواجد في عدة اماكن على انماط مختلفة على سطح الارض و داخلها وفي الغلاف الجوي وتحوله من نمط الى اخر و انتقاله من موقع يكون الدورة العامة للماء نستنتج من كل ذلك ان الاوجه الرئيسية للدورة المائية العامة هي:-

1- التبخر/ النتح.

2- التساقط بكل أنواعه وصوره (ثلوج, أمطار, بَرد, رذاذ).

3- الجريان.

شكل (1) يوضح الدورة الهيدرولوجية

## الموازنة المائية

تعد دراسة الموازنة المائية من الدراسات الحديثة والبالغة للأهمية لارتباطها المباشر بالعناصر المناخية في اي منطقه فمعرفة مقدار كمية التساقط والتبخر/ النتح يقود الى بيان كمية الفائض المائي والعجز المائي فالموازنة المائية تعطي المقدار الكمي لما يتوفر من المياه فضلاً عن معرفة حاجات النباتات للمياه وهذا يساعد على التقليل من التغاير السنوي الكبير في كميات المياه لاسيما في المناطق الجافه وشبه الجافه التي تعتمد على الامطار وبما ان الموازنة المائية تعتمد على أكثر من عنصر مناخي لتحديدها في منطقةٍ ما إن كانت منطقه زراعية وصناعية بل حتى السكنية فأنها تفيد في إمكانية الاستغلال الاقتصادي الناجح مما يساعد في إيجاد وضع الإدارة المثلى للمياه من خلال معرفة كمية المياه السطحية والجوفية ورطوبة التربة ومدى تأثيرها بالتبخر/ النتح ويمكن تعريف الموازنة المائية بعدة تعاريف كلها تصب في مجرى واحد أهمها:-

1- توازن ديناميكي ما بين كمية الامطار الساقطة وكمية المياه المتبخرة.

2- او انها العلاقة بين كمية التساقط في مناطق احواض الانهار و مختلف أشكال التحول والتوزيع التي تسلكها المياه من جريان وتبخر واستهلاك مائي وتسرب وتشبع بغية الوصول الى التوزيع المكاني والزماني للعجز والفائض المائي.

من خلال ما تقدم فإن عملية الموازنة تستند اساساً على معرفة كمية الفاقد من التربة الرطبة والنبات والمسطحات المائية (التبخر/ النتح) ومن ثم مقدار العجز المائي او الفائض المائي فعندما تكون كمية الامطار الساقطة أكثر من كمية التبخر/ النتح فإن ذلك يعني وجود فائض مائي (+) وخلافه وجود عجز مائي (-) ويستخرج ذلك من المعادلة الآتية:

الموازنة المائية= التساقط (ملم) – التبخر/ النتح.

او الموازنة المائية= التساقط (ملم) – (التبخر+التسرب).

لقد دلت النتائج المتحصلة من الموازنة المائية في العالم على إن حجم المياه المتجددة سنوياً على سطح الارض وهو بحدود 47,000 كم$^3$, تزيد فيها نسبة تجدد المياه السطحية بكثير على المتجدد من المياه الجوفية والذي يصل الى (44,700) كم$^3$.

ويظهر الجدول التالي حالة الموازنة المائية في العالم

| المكان (المنطقة) | المساحة كم$^2$ | الهطول كم$^2$ | التبخر كم$^2$ | الجريان السطحي كم$^2$ | الجريان الجوفي كم$^2$ | المجموع كم$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1- كوكب الأرض | 510000000 | 577000 | 577000 | ـــــ | ـــــ | ـــــ |
| 2- المحيطات | 361000000 | 458000 | 505000 | ـــــ | ـــــ | ـــــ |
| 3- الأحواض ذات الصرف الخارجي | 119000000 | 110000 | 63000 | 44700 | 2200 | 47000 |
| 4- الأحواض ذات الصرف الداخلي | 30000000 | 9000 | 9000 | ـــــ | ـــــ | ـــــ |
| 5- مساحة القارات | 149000000 | 119000 | 72000 | 44700 | 2200 | 47000 |

س/ ما هو التحاليل العلمي لهذا الجدول من خلال:

١- توضيح المصطلحات أعلاه من الفقرة (1-5).

٢- معرفة الفائض والعجز لها ولماذا؟

إن توزيع الموارد المائية مكانياً في الكره الارضية غير متوازن ويختلف ليس فقط بالموقع وإنما ايضاً من حيث الوقت الذي تتجدد فيه هذه الكمية التي ينتج عنها ذروة في معدلات الجريان المائي السطحي, ففي جنوب شرق آسيا تصل القيمة الى 4000 ملم/ سنه تنخفض في جنوب غرب آسيا وأواسطها الى 2ملم/ سنه تقريباً وأكثر المناطق جفافاً هي قارة استراليا وشمال افريقيا (الصحراء الكبرى).

## بعض المصطلحات التي تخص موضوع الموازنة المائية في العالم

1- حجم الجريان السطحي: هو كمية المياه التي تجري على سطح الارض من أصل كمية المياه الساقطة المطرية مضافاً اليها قسم من المياه الجوفية التي تغذي الأنهار وهي مقدره من خلال تحليل منحنى التصريف المائي.

2- الجريان الجوفي الى الأنهار: هي نسبة المياه الجوفية من حجم الجريان السطحي والمغذية للأنهار.

3- الجريان الجوفي لتغذية الأنهار: هي كمية المياه الجوفية التي تغذي الأنهار من حجم الجريان السطحي وتكون على شكل ينابيع او رشح مائي وان تقديرات التوازن المائي في العالم تأخذ بعين الاعتبار ضرورة تقسيم الأحواض والأقاليم الهيدرولوجية في العالم الى فئتين:

1- مناطق ذات نظام صرف خارجي external runoff areas تحتل 8% من اليابسة ويتساقط عليها 93% من مجموع هطول القارات.

2- مناطق ذات النظام صرف داخلي internal runoff areas ينتهي بها الجريان السطحي في الداخل وتكون أحواضاً مغلقه ولا تصل مياهها الى المحيطات وهذه المناطق هي بالدرجة الاولى المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية من العالم وتشمل بالنسبة للعالم العربي الصحراء الكبرى والصحراء الليبية والصحراء النوبية وصحاري الجزيرة العربية وتتميز هذه

المناطق بمناخ جاف بسبب بعدها عن مصادر الرطوبة (المحيطية) ووجود السلاسل الجبلية المتاخمة لها ولأسباب أخرى تتعلق بالحركة العامة للتيارات الهوائية ولقد قدرت كميات الجريان في المناطق الجافه المتميزة بنظام صرف داخلي او مغلق بمقدار 1013,5 كم$^2$/ سنه (أي يعادل 33 ملم/ سنه).

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة الرابعة والخامسة باللغة العربية : التساقط**

**اسم المحاضرة الرابعة والخامسة باللغة الانكليزية : precipitation**

## التساقط

التساقط المرحلة الثانية والمهمة للدورة الهيدرولوجية وهو يمثل المصدر الرئيسي لكافة المياه السطحية والجوفية الموجودة في الكره الارضية باستثناء المياه الجيولوجية (الاحفورية).

وذلك وعلى الرغم من إن التساقط هو صُلب موضوع المترولوجين والمناخين إلا إنه يمثل أساس الدراسات الهيدرولوجية والمائية باعتباره المصدر الوحيد للمياه المتجددة على الكره الأرضية لذلك يمكن تعريفه على إنه مصدر جميع المياه العذبة الموجودة على سطح الارض وبمختلف صوره وأشكاله سواء كانت بحالته الصلبة او السائلة او بخار الماء وهو بذلك يشمل التساقط الثلجي والمطري وأنواع الندى والصقيع والبرد كما ويمكن تعريف التساقط المباشر (الثلجي والمطري) على إنه كمية المياه الساقطة على مساحه معينة مقاسه بالمليلتر في زمن معين.

وأهم الشروط اللازمة لتساقط الأمطار هي:

1- تواجد نسبه عالية من الرطوبة في الجو.

2- انخفاض درجات الحرارة للهواء فكلما انخفضت درجات الحرارة قلة قدرة الهواء على حمل بخار الماء مما يؤدي الى تحوله الى سائل وإذا انخفضت أكثر تكون ثلوج. ويعرف هذا العامل بتحرك الكتل الهوائية أثناء الارتفاع والانخفاض (التمدد الاديباتيكي).

3- وجود بعض النويات الغبارية والعضوية الناعمة والدخان وغيره يساعد على التكاثف باعتبارها النواة الأساسية التي تتجمع عليها ذرات الماء, إذ تتكاثف الغيوم وعند وصولها الى درجة الإشباع تتكون قطرات من الماء تتحد مع بعضها نتيجةً لاصطدامها مكونة قطرات كبيره لا يستطيع الهواء حملها فتهبط على شكل قطرات مائية على سطح الارض.

يتصف التساقط بالتباين المكاني والزماني وتعد دراسة هذا التباين إحدى اهتمامات المختصين بالموارد المائية لأنها تعود الى معرفة أوقات التساقط وكميتها وأسباب هذا التباين من بين منطقة وأخرى وكيف يتم معالجة هذا الاختلاف وبما إن تساقط الثلوج والأمطار أهم صور التساقط التي تؤثر بشكل مباشر على جريان الأنهار وتواجد المياه العذبة فقد تم التركيز على تحليلها وبشكل أدق.

## الثلج ودوره في الدورة العامة للغلاف المائي

لا يمثل الثلج خارج نطاق الدائرة القطبية، والعروض العليا نسبة مهمة من التساقط، ففي الولايات المتحدة يشكل التساقط الثلجي 13% من مجموع التساقط الكلي. ويركز علماء الهيدرولوجيا على الفترة التي تسقط فيها الثلوج when أكثر من تركيزهم على مكان تساقط where لأنه في النهاية قد يذوب، كما يركزوا على معدل تسارع الذوبان. وذلك للأهمية الكبرى في مجال تقدير التصريف المائي للأودية الرئيسية والأنهار.

## توزيع الثلوج Distribution of snow:

تميل الثلوج للتوزع بنمط يتفق مع نظام التضاريس في المناطق التي يكثر تساقطه فيها لكون المرتفعات توفر الظروف المناخية الملائمة لتساقطه وبقائه لفترة ما دون ذوبان اذ يلزم هبوط درجة حرارة الهواء المحمل بقطرات الماء الى ما دون الصفر، وبقاء الهواء الملامس للثلج بعد سقوطه دون الصفر أيضا. لذلك فان تساقط الثلج وبقائه يتأثر بفصول السنة وبارتفاع التضاريس، ويتفاوت منسوب بقاء الثلج دون ذوبان من مكان إلى آخر وفق خطوط العرض، كما أنه يتفاوت من فصل الى آخر في الموقع الواحد.

## كمية الثلوج الساقطة Amount of snowfall:

من الصعب قياس كمية الثلوج المتساقطة مقارنة بكيفية قياس كمية الأمطار الساقطة، كما انه من الصعب ترجمة كمية التساقط الثلجي الى كميات مطرية، ونظرا لعدم تجانس عمق الثلج وكثافته فان من الصعوبة بمكان تقدير حجمه رغم أهمية هذا الأمر بالنسبة لعلماء الهيدرولوجيا.

وتُستَخدَم مسطرة مُدَرَّجة لتقدير عمق الثلوج في عدة مواضع لإعطاء المتوسط العام لسمكه في منطقة ما، وتستخدم قوائم مثبتة بشكل دائم ذات تدرج واضح في المناطق التي تتعرض لتساقط الثلوج بشكل دائم بحيث يستدل منها على سمك الثلوج.

ولكن الأمر المهم بالنسبة للمختصين في مجال الهيدرولوجيا ليس سمك الثلوج بقدر ما ينتج عنه من مياه، وللحصول على هذا الأمر فان الراصد يقوم بإدخال أنبوب معدني داخل الثلج ومن مواقع مختلفة، ويقوم بعد ذلك بإذابته وحساب حجم الماء الناجم من حجم محدد، ثم يتم تحويل هذه الكمية الى ما يعادلها من تساقط مطري، ومن ثم يمكن تقدير حجم المياه التي يمكن الحصول عليها بواسطة التسرب والجريان السطحي بفعل الذوبان. وقد دلت الدراسات على أن

النسبة بين سمك الثلج وسمك الماء تساوي 12: 1، أن ثلجاً بسمك 12سم (120ملم) يمكن أن يساوي اسم (10ملم) من الأمطار، وينطبق هذا على الثلوج الحديثة التساقط فقط.

وتحرص بعض الدول على قياس كمية الثلوج المتساقط في المناطق النائية، وتحويل كميته مباشرة إلى ما يعادلها من مياه، ويُستَخدَم لهذا الغرض أجهزة خاصة مزودة بحبيبات مشعة لأشعة جاما. مثال ذلك جهاز (Cobalt 60). ويعمل هذا الجهاز على مبدأ تغير نمط تلقيه لأشعة جاما الناجمة عن الحبيبات المشعة المدفونة في الأرض بجانبه. ويتصل هذا الجهاز بمحطات الرصد المركزية بواسطة جهاز ارسال خاص، يبث مباشرة مقدار تساقط الثلج بمقدار ما يعادل ذلك التساقط من ماء. كما يمكن قياس وزن الثلج مباشرة بواسطة صفائح متصلة بميزان يقيس مباشرة وزن الثلج المتراكم عليها، وبعد ذلك نقوم بتحويل هذا الوزن إلى ما يعادله من ماء وفق معادلات معروفه.

وتستخدم الأقمار الصناعية، التي تعتمد في مسحها على تقنيات خاصة يمكنها تحديد المساحة التي تغطيها الثلوج ضمن أحواض التصريف المائي، وقد تستخدم طائرات خاصة أيضا تقوم بالتقاط الصور الجوية لنفس الغرض.

## ذوبان الثلج Snowmelt:

من الأمور الهامة في مجال الهيدرولوجيا هو تحديد معدل ذوبان الثلوج. فعندما تذوب الثلوج ببطء فإن كمية المياه المتسربة إلى باطن الأرض تزداد وكلما زاد معدل ذوبانه يزيد معدل الجريان المائي. ويعتمد ذوبان الثلج على الموازنة الاشعاعية فوق المساحات المغطاة بالثلج، أي عندما تزيد الطاقة الممتصة عن الطاقة المفقودة. وتعد أشعة الشمس المصدر الرئيسي للطاقة فضلا عن الطاقة المستمدة من سطح الأرض وتكاثف بخار الماء والأمطار الساقطة، الا أن درجة حرارة الهواء هي العامل الحاسم في تحديد معدلات ذوبان الثلوج.

ويتأثر معدل ذوبان الثلوج بالمناخ الأصغري Micro Climate، ففي السطوح الجنوبية بنصف الكرة الشمالي يكون معدل الذوبان أقل منه في السفوح الشمالية. كما أن المناطق المحاذية للغابات يقل معدل الذوبان بصورة واضحة مقارنة بالمناطق الأبعد. وتمكث الثلوج فترة أطول فوق قمم المرتفعات من مكوثها في المناطق السهلية المنخفضة. كما تلعب الأمطار دوراً مهماً في تسارع ذوبان الثلوج وبخاصة في المناطق التي تغطيها الثلوج بسماكات متواضعة، اذ أن تساقط الأمطار فوق ثلوج سميكة لا يؤثر على معدل ذوبانه بصورة كبيرة.

## التساقط الثلجي:

يمثل صورتين من صور التكاثف إذ تتجمع ترسبات المياه وتتصلب نتيجةً لانخفاض الحرارة الى الصفر أو دونها ذلك ينتج عنه أحجام مختلفة تُعرَف بالكرات الثلجية لا تستطيع التيارات الهوائية جعلها تسقط على الكرة الأرضية.

يختلف الثلج عن بقية أنواع التساقط بأنه من الممكن أن يتجمع على سطح الارض لفترة من الزمن قبل أن يبدأ بالذوبان ويجري الى الجداول والأنهار او يتبخر جزء منه بعد الذوبان ويجري الى الجداول والأنهار او يتبخر جزء منه بعد الذوبان ويعود الجو.

يشكل الثلج المتبقي على سطح الأرض خزاناً وقتياً أكبر من أي خزان أُنشي من قِبَل الإنسان لخزن المياه فعلى سبيل المثال أن سقوط متر من الثلج على مساحة الف كيلو متر مربع يخزن مائة متر مكعب من الماء (بافتراض أن كل متر من الثلج ينتج عند ذوبانه عشرة سنتمترات من الماء).

إن زمن وسرعة ذوبان هذه الكميات الهائلة من الثلج وجريانها على شكل ماء هي من الأمور البالغة الأهمية بالنسبة للمهندسين المشتغلين بضبط الفيضانات وشؤون ملئ الخزانات والري وكافة الاستعمالات الأخرى للمياه. وقد نجم عن الاعتبارات المُدرَجة أعلاه توسع كبير في شبكات المسوح الثلجية للحصول على المعلومات بسرعه وأمان.

وبما أن مواقع المسح تقع عادةً في أماكن نائية ويجب أن تؤخذ منها النماذج مرة في الشهر فقد تم صنع وتطوير وسائط نقل خاصة بإمكانها السير في الطرق الجبلية والموحلة والسير على الصخور والثلوج والجليد لنقل المسّاحين الى مناطق المسوح الثلجية بأمان وحيث إن التنبؤات يجب أن تتم بسرعة بعد إجراء المسوح الثلجية فقد طور فن تحليل نتائج امسوح باستعمال آلات حاسبة ذات سرعة فائقة.

## سبل مسح الثلوج ومعدات المسح Snow Courses & -Surveying Equipment

تنتخب سُبل مسح الثلوج المُمثلة للمنطقة عادةً في المروج الجبلية حيث يكون الغطاء الثلجي أقل تأثراً بالريح المحركة ويتكون السبيل الثلجي في العادة من عشرة إلى خمسة عشر نقطة ملاحظة تبتعد الواحدة منها عن الأخرى بمقدار (15) الى (20) متر كما يمكن انتخاب نقطة رئيسية في كل محطة مسح تتفرع منها السيل الثلجية بزوايا مختلفة حسب اتجاه الرياح العائدة

وطوبوغرافية الأرض. وتتحدد كل نقطة ملاحظة موقعها بتثبيت عمود مدور مصبوغ بألوان برّاقة كاللونين الأسود والأزرق ومقسم الى أمتار وسنتيمترات. ويتم عند إجراء المسح الثلجي قياس عمق الثلج ومقدار الماء الذي يحتوي عليه في كل نقطة, وبذلك يأخذ نموذج ثلجي بواسطة انبوب من الألمنيوم خفيف الوزن خالي من الحزوز Seamiess وتجهز نهاية الانبوب بحافة منشارية دائرية قاطعة ليتسنى إدخالها في الطبقات الثلجية الصلبة التي تغطي سطح الأرض وتتم زيادة طول الانبوب بإضافة مقاطع طول كل منها متر عند الحاجة الى ذلك.

ويدخل الأنبوب بقوة في الطبقة الحاجبة إلى كامل عمقها باستخدام عتله دواره مناسبة تشكل في النهاية العليا للأنبوب ويُحسَب الأنبوب بعد ذلك وبداخله النموذج الثلجي وتكون في نهاية الأنبوب آثار من الطين للتأكد من الوصول إلى نهاية عمق الطبقة الجليدية.

ويُوزَن الأنبوب والنموذج في ميزان ملائم (انظر المخطط 6) وتُستَعمَل في الوقت الحاضر موازين مُعَيَّره Calibrated Gauges تُعطي المكافئ المائي الثلجي مباشرةً ولإيجاد الكثافة يتم الرجوع الى نمو غرافات العلاقة بين العمق والمكافئ المائي والكثافة.

تُستَخرَج بعد ذلك علاقة متبادلة بين المعلومات المتجمعة وواحد او أكثر من التغيرات التالية للتنبؤ بالتصرف الكلي (حجم الماء الكلي الناجم عن ذوبان الكتلة الجليدية) وتشمل التغيرات المُشار اليها أعلاه تصريف النهر بتاريخ التنبؤ والتصرف السابق لتاريخ وكمية الرطوبة التي يحتويها غطاء التربة ودرجات الحرارة الامطار.

ويمكن أن يُقاس الثلج ايضاً من خلال الأجهزة المُستَخدَمة لقياس الأمطار والتي تتكون من اناء معلوم الوزن والقياس فضلاً عن الأجهزة الأخرى المكشوفة التي يتم تجميع الثلوج فيها وإن الاختلاف عن قياس الأمطار يكون من خلال وضع بعض المواد لإذابة الثلوج مثل (كلوريد الكالسيوم) فضلاً عن رفع الجهاز عن سطح الأرض حتى لا يتجمع الثلج عليه ثم يغطيه بالكامل.

## الأمطار

تُعَد الأمطار مصدراً رئيسياً للمياه السطحية والجوفية لذلك يهتم بها المختصين بالمياه نظراً أهميتها في هذه التغذية وتختلف نسبة مساهمة الأمطار في حجم التغذية الجوفية والسطحية

مكانياً وزمانياً باختلاف التساقط المطري, إذ يندر أن يتساوى التساقط بموقع معين وبنفس الوقت خلال السنوات المختلفة، فالأمطار التي سقطت على العراق في نهاية شهر كانون الثاني من هذا العام لا يمكن أن تسقط بنفس الموعد في العام القادم وهكذا.

ويُقصَد بالمطر هو ما ينزل من قواعد الغيوم إلى الأرض بشكل قطرات مائية صغيرة يتراوح قطرها ما بين (0,5-6) ملم وأية قطرات أكبر من هذا الحجم تنقسم إلى قطرات أصغر خلال سقوطها من قواعد الغيوم.

إن اختلاف كمية سقوط الأمطار مكانياً وزمانياً يرجع إلى عدة أسباب منها ما يتعلق بالعوامل الجغرافية كالموقع الجغرافي وقربه من المسطحات المائية الواسعة (البحار والمحيطات) ونمط مسار الكتل الهوائية والتضاريس، وبعضها يعتمد على عوامل متغيرة كسرعة الرياح ونوبات التكاثف والمحتوى الرطوبي وفترة بقاء السحب في الجو.

ويمكن تقسيم المناطق حسب كميات الهطول عليها سنوياً إلى:

1- المناطق غزيرة الأمطار: وهي المناطق التي تزيد فيها كمية الأمطار الساقطة (الهطول) سنوياً عن (٧٠٠) ملم لتصل إلى أكثر من (١٥٠٠)ملم.

2- المناطق متوسطة الأمطار: وهي المناطق التي تتراوح كمية سقوط الأمطار السنوية فيها من بين(400-٧٠٠) ملم.

3- المناطق قليلة الأمطار: وهي المناطق التي يقل فيها تساقط الأمطار عن (400) ملم.

وتدل المعلومات على ان التساقط في مختلف مناطق العالم يأخذ النمط الفصلي بحيث ينتظم هذا التساقط فصلياً يمكن التعرف بوقت بدايته ونهايته على الرغم من الاختلاف في بداية هذا التساقط وكميته، ويستثنى من ذلك المناطق الاستوائية التي تتميز بسقوط الأمطار طيلة أيام السنة.

وفي دراستنا للأمطار من منظور مائي سوف نركز على طرق تمثيلها البياني والتحليل الإحصائي لحساب كمياتها، على افتراض أن قياس كميات المطر هي من صُلب اختصاص المناخيين والمترولوجيين ويأخذ هذا التحليل ما يأتي:

## طرق حساب كمية الأمطار (الأمطار المساحية):

إن استخدام الطرق الحسابية لتحديد كمية الأمطار المساحية مهمه جداً في الدراسات الهيدرولوجية لأنها تعطي الموازنة المائية الحقيقية الموجود من خلال معرفة عمق الماء الموجود من الأمطار وتحديد كمية الضائعات المائية ومن تحديد كمية الجريان السطحي في الإقليم ويُحسَب المعدل السنوي للأمطار اعتماداً على القياسات المأخوذة من محطات الرصد المناخي الموجود في المنطقة أو المناطق المجاورة وفي حالة اتساع مساحة المنطقة او الأقليم المراد دراستها مع قلة المحطات المناخية المستخدَمة للرصد, وتستعمل طرقاً مختلفة لحساب الأمطار وهي كالآتي:-

### 1- الطريقة الحسابية Arithmetic mean

تعد هذه الطريقة أسهل التي يمكن تطبيقها والتي تستعمل في الأقاليم او المناطق المستوية التي تتراوح مساحتها بين (١-500) كم$^2$ يتم تطبيقها على محطة مناخية أو عدة محطات إن كانت هذه المحطات على المستوى المحلي او الاقليمي بحيث تتوزع هذه المحطات بشكل تظهر التباين في كميات الأمطار الساقطة على الإقليم المراد دراسته.

فاذا كانت المساحة صغيرة وتتوفر فيها محطة واحدة فيؤخَذ معدل الأمطار السنوي المساحي ثم يُضرَب في مساحة المنطقة الكلية، أما إذا كانت المنطقة واسعة متباينة من حيث خصائصها الجغرافية فيؤخَذ المعدل السنوي من المحطات المناخية الموجودة وذلك حسب المعادلة الآتية:

معدل الهطول(الأمطار) $\frac{P3+P2+P1 \ldots \text{الخ}}{\text{عددها } (n)}$

حيث إن:

(n)= عدد المحطات.

(P3+P2+P1)= معدل الأمطار السنوية لكل محطة (ملم).

الأمطار المساحية= عمق الماء (م) × المساحة (ملم)

عمق الماء= الأمطار (ملم)÷1000=م

## 2- طريقة المضلع Thissen network

تعطي هذه الطريقة نتائج جيدة في المناطق الجبلية التي تتراوح مساحتها بين (500-5000)كم$^2$ لذلك فهي تربط ما بين كمية الأمطار الساقطة والمساحة التي تسقط عليها هذه الكمية وذلك من خلال تجزئة المساحة الكلية الى مساحات أصغر وتتلخص طريقة المضلعات بإسقاط مواقع المحطات المناخية على خريطة المنطقة الدراسية ثم رسم خطوط مستقيمة تربط ما بين تلك المحطات بحيث تكون شبكة من الملفات وتقام أعمدة على منتصف كل ضلع.

## التبخر (Evaporation)

يعد التبخر أحد العناصر المناخية التي لها دور بارز في الدراسات الهيدرولوجية او التوازن المائي باعتبارها عنصر مُكَمِّل لعملية التساقط والجريان السطحي في المياه الجوفية كما إن تأثير هذا العنصر يبرز في المناطق الجافة وشبه الجافة من حيث أن ارتفاع مقادير التبخر مع قلة كمية الأمطار يؤدي الى ضياع المياه من السطوح المائية واليابسة على حد سواء فضلاً عن تأثيره على نوعية المياه ومدى صلاحيتها للاستعمال البشري لذلك فالتبخر والتساقط يعتبران من مظاهر التغير الطبيعي للمياه الذي بدوره له تأثير مباشر على الموازنة المائية وخصائصها في أي منطقة والمقصود بالتبخر/ النتح هو عملية تحويل الماء إلى بخار بحيث تنتقل جزيئات الماء من الأسطح المائية والتربة الرطبة والنبات الى الغلاف الجوي بفعل تأثرها بالطاقة الحرارية لأشعة الشمس.

وبالرغم من إمكانية قياس التبخر/ النتح بواسطة الأجهزة إلا إن قياسه من أصعب العناصر المناخية وذلك لطبيعته الحساسة وتأثره لغالبية العوامل المناخية المعروفة والتي تختلف من موضع لآخر، فضلاً عن ذلك هو اختلاط بخار الماء مع بعض الغازات الموجودة في الغلاف الجوي، كما إن التبخر/ النتح يتم من اليابسة والمسطحات المائية والكائنات الحية على حد سواء، لذا فمن الصعوبة قياسه من كل هذه المصادر ولو لمنطقة محددة.

يمكن قياس حجم التبخر بعدة أجهزة كجهاز بيشي وأحواض التبخر ومسجل التبخر وغيرها.

كما أن هنالك طرق وأساليب لتقدير وحساب كمية التبخر/ النتح فإنها متباينة لأسباب ترتبط بمدى توفر هذه الطرق والأساليب ولكل موقع أو محطة مناخية، فبعضها وصفية تأخذ بنظر الاعتبار العوامل المناخية، بينما البعض الآخر تطبيقيه تجري في الحقول والثالثة تجمع بين الطريقتين لتحديد المتطلبات المائية. والمتطلبات المائية في حجم الماء المستهلك بالتبخر/ النتح المحتمل من وحدة المساحة.

وبالرغم من تعدد الوسائل والطرائق لحساب الموازنة المائية المناخية إلا إنها تنطلق من مبدأ واحد وهو إنها تمثل توازناً ديناميكياً بين كميات مياه الأمطار أو مياه الري المضافة وبين ما تفقده التربة والنبات من مياه بطريقتي التبخر/ النتح.

إن عملية قياس المياه المتبخرة من أكثر الأمور التي تهتم بها الدراسات المناخية الهيدرولوجية الحديثة وذلك لما لها من أثر مباشر على كمية المياه اللازمة لاستعمالات الإنسان المختلفة، لذا فأن تحديد المفقودات المائية التبخر/ النتح من الأمور التي شغلت الكثير من الباحثين الميترولوجيين والفيزيائيين والهيدرولوجيين، كل هذا دفعهم إلى محاولة وضع عدداً من المعادلات الحسابية في هذا المضمار وترجع أقدم المحاولات لدراسة وتقدير التبخر من سطح التربة والنتح من النباتات الى ما قبل قرنين من الزمن إذ بدأت تلك الدراسات في امريكا واوربا حيث استعملت مصطلح (water Duty) أي تأثير أو فعل الماء، في أبحاث تركزت حول تأثير الماء على فسلجة المحاصيل وانتاجها بعدها بدأت تلك الدراسات بالتطور وأخذت بنظر الاعتبار جميع العوامل المؤثرة على القيم النهائية للتبخر/ النتح الكامن خاصةً العوامل المناخية كالإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وعدد ساعات السطوع الشمسي والرطوبة النسبية وديناميكية الهواء.

إن بعض هذه المعادلات نظرية حيث اعتمدت على متغيرات مناخية مترابطة منطقياً أما البعض الآخر فهي معادلات تجريبية اعتمدت على التجارب العلمية واشتقت من قياسات بسيطة لبعض المتغيرات المناخية الرئيسية ومع تقدم الزمن بدأت هذه الدراسات تتجه اتجاهاً جديداً يتم من خلالها تطبيق كل الطرق والمعادلات العالمية وهنالك عدة معادلات نذكر أهمها: معادلة ثورنثويت ومعادلة كوتاجن ومعادلة خوسلا ومعادلة ايفانوف ومعادلة ربلين كريدل ومعادلة نجيب خروفة.

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة السادسة باللغة العربية : العلاقة بين إنشاء السدود والنظام المائي للأنهار**

**اسم المحاضرة السادسة باللغة الانكليزية : The relationship between the construction of dams and the hydrological system of rivers**

## العلاقة بين إنشاء السدود والنظام المائي للأنهار

يهدف إنشاء السدود إلى السيطرة على المياه الجارية وتنظيم التصريف المائي للمجاري السفلى للأنهار خلف السد من خلال حجز المياه وتصريفها لاحقاً والذي يؤدي الى:-

1- السيطرة على الفيضانات، خفض مناسب ذروة الفيضان.

2- خزن المياه, تقليل التباين الفصلي في كمية المياه الجارية في النهر لتوفير التجهيزات المائية أو توليد الطاقة الكهربائية.

إن إدارة الخزانات وتنظيم السيطرة على حجم المياه يتطلب الموازنة بين هدفين متضادين إن توفير التجهيزات المائية يحتاج إلى المحافظة على الطاقة الاستيعابية القصوى للخزانات لتوفير أكبر كمية من المياه للإنسان وخاصةً في فصل الجفاف وتقليل التباين الفصلي.

بينما تتطلب السيطرة على الفيضانات خفض حجم المياه المخزونة إلى أدنى مستوى ليكون الخزان قادراً على استيعاب أكبر كمية مُحتَمَلة من المياه خلال ذروة الفيضان ولفترة قصيرة مؤقتة بخفض منسوب المياه الجارية حتى تنصرف موجات المياه العالية.

ويتسم تأثير النشاط البشري على النظام المائي للأنهار بثلاثة صفات:

أ- يتباين تأثير النشاط البشري من فصل لآخر فمثلاً تزداد مظاهر التوسع المدني ودور الإعاقة السطحية للسطوح المبلطة غير النفاذة في فصل الصيف دون فصل الشتاء في المناطق المعتدلة الرطبة. في فصل الصيف تسقط الأمطار الرعدية بغزاره وكثافه شديده ولفترات قصيره في المناطق المعتدلة الرطبة حيث تكون التربة جافة ويبدو واضحاً دور الغطاءات الكثيفة في إعاقة تسرب المياه وحركتها خلال التربة وتزداد سرعة المياه الجارية السطحية ودورها في رفع مناسيب المياه وحدوث الفيضانات في حين تكون الخزانات والسدود مملوءة بالماء من الشتاء لمجابهة حاجات الإنسان لفصل الصيف وتكون طاقتها على استيعاب مياه الفيضان محدودة.

أما في فصل الشتاء حيث تسقط الأمطار بغزارة خلال فتره طويله يرافقها ذوبان الثلوج أحياناً تكون التربة مشبعة بالماء ويضعف دور السطوح في الإعاقة الطبية أو دور التربة في تعديل النظام المائي حيث يزداد تأثير الغطاءات الفيضية السطحية في ارتفاع مناسيب المياه كما تكون الخزانات مُهيأة لاستيعاب الكميات الفائضة من المياه.

ب- العلاقة بين السدود والعمليات الجيومورفولوجية: يؤدي إنشاء السدود الى تغيير أنماط النحت والإرساب التي تقوم بها المياه الجارية إن أهم الآثار الجيومرفولوجية التي تنشأ عن بناء السدود (كيلو ١٩٨5) هي الإرساب أمام السد: حيث تنقل الأنهار كميات كبيرة من الرواسب وتلقيها في المحيطات ويقدر حجم الرواسب المنقولة ما بين 15000-٢٠٠٠٠ مليون طن سنوياً ويؤدي حصر المياه بعد إنشاء السد إلى تقليص حجم المياه الجارية خلف السد وخفض سرعتها وطاقتها على نقل الترسبات والتي تتجمع أمام السد، وتترتب الحبيبات الخشنة أولاً ثم الحبيبات الناعمة ثانياً وتتحدد كمية الرواسب وحجمها بعدة أمور أهمها:

١- انحدار مجرى النهر.

٢- حجم الحبيبات.

٣- حجم وشكل السد.

**التأثيرات البيئية المتوقعة لسد اليسو على حوض نهر دجلة داخل الاراضي العراقية ( نموذج عن تأثير السدود على النظام المائي )**

لقد اصبح من الثابت أن الموقع الجغرافي للسدود وكذلك النظام الطبيعي للأنهار يمكن أن يوفرا الأساس الذي من خلاله يمكن تخمين الآثار المترتبة للسدود على الانظمة البيئية خلف وأمام السد. ومع هذا يبقى التنبؤ بجميع هذه التأثيرات التي تتبع انشاء السد محدوداً ومقتصراً على تخمين نوع التغيرات وليس كمها. إلى جانب ذلك فإن عملية التنبؤ بالأضرار تصبح أكثر تشابكا وتعقيدا حين مرور الأنهار خلال مناطق مختلفة جيولوجيا ومناخيا، وكذلك عند انشاء مجموعة من السدود المتعاقبة على حوض نهر واحد الأمر الذي يخلق حالة من التأثيرات التراكمية على نوعية المياه. علما ان المعرفة المتوفرة في هذا الخصوص لا تكفي مطلقا لتوفير قواعد ثابتة لتوقعات دقيقة ومحددة. والأمور الواردة ادناه تمثل جانبا من التأثيرات المحتملة لسد اليسو التركي على حوض نهر دجلة في العراق:

1. قطع الإتصال بين اعالي النهر وأجزاءه السفلى، والذي يشكل عائقا امام هجرة الأسماك المعتادة على التكاثر في أعالي النهر. وعلى الرغم من أن كمية المياه الخارجة من السد عادة ما تكون كافية لحياة الأسماك غير المهاجرة، إلاّ أنها غير كافية لتمكين الأنواع المهاجرة من الانتقال.

2. حجز الرواسب والمغذيات في بحيرة السد من شأنه تقليل إنتشار الحياة الخضراء أمام السد والذي بدوره سيؤدي إلى إلى تغيير الأنظمة البيولوجية أمام السد نتيجة التغييرات الحاصلة في تجهيز المغذيات) ( nutrients والبيئة الكيميافيزياوية.

3. تحلل الغطاء النباتي المغمور في مياه البحيرة المتكونة حديثا خلف السد والذي يعمل على اطلاق المغذيات ومنها النتروجين والفسفور. وإذا أضيف إلى ذلك حالة ترسب المواد العالقة ووقف انتقال المواد العضوية والمغذيات عبر السد، فإن ذلك كله سيعمل على زيادة الانتاجية الاولية ( primary productivity) للبحيرة المتكونة حديثا وما يتبع ذلك من ترد لنوعية المياه لاحقا.

4. اختفاء انواع مختلفة من الكائنات الحية وظهور أنواع أخرى بشكل مكثف ومنها سرخس المياه الذي يؤدي انتشاره فوق سطح البحيرة الى منع وصول الضوء الى النباتات الاخرى، مانعا بذلك حصول عملية التركيب الضوئي وانطلاق الاوكسجين من خلالها الى مياه البحيرة، وكذلك اعاقة مزج المياه السطحية للبحيرة بتأثير الرياح. كل ذلك سيعزز حالة استنزاف الاوكسجين في طبقات المياه السفلى من البحيرة. وبالتالي فان المياه الخارجة من اسفل السد والمصرفة الى حوض دجلة في العراق ستعاني من نقص في الاوكسجين المذاب مع ما يتبع ذلك من تأثيرات سلبية كبيرة على النظام البيولوجى للنهر وثروته السمكية اضافة الى تدني قدرة النهر على التنقية الذاتية.

5. وعلى الرغم من ان مشكلة عجز الاوكسجين المذاب في طبقات المياه السفلى يمكن ان تخفف اثناء خروج المياه عبر التوربينات الا انه يعتقد بانها لن تكون كافية للتغلب على هذه المشكلة بالشكل المطلوب نظرا لمحدودية الفترة الزمنية التي تمر فيها المياه خلال التوربينات.

6. واضافة الى معاناتها من عجز في الاوكسجين المذاب فان المياه المنطلقة من بوابات السد السفلى عادة ما تحتوي على تراكيز مختلفة من هيدروكسيدات الحديد والمنغنيز، وكبريتيد الهيدروجين الناتج من عمليات التحلل اللاهوائي في الطبقات السفلى من البحيرة والذي من شأنه التسبب في تآكل المعادن والخرسانة التي تكون بتماس مع هذه المياه.

7. حصول تغييرات دراماتيكية في مجموعة النباتات flora ومجموعة الاحياء faunaفي المياه بعد الحصر والتي عادة ما تحتاج الى سنوات عديدة كي تستقر شرط عدم حدوث

أي تغييرات اخرى تتبع الحصر. ومن الطبيعي ان تنتقل هذه التغيرات الى المياه الخارجة من السد الى العراق.

8. تأثر الاحياء المائية في مجرى النهر امام السد بارتفاع مستوى الملوحة الذي سوف يطرأ على المياه المخزونة نتيجة التبخر. ومن الطبيعي والمتوقع ان يكون هذا التأثير اكبر في المياه الخارجة من سد الموصل نظرا للمزيد من التبخر الذي سوف يحصل في المياه الواصلة الى بحيرة سد الموصل بعد خروجها من سد اليسو.

9. انتشار الحشرات والرخويات الناقلة للأمراض، اضافة للقشريات. crustacea

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة السابعة والثامنة باللغة العربية : نهر الفرات ودجلة**

**اسم المحاضرة السابعة والثامنة باللغة الانكليزية : Euphrates and Tigris River**

**الفرات**: هو أحد الأنهار الكبيرة في جنوب غرب آسيا وأكبر نهر في الصفيحة العربية، وينبع النهر من جبال طوروس في تركيا ويتكون من نهرين في آسيا الصغرى هما مراد صو (أي ماء المراد) شرقاً، ومنبعه بين بحيرة وان وجبل أرارات في أرمينيا، وقره صو (أي الماء الأسود) غرباً ومنبعهُ في شمال شرقي الأناضول. والنهران يجريان في اتجاه الغرب ثم يجتمعان فتجري مياههما جنوبا مخترقة سلسلة جبال طوروس الجنوبية. ثم يجري النهر إلى الجنوب الشرقي وتنضم إليه فروع عديدة قبل مروره في الأراضي السورية ليجري في الاراضي العراقية ويلتقي بنهر دجلة في منطقة كرمة علي ليكون شط العرب الذي يصب في الخليج العربي. ومن خصائصه أنه هو ونهر النيل يعدان أغزر نهرين في الوطن العربي. ويدخل نهر الفرات في الأراضي السورية عند مدينة جرابلس، وفي سوريا ينضم إليه نهر البليخ ثم نهر الخابور وثم يمر في محافظة الرقة ويتجه بعدها إلى محافظة دير الزور، ويخرج منها عند مدينة البوكمال. ويدخل أراضي العراق عند مدينة القائم في محافظة الأنبار ليدخل بعدها محافظة بابل ويتفرع منه شط الحلة ثم يدخل نهر الفرات إلى محافظة كربلاء ثم إلى محافظة النجف ومحافظة الديوانية ثم محافظة المثنى ثم محافظة ذي قار ليتوسع ليشكل الأهوار، ويتحد معه في العراق نهر دجلة فيشكلان شط العرب الذي تجري مياهه مسافة 90 ميلا (120 كم ) لتصب في الخليج العربي. ويبلغ طول نهر الفرات من منبعه في تركيا حتى مصبه في شط العرب في العراق حوالي 2940 كم منها 1176 كم في تركيا و610 كم في سوريا و1160 كم في العراق، ويتراوح عرضه بين 200 إلى أكثر من 2000 متر عند المصب. ويطلق على العراق بلاد الرافدين لوجود نهري دجلة والفرات بها.

نهر دجلة: نهر ينبع من جبال طوروس، جنوب شرق الأناضول في تركيا ويعبر الحدود السورية التركية، ويسير داخل أراضي سوريا بطول 50 كلم تقريباً، ليدخل بعد ذلك أراضي العراق عند قرية فيشخابور. يتفرع دجلة إلى فرعين عند مدينة الكوت هما نهر الغراف والدجيلة. كان نهر دجلة يلتقي بنهر الفرات عند القرنة في جنوب العراق بعد رحلته عبر أراضي العراق ليكوّنا شط العرب الذي يصب في الخليج العربي، ولكن تغير مجرى الفرات في الوقت الحاضر وأصبح يلتقي بنهر دجلة عند منطقة الكرمة القريبة من البصرة، ويبلغ طول مجرى النهر حوالي 1,718 كيلومتر. ينبع من تركيا ومعظم مجراه داخل الأراضي العراقية بطول يبلغ

حوالي 1400 كيلو متر، وتصب خمسة روافد فيه بعد دخوله الأراضي العراقية وهي: الخابور والزاب الكبير والزاب الصغير والعظيم وديالى. وهذه الروافد تجلب إلى النهر ثلثي مياهه. أما الثلث الآخر فيأتي من تركيا ويصب آخر رافد في دجلة، وهو نهر ديالى جنوب بغداد بمسافة قصيرة. ثم يتعرج ويتهادى بالتدريج حتى يصل إلى أرض منخفضة ومنبسطة حتى يلتقي بنهر الفرات توجد أكثر أراضي العراق خصوبة في المنطقة القريبة والواقعة بين نهري دجلة والفرات، ويوفر النهران المياه اللازمة للري. يعيش معظم سكان العراق في هذه المنطقة، وتقع بغداد، أكبر مدن العراق وعاصمتها، على نهر دجلة. يتم تخزين المياه المستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية بالقوة المائية في السدود المقامة عل طول النهر في العراق وأهمها سد الموصل. تبحر القوارب الصغيرة في نهر دجلة، إلا أن الجزء الأكبر من النهر ضحل مما لا يتحمل إبحار السفن الكبرى. كانت منطقة دجلة والفرات موقع إحدى حضارات العالم الأولى، التي نشأت في سومر عام 3500 ق.م. تقريبًا. وازدهرت الحضارة الآشورية وغيرها من الحضارات القديمة في تلك المنطقة. وتوجد آثار العاصمة الآشورية على نهر دجلة. ملاحظة في المحاضرة القادمة ذكر اهم السدود في النهرين

دجلة والفرات في تركيا وسوريا والعراق
طرابزون
أرضروم
أرمينيا
أذربيجان
باكو
أنقرة
تركيا
كايسيري
قونية
ديار بكر
بحيرة وان
تبريز
بحر قزوين
أضنة
حلب
الموصل
بحيرة أورميه
رشت
الفرات
سوريا
دجلة
كركوك
إيران
اللاذقية
لبنان
بيروت
دمشق
البحر المتوسط
بغداد
جبال زاغروس
تل أبيب
عمان
العراق
الأحواز
القدس
السويس
السعودية
الفرات
الناصرية
عبادان
البصرة
الأردن
الكويت
العقبة
تبوك
حفر الباطن
الخليج العربي
«الشرق الأوسط»

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة التاسعة باللغة العربية : البحيرات**

**اسم المحاضرة الاولى باللغة الانكليزية : lakes**

## البحيرات

في بعض الأحيان لا يوجد فرق واضح بين البرك وبين البحيرات او بينهما وبين بعض الأقسام الواسعة من مجاري بعض الأنهار. كما يمكن لبعض الأنماط من البحيرات الساحلية أن تندمج مع الخلجان ويمكن لمياه البحيرات. أن تكون عذبه أو تكون مالحة رغم أن غالبية البحيرات ذوات مياه عذبه يرتبط تواجد البحيرات بعوامل متعددة أهمها يرتبط بمراحل تطوير النهر ونمط جريانه في حين تتميز الأخرى بارتباطها بتضاريس نهريه في مرحله متأخرة من مراحل الدورة الجيمورفولوجية كما ويوجد كثير من البحيرات في الأقاليم التي تعرضت الى التعرية الجليدية وقد يرجع تواجدها للعمليات الجيمورفولوجية كالتعرية الريحية او تعرية الأمواج ويكون بعضها الآخر إلى عمليات باطنية مثل الحركات الأرضية والبراكين ويحدث في حالات عديدة أن تساهم أكثر من عمليه لتكوين الحوض البحيري.

ويمكن تقسيم البحيرات تبعاً الى أصولها الى الآتي:

١- البحيرات الناتجة الناتجة عن عمل الجليد: كما موجود في روسيا وفلندا وعند او بأعداد هائلة أيضاً البحيرات الخمسة في امريكا الشمالية.

2- البحيرات الناتجة عن عمل المياه السطحية الجارية.

3- الأحواض التي كوَّنتها الرياح: تكون هذه الأحواض (البحيرات) أما فصلية او موسمية جافة لأنها عمل الرياح تبسط في المناطق الصحراوية منخفض القطارة في مصر ومنخفض البغارس في القائم حدود العراق مع سوريا.

4- الأحواض الناتجة عن الحركات الأرضية: ينتج عنها أنواع مختلفة الأحجام والأشكال ويُعتَقَد أن معظم الأحواض الكبرى تنشأ كلياً وجزئياً من خلال الحركات الأرضية. كما يوجد على الأرصفة القارية بعد أن يرتفع هذا الرصيف ببحيرات كما في فلوريدا في أمريكا وفي المكسيك ايضاً وغيرها كثير من أنواع البحيرات.

5- الأحواض الناتجة عن النشاط البركاني: تشكل بعض فوهات البراكين الخامدة او الهادئة مواقع ملائمة لتكوين بحيرات مائية كما أن الثورات البركانية تشكل منخفضات داخل الصخور الصلبة وفي الأمثلة بحيرة مارن في المانيا وبحيرة كركيتر في امريكا.

6- الأحواض الناتجة عن الأمواج والتيارات: من خلال تكوّن الحواجز الجزرية الرملية عند بداية الخلجان الصغيرة (الخور) وقد تغلق هذه التيارات والأمواج الخليج بأكمله من خلال بناء حواجز كبيره.

والبحيرات مهمة للإنسان من وجوه عديده إذ يلعب بعض البحيرات دوراً يشبه دور البحار في التأثير على مناخ المناطق المجاورة لها خاصةً في تخفيضها لمدى الحرارة اليومي والسنوي وتكون بعض البحيرات فعّالة في تقليل الهبوط الذي قد يحصل على درجات الحرارة خلال الليل والتي قد ينجم عنه الصقيع المؤذي لبعض المزروعات خلال موسم النمو ولذا نجد أن نطاق زراعة الحمضيات في فلوريدا مثلاً قد تركز في منطقة البحيرة الوسطى من الولاية المذكورة كما تركزت بساتين الكروم وبساتين الفواكه الأخرى في ولاية نيويورك على الجهة التي تأتي منها الرياح قادمة من بحيرة أونتاريو وكذلك على السفوح المواجهة للبحيرات الأصبعية المشهورة.

وقد يؤدي وجود البحيرات في مجاري الأنهار الى تثبيت طبيعة جريانها بحيث تقوم بامتصاص موجات الفيضان التي قد يتعرض اليها النهر الواقع أسفلها كما لا تنخفض مناسيب ذلك النهر كثيراً عند فترات الجفاف ويعني ذلك أن تلك البحيرات تكون بمثابة خزانات طبيعية للأنهار وتكون هذه الوظيفة أكثر أهميه إذا استخدم ماء ذلك النهر في توليد الطاقة الكهربائية إذ سيكون مقدار الطاقة الكهربائية ثابتاً ومستقراً ويمكن الاعتماد عليه في هذه الحالة كما وتستخدم مياه تلك البحيرات في الزراعة أما بصوره مباشره عن طريق ضخها نحو الأراضي المجاورة لها او من خلال الأنهار التي تخرج من تلك البحيرات وهذا وتؤَلِّف البحيرات مناطق للسياحة والراحة في كثير من الأقاليم خاصةً في المناطق الجبلية التي تغطيها الغابات حيث تؤَلِّف آنذاك أجمل المناظر التي يمكن أن تقع عليها العين على سطح الأرض وتُجَهِّز البحيرات الانسان اضافةً الى ما ذكرناه بالغذاء المتمثل بالصيد كما يمكن استخدام بعض البحيرات في عمليات النقل الرخيص.

وتُعرَف البحيرات على أنها منخفضات متباينة المساحة فوق سطح اليابسة تحتوي على الماء بعضها واسع في مساحته بحيث يمكن اعتباره بحاراً. داخلية مثل بحيرات (سوبيريور وفكتوريا وبيكال) وقد أُعطي هذا الاسم بالفعل لبعض البحيرات الواسعة المساحة والتي لا

تختلف في شيء عن مساحة البحيرات الثلاثة السابقة إذ يُغَطِّي بحر قزوين مثلاً مساحه مقدارها ٤٥٠٠٠٠٠ كم$^2$ ويبلغ طول بحيرة سوبيريور ٦٠كم وعرضها 260كم ويبلغ مقدار عمقها الأقصى 400 متر وتبلغ مساحتها ما يُقارب مساحة أقطار benelex (هولندا, بلجيكا, لوكسمبرك) من ناحيه أخرى توجد بعض البحيرات ذوات المساحات الصغيرة جداً مثل بحيرات قيعان الطبقات الجليدية (تارن tarn).

يعتمد بقاء الماء في الحوض البحيري على مقدار عمق ذلك الحوض وعلى قابلية الخزن لديه وعلى مقدار كمية المياه التي ترد اليه (أما مباشرةً بواسطة الأمطار التي تسقط فوق سطحه او بصوره غير مباشره عن طريق الأنهار التي تنتهي فيه أو الثلاجات وكذلك المياه الباطنية) وكذلك كمية ما يفتقده ذلك الحوض من مياه عن طريق الأنهار التي تخرج منه او عن طريق التبخر والرشح.

تكون بعض البحيرات ذوات طبيعة موسميه حيث تزداد مساحتها كثيراً خلال موسم الأمطار أو الفترة التي تعقب ذوبان الثلوج في الربيع وتتناقص مساحتها خلال موسم الجفاف حيث تتقلص او قد تختفي كلياً والحالة الأخيرة ملازمه الى كثير من البحيرات في الأقاليم الجافه وشبه الجافه إذ تتذبذب مساحة بحيرة جاد chad مثلاً بين ١٠٠٠٠- 50000 كم$^2$ وتكون بحيرة آير eyre في استراليا جافه عادةً غير إن مساحتها قاربت الـ 5000كم$^2$ في موسم الأمطار الغزيرة التي حصلت في عام 1950-1951.

وكما بيّنا قبل قليل فإن البحيرات من بين أكثر المظاهر الأرضية انتشاراً فهي توجد على كل دوائر العرض تقريباً من خط الاستواء حتى عروض متطرفة عليا ولا تخلو منها أية قاره عدا القارة القطبية الجنوبية والتي تدل الدراسات الحديثة على وجود أحواض البحيرة فيها هي الأخرى ايضاً ويتكاثر وجود البحيرات في العروض العليا في قارة أمريكا الشمالية وامريكا الجنوبية وغربي اوربا ويقع كثير من البحيرات الساحلية على كل حوافي القارات في الوقت نفسه الذي توجد فيه آلاف عديدة من البحيرات التي عملها الجليد في داخل امريكا الشمالية على سبيل المثال وقد حفرت بحيرات عظيمه أخرى داخل افريقيا ذوات أصول مختلفة تماماً وتظهر البحيرات بأعداد كبيره في أقاليم جبليه وهضبيه وسهليه خاصةً ذوات المناخ الرطب منها كما يوجد كثير من البحيرات في الأقاليم الجافه وشبه الجافه في الوقت الذي يوجد غيرها فوق الجزر وفوهات البراكين الخامدة.

تتباين البحيرات فيما بينها تبايناً كبيراً من حيث المساحة والعمق والموقع بالنسبة إلى مستوى سطح البحر إذ تُؤَلِّف البحيرات الخمسة العظمى في الولايات المتحدة وكندا (سوبيريور, هورن مشيكان, ايرى, اونتاريو) أكبر سلسله بحريه من حيث المساحة في العالم ومن مجموعات البحيرات الكبيرة الأخرى في العالم تلك الموجودة في شرق افريقيا والتي تتمثل في البرت وادوارد وكيفغو وتنجانيقا وملاوي وفكتوريا وتُعتَبَر بحيرة تيتيكاكا Titicaca أعلى البحيرات ارتفاعاً عن مستوى سطح البحر وتقع هذه البحيرة في بيرو وبوليفيا في قارة أمريكا الجنوبية.

ويأتي بحر قزوين باعتبار أكبر البحيرات مساحه رغم أن مياهه مالحه وأعمق بحيره قاعاً في العالم هي بحيرة بايكال في سيبريا وأخفض سطح بحيره مستوى عن سطح الأرض هي البحر الميت ويُمَثِّل الجدول رقم (6) بعضاً من أشهر البحيرات في العالم.

## أصل الأحواض البحيرية:

لا تتكون البحيرات إلا بعد أن يتوفر شرطان أساسيان هما:

١- وجود حوض ملائم يمكن أن يحتفظ بالماء.

٢- وجود مصدر مائي يكفي لملىء ذلك الحوض كلياً أو جزئياً مكوناً البحيرة.

يصب في معظم البحيرات ذوات المياه العذبة أنهار تُعرَف بالمداخل inlets ويخرج من معظمها انهار ايضاً فيما يُسمّى بالخارج outlets ولكي تظل البحيرة موجوده لا بد من أن يكون مستوى قاع الحوض أخفض من مستوى المخارج (المنافذ).

لا تمتلك معظم البحيرات المالحة منافذ حيث تكون كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر كبيره بحيث لا تسمح لذلك الحوض بالامتلاء ثم خروج المياه بعد ذلك منه عن طريق المنافذ.

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة العاشرة باللغة العربية : مصادر الجريان**

**اسم المحاضرة العاشرة باللغة الانكليزية : Sources of Stream flow**

## مصادر الجريان Sources of Stream flow :

ينجم الجريان عن الأمطار من خلال ثلاث مكونات:-

أولها/ الجريان الناتج عن الأمطار والثاني/ هو الثلج المذاب، ويعتبر هذا المصدر الأهم في الجهات ذات المناخ البارد، ويشكل ما نسبته 30-40% من مجموع مياه الجريان، ويستمر تأثيره لعدة أشهر والمصدر الثالث/ هو الماء الجوفي وهو عبارة عن المياه التي تسربت من المصدرين الأول والثاني، ويستمر هذا المصدر في تزويد الماء الجاري طيلة أيام السنة.

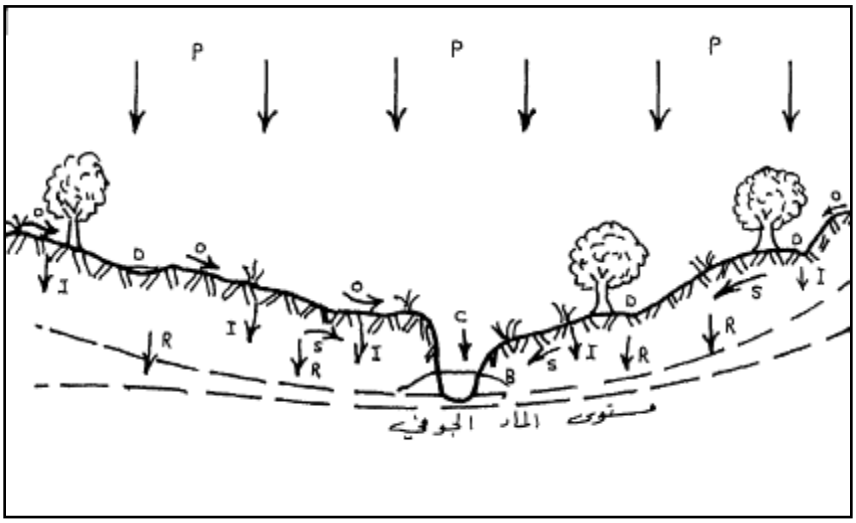
## عملية الجريان Stream flow Process

أن وصف عملية الجريان يمكن أن تعتمد على سؤال هو ماذا يحدث للأمطار عندما تصل الماء الجوفي؟ هناك وصف شامل لهذه العملية وهي ما تعرف بالدورة المائية وهي على خمسة أشكال مرتبطة بشكل او بآخر بالأمطار.

## القدرة السطحية Surface Retention

وهي الكميات المفقودة من عملية الجريان وذلك كنتيجة للأعراض Interception وانخفاض المخزون المائي، ان اثر الاعتراض يكون واضحا بسبب وجود الأشجار والطبقة العضوية الناتجة عنها وذلك خلال عاصفة مطرية. حيث تعارض الأشجار والطبقة العضوية معظم المياه الساقطة من العاصفة المطرية، بينما يتم تبخر الجزء المتبقي منها. وفي بعض الحالات فان الأمطار الخفيفة في نفس المنطقة ربما لا يصل أي جزء منها إلى الماء الجوفي بسبب الاعتراض، وطالما استمر سقوط المطر فان قدرة النبات على الاعتراض تصبح اقل، وتصل مياه اكثر الى الماء الجوفي او تتحول لتصبح على شكل جريان مسطحي.

ان الفقدان بسبب الاعراض متأثر بعوامل جوية كثيرة خاصة الرياح القوية خلال العاصفة المطرية والتي تعمل على تقليل كمية الأعراض وبما أن التبخر أثناء العاصفة المطرية يقل فان استمرار العاصفة المطرية يزيد من قدرة الأعراض للماء أن قياس عملية الاعتراض يتم بواسطة حساب مساحة المنطقة المظللة من الشجرة او الغطاء النباتي ومقارنة كمية الاعتراض فيها مع منطقة أخرى خالية من الغطاء النباتي (شكل 20).




شكل (20) عملية الجريان

| | |
|---|---|
| الماء تحت السطحي = S | أمطار = P |
| تسرب = I | اعتراض=V |
| تعويض الماء الجوفي = R | تخزين منخفضات = D |
| تخزين الضفاف = B | جريان سطحي = O |

قنوات أمطار = C

إن قياس الأعتراض لماء المطر من قبل غابة متطورة يؤكد اعتراض 20 -40 %من كمية الأمطار الساقطة في العاصفة المطرية الواحدة، ويعتمد ذلك أيضا على نوع الأشجار، ففي استراليا مثلا يعوض شجر اليو كالسيوس 2-3% فقط من كمية الأمطار أما أشجار الغابات في النرويج فتعترض حوالي 25% من كمية الأمطار، وبعض الأشجار في كاليفورنيا تعترض حوالي 40%.

وقد حدد هورتون Horton عملية الاعتراض من خلال عاصفة هوائية واحدة على الشكل التالي:

$$I = a + b\, p^n$$

حيث ان I هي الاعتراض و p هي الأمطار بينما a , p , n هي ثوابت أنواع الأشجار وعلى الشكل التالي:

| Vegetation | | a | b | c |
|---|---|---|---|---|
| Orchards | البساتين | 0.04 | 0.18 | 1.00 |
| Oak wood | البلوط | 0.05 | 0.18 | 1.00 |
| Maple Woods | القيقب | 0.04 | 0.18 | 1.00 |
| Willow Shrubs | الصفصاف | 0.02 | 0.40 | 1.00 |
| Hemlock and Wood | الصنوبر | 0.05 | 0.20 | 0.50 |
| Clover and Meado wgrass | المروج | 0.005 | 0.08 | 1.00 |
| Sambl grains, rye, wheat, barley | الحبوب | 0.05 | 0.05 | 1.00 |

كذلك وُجِدَ بأن أشجار الصنوبر تعرض ما نسبته 25% من مجموع التساقط الثلجي في السنة.

أما الأمطار الساقطة على الأرض وبعد أن يتم ترطيب الوية فان المياه تبدأ في الجريان على سطح الأرض في خيوط (مسيلات) مائية صغيرة لا تلبث أن تتحد في قنوات اكبر، وهكذا حتى تصل الى المجاري المائية الكبيرة، فتكون ما يعرف بالجريان المائي Surface Runoff.

## الجريان المائي السطحي

يُعرَّف الجريان السطحي Surface runoff بأنه كمية الأمطار التي تزيد عن قدرة امتصاص العبرية نتيجة استمرار وزيادة كمية الأمطار عن معدلات التسرب والتبخر، أي بعد وصول

التربة الى مرحلة ما بعد الاشباع، حيث يبدأ الماء بالجريان على سطح الأرض تبعا لدرجة انحدار السطح، الى ان تصل المياه إلى أحد المجاري المائية فيصبح جزءاً منه.

أما الجريان تحت السطحي Interflow فهو كمية محدودة من مياه الأمطار التي تسربت الى اسفل طبقة التربة والتي يمكن أن يوجد تحتها طبقه غير مُنفِذة للماء Impregnable (صمّاء) أو طبقة قليلة النفاذية، وبعد أن تتشبع تلك الطبقة بالماء، فان الماء يبدأ بالتحرك حسب ميل تلك الطبقة الى أن يخرج إلى المجرى المائي.

كما يُعَّرف الجريان الجوي Ground water flow بأنه كمية من مياه الأمطار التي تتسرب الى الطبقات الحاملة للماء Aquifer ويخرج على شكل ينابيع بعد أن تتقاطع الطبقة الحاملة للماء الجوفي مع سطح الماء في المجرى المائي، ويطلق علية وبخاصة في فصل الصيف جريان الأساس Base flow.

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة الحادية عشر والثانية عشر باللغة العربية : تصنيف الانهار**

**اسم المحاضرة الحادية عشر والثانية عشر باللغة الانكليزية : Classification of rivers**

## تصنيف الأنهار

يمكن تصنيف الأنهار الى عدة أصناف تبعاً للمقياس المستخدم في ذلك كما يحدث لكثير من الظواهر الطبيعية الأخرى وهي بذلك تُقَسَّم بحسب هذا المقياس الى:

## أولاً: طبيعة جريان الماء في الوديان النهرية وتُقسَم الى:

**1- الأنهار دائمة الجريان:-** تعني هذه الأنهار التي يستمر جريان الماء فيها طيلة العام تحت ظروف كثيرة جعت من هذا الجريان على مدار السنة ومن هذه الظروف هي:

أ- تكون كمية التساقط كبيرة وموزعة طيلة العام كما في انهار الأقاليم الاستوائية مثل نهر الأمازون والكونغو وغيرها.

ب- قد ينبع النهر من بحيرة أو عدة بحيرات كما في نهر النيل ومكنزي.

ت- ينبع النهر من نهايات الغطاء الجليدي او الثلاجات كما في نهر الدانوب والراين في أوروبا.

ث- يصبح النهر دائم الجريان إذا كان بتعميق مجراه الى ما دون مستوى المياه الباطنية الدائمية الأمر الذي يجعله يستلم كميات ثابتة مستقرة من المياه الباطنية كما هو الحال في كثير من الأنهار الموجودة في شمال العراق.

**2- الأنهار المتقطعة:-** وهي الأنهار التي تنقطع عنها مصادر المياه في فترات. وتوجد هذه الأنهار على الأغلب في أقاليم المناطق ذات الأمطار الفصلية لاسيما الأقاليم شبه الجافة. وتُقسَم هذه الأنهار بدورها إلى قسمين:

أ- أنهار متقطعة تتغذى بواسطة الينابيع.

ب- أنهار متقطعة تتغذى من الجريان السطحي للماء.

ينقطع الجريان بالنسبة للحالة الأولى من الأنهار لأنها لم تقم بتعميق وديانها إلى دون المستوى الدائم للماء الباطني ولذلك نقطع تزويدها بالمياه الباطنية عندما يهبط مستوى الماء الجوفي خلال الفترة الجافة في حين ينقطع في الحالة الثانية لتوقف تساقط في منطقة تغذية النهر لكونها فصلية كما في نهر العظيم.

**3- الانهار الوقتية:-** تظهر هذه الانهار في المناطق الجافة وشبه الجافة ولا يحدث أي جريان مائي فيها إلا عقب سقوط الأمطار على أحواض ووديان تلك الأنهار ويعتمد مقدار طول الفترة التي تجري فيها المياه في مثل هذه الأنهار على كمية الامطار الساقطة وعلى الفترة التي استغرقتها عملية التساقط.

## ثانياً/ تصنيف الأنهار تبعاً لنظامها:

نعني بنظام النهر أو رجيم النهر الطريقة أو الأسلوب الذي تتصرف بموجبه مياه النهر, أي الفترات التي تكون فيها كمية التصريف عالية في النهر (الفيضان) والفترات التي تنخفض فيها كمية ذلك التصريف (الصيهود).

تُصَنَّف الأنهار تبعاً لذلك إلى:

**1- الأنهار ذوات النظام البسيط:-** ترتفع مناسيب المياه في النهر وتزداد كمية التصريف في هذا النوع مرة واحدة في السنة ترتبط مع فترة التساقط الكبيرة او مع فترة زيادة التجهيز المائي من منطقة التغذية، وتنخفض كمية التصريف وتهبط مناسيب النهر في فترة معينة أخرى من السنة تتفق مع انقطاع التساقط أو تناقصه وقلة كمية التجهيز المائي من منطقة التغذية كما في نهر دجله والفرات.

**2- الأنهار ذوات النظام المزدوج:-** يظهر على أنهار هذا النظام فترتان يرتفع فيهما منسوب المياه في النهر تحصران بينهما فترتين للمناسيب الواطئة والتصريف المائي القليل. وتُعتَبَر الأنهار الاستوائية مثالاً جيداً على هذه الحالة حيث توجد في المناخ الاستوائي قيمتان للمطر تتفقان مع فترتي تعامد الشمس على الأقاليم الاستوائية الأمر الذي يؤدي معه إلى رفع مناسيب المياه في النهر. وتنخفض تلك المناسيب في فترتي قلة المطر النسبية المحصورة بين هاتين القيمتين، كما في نهري الأمزون والكونغو، ويمكن لهذه الحالة أن تحصل أيضاً للأنهار التي تتزود بالماء من الأمطار الغزيرة في الخريف والشتاء ثم تقل الأمطار بنهاية الشتاء ويقل معها التصريف النهري. وتحدث زيادة ثانية للتصريف عندما ترتفع درجات الحرارة في بداية الفصل الحار وتؤدي إلى إذابة الثلوج المتجمعة في منطقة التغذية وتعتبر أنهار جنوب أوروبا التي تنبع من جبال الألب خير مثال.

**3- النظام المركب:-** عندما تكون مساحة حوض النهر كبيرة جداً بحيث يمكن أن تضم أنواعاً متباينة من الأقاليم المناخية أو تشمل تضاريس متنوعة فإنه من غير المعقول أن يكون نظام الجريان في كل أجزاء النهر الذي يصرف مياه ذلك الحوض متشابهاً وتتبع نظاماً واحداً لذلك

يصبح نظام الجريان مركباً فيها، وتُعتَبَر أنهار المسيسيبي والدانوب خير مثال. وتتصف هذه الأنهار بكثرة روافدها وتباعد المسافات بين تلك الروافد.

## ثالثاً: تصنيف الأنهار تبعاً لمراتبها:

جرت محاولات عديدة لتصنيف الأنهار تبعاً لمراتبها كان من بينها محاولة هورتون في سنة 1945، ومحاولة سترالر عام 1952 وشريف سنة 1957 وشايدكر سنة 1965، تهدف كل تلك المحاولات إلى تصنيف الوديان النهرية تبعاً لبدء تسلسلها في تكوين المجاري النهرية ولا تهدف عملية ترتيب المجاري النهرية الى هذا فقط بل يمكن لها أن تعطي دليلاً تقريبياً عن كمية الجريان الذي يمكن أن يكون في شبكة نهرية معينة. حيث كلما زادت مرتبة النهر فإن من المتوقع أن تكون كمية المياه فيه كبيره بسبب الروافد التي تغذيها.

يُعتَبَر الدليل الذي وضعه هورتون أكثر تلك المحاولات بساطة حيث قام بتصنيف الأنهار إلى المراتب كالآتي:

أ- نهر مع رافده. ملاحظة: (توجد رسم للمراتب النهرية لهذه النقطتين)

ب- النهر نفسه وروافده وضعت عليه كل واحد منها.

**1- أنهار المرتبة الأولى:-** وهي الأنهار التي ليس لها أي رافد.

**2- أنهار المرتبة الثانية:-** وهي الأنهار التي تصب فيها أنهار المرتبة الأولى.

**3- أنهار المرتبة الثالثة:-** وتنشأ هذه الأنهار من ارتباط الأنهار التي تعود إلى المرتبة الثانية وتأتي بعد ذلك بقية المراتب بشكل متسلسل.

## رابعاً/ تصنيف الانهار تبعاً لنمط التصريف Drainage Pattern

تأخذ شبكة التصريف النهري لأية منطقة شكلاً خاصاً يُعرَف بنمط التصريف وهو الوضع الذي تبدو فيه مجاري ووديان الانهار عندما ترسم على خارطة تلك المنطقة. ومن الطبيعي أن لا يكون وضع الشبكة النهرية هذا اعتباطياً بل إنه يكون نتيجةً للعلاقات بين نوعية المناخ السائد وطبيعة التضاريس وكذلك نوعية الصخور وبنيتها. وبذلك أمكن تقسيم الأنماط النهرية الى:

**1- نمط التصريف النهري الشجري:**

يرتبط وجود هذا النمط من التصريف بالمناطق التي تكون صخورها متجانسة وتكون على الأغلب ذات طبقات صخرية أفقية الامتداد او تميل ميلاً بسيطاً. كما ويتصف السطح فيها بأنه ذو تضاريس واطئة كأن يكون سهلاً أو سطح هضبه.

تبدو الأنهار في هذا النمط وكأنها تفرعات أغصان الاشجار. وتختلف كثافة التفرع النهري في هذا التصريف تبعاً لدرجة صلابة الصخور ومساميتها وكذلك لنوعية المناخ إذ تزداد كثافة التفرع كلما كانت الصخور ذوات صلابة قليلة كما هو الحال في الصخور الرسوبية في حين يقل التفرع في مناطق الصخور النارية الصلبة المقاومة وتزداد درجة التفرع ايضاً مع زيادة كمية التساقط وتقل بقلته (شكل رقم 3).

**2- نمط التصريف المستطيل (المتعامد):**

تعتبر المفاصل مناطق ضعف في التكوين الصخري لأية منطقة من المناطق حيث تحاول الوديان النهرية أن تثبت امتداداتها فوق مناطق الضعف تلك. ويحدث أن تأخذ المفاصل في المنطقة نظاماً متعامداً ينعكس بدوره على شكل التصريف حيث تلتقي الأنهار مع بعضها بزاوية قائمة تقريباً (شكل رقم 3).

**3- نمط التصريف التكعيبي:**

يتطور نمو التصريف النهري التكعيبي فوق المناطق ذوات البنيات الالتوائية التي تكون في مرحلة النضج من الدورة الجيومورفولوجية. حيث تثبت الوديان النهرية الرئيسية نفسها فوق المناطق الصخرية اللينة وتتصل بهذه الوديان روافد عديدة بشكل متعامد تقريباً يكون بعضها موافقاً في اتجاه الميل الأصلي للصخور ويكون البعض الآخر معاكساً لاتجاه ذلك الميل (شكل رقم 3).

**4- نمط التصريف النهري المدور:**

يرتبط وجود هذا النمط فوق الجهات التي تكون بنيتها قبابية وفي مرحلة النضج من الدورة الجيومورفلوجية حيث تتعاقب الطبقات الصخرية المختلفة في درجة الصلابة وتحيط كلها بالمركز الذي يتكون من صخور نارية متبلورة. تُثَبِّت الأنهار الرئيسية وديانها فوق مناطق الصخور اللينة الدائرية الامتداد وتلتقي بها روافد تنبع من الحافات المرتفعة التي تمثل الصخور الأكثر صلابة (شكل رقم 36).

## 5- نمط التصريف النهري الإشعاعي:

يتمثل هذا النمط من التصريف فوق أنواع مختلفة من التضاريس إذ يظهر فوق المخاريط البركانية وفوق القباب التي تكون في مرحلة الشباب وكذلك على الدلتاوات والدالات المروحية وتتباعد خطوط التصريف عن بعضها كلما ابتعدنا عن نقطه مركزيه مرتفعه (شكل رقم 36).

وتوجد بالإضافة الى ما تقدم من أنماط التصريف أنماطاً أخرى ذوات صبغه محليه على الأغلب مثل التصريف المركزي حيث تلتقي خطوط التصريف مع بعضها في منخفض مركزي كما في مناطق الحفر البالوعية والفوهات البركانية وبقية الأشكال الحوضية. ونمط التصريف المتوازي الذي يوجد في العادة في المناطق التي تمتد فيها المجاري النهرية على شكل مسافات منتظمة او بشكل متوازي كما في مناطق الركام الجليدي.

شكل رقم (3) أنماط التصريف النهري

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة الثالثة عشر باللغة العربية : المياه الجوفية**

**اسم المحاضرة الثالثة عشر باللغة الانكليزية : underground water**

**المياه الجوفية**

تُعتَبَر المياه الجوفية أحد المصادر الرئيسية لمياه الأنهار الدائمة الجريان في العالم، حيث يعتمد تصريف الأساس للأنهار على المياه الجوفية. والمياه الجوفية هي مياه ترشحت من السطح عبر طبقة التربة الهشة إلى داخل تكوينات القشرة الأرضية والتي تصبح فيما بعد خزانات كبيرة للمياه الجوفية.

وتزداد استعمالات المياه الجوفية يوما بعد آخر وسنة بعد أخرى وذلك الزيادة حفر الآبار الجوفية في كل دول العالم، وذلك لزيادة الحاجة اليها في توفير مياه الشرب الكثير من مدن العالم ولتوفير مياه الري في الزراعة في مناطق واسعة من العالم.

نتيجة لكل ذلك أصبح من الأهمية بمكان تقدير كميات المياه الجوفية وحمايتها من التلوث وتنظيم ضخ المياه فيها لضمان استمرارية توفرها كمصدرها طبيعي للمياه.

**أصل المياه الجوفية**

يعود اصل المياه الجوفية إلى المياه السطحية، سواء كانت مياه أمطار ترشحت عبر طبقة التربة إلى الطبقات الصخرية ضمن تكوينات القشرة الأرضية، أو من مياه الثلوج التي تتساقط في فصل الشتاء وتبدأ بالذوبان التدريجي فتعطي الوقت الكافي لرشح مياهها الى داخل القشرة الأرضية، أو يكون مصدر المياه الجوفية من تسرب مياه الأنهار على طول المجاري النهرية او من ماء البحيرات, كما يمكن أن يكون مصدر الماء الجوفي من مياه الري الزائدة، او يكون مصدر المياه الجوفية اصطناعيا، حيث بدأ حديثا بتزويد الطبقات الجوفية بمياه الفيضان عن طريق الحقن، أو ما يسمى بحقن الآبار الجوفية. كما تساعد مياه البحار والمحيطات على تزويد المياه الجوفية بجزء من مخزوناتها من المياه الجوفية.

وتمتاز الطبقات الحاملة للماء بمجموعة من الخصائص، فالمياه الجوفية تتواجد في فراغات الطبقات الصخرية الرسوبية لأنها تستطيع الاحتفاظ بالماء. فصخور الحجر الرملي مثلا ذات مسامية منخفضة ولكنها ذات نفاذية عالية لذلك فان صخور الحجر الرملي يمكنها أن تحتفظ بكميات كبيرة من الماء، ويطلق عليها اسم الطبقات الحاملة للماء Aguifer. ويشترط أن تكون تحت هذه الطبقة صخور صماء كتيمة غير منفذة للماء Impermeable تمنع من استمرار رشح الماء إلى داخل جوف الأرض. وتقل كميات الماء الجوفي مع

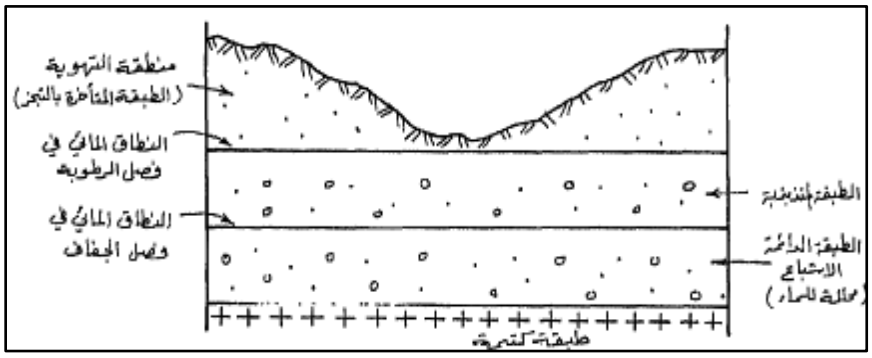
زيادة العمق وذلك بسبب ازدياد كثافة الصخور باتجاه الأسفل، ويرتبط ذلك بقلة المسامات بين الصخور العميقة، فكلما زاد العمق كلما أغلقت المسامات البينية، بسبب وزن المواد الصخرية العالية الكثافة، والتي تؤدي الى اغلاق المسافات بالمواد الدقيقة, ومن هنا فإن معظم الآبار لا يتجاوز عمقها 700 متر، لكن بعض الآبار يصل عمقها إلى 1500 متر.

نستنتج مما سبق أن هناك ثلاث طبقات تتحكم بوجود الماء الجوفي وبكميات متفاوتة:

أ- **الطبقات الحاملة للماء Aquifer:** وهي الطبقات التي تتميز بوجود نفاذية عالية ونقل جيد للماء، واذا توفرت ظروف الترشيح تصبح طبقات مشبعة بالماء. وتتشكل في الغالب من أنواع مختلفة من الصخور الرسوبية وبخاصة الصخور الرملية (شكل 36).

ب- **طبقات صخرية ذات مسامية ونفاذية أقل:** وهي صخور ذات قدرة قليلة على الاحتفاظ بالماء وتسمى Aqniclude. وتتشكل هذه الطبقات من الطفل أو الطين او الاثنين معاً (شكل 36).

ج- طبقات أرضية كتمية ذات مسامات دقيقة جداً او معدومة وذات قدرة محدودة جداً او معدومة على حركة الماء وتسمى Aquifuge (شكل 36).




شكل (36) تغير مستوى النطاق المائي الجوفي

**العوامل التي تؤثر على مستوى الماء الجوفي:**

النطاق المائي هو المد الأعلى للماء الجوفي، الا أن مستوى الماء الجوفي يصعد ويهبط تبعا للعوامل التالية:

1- نوع الرواسب وهل هي حصوية ام رملية ام طينية.

2- الخصائص المناخية للمنطقة من حيث كميات الأمطار وديمومتها وفصول الرطوبة والجفاف بالإضافة الى التبخر والجريان.

3- المسامية والنفاذية للطبقات الواقعة فوق مستوى الماء الجوفي وتحته.

4- الجاذبية والخاصية الشعرية والغطاء النباتي.

وهناك بعض العوامل البشرية التي تؤثر على مستوى الماء الجوفي وهي:

1- حفر الآبار وزيادة الضخ يخفض مستوى الماء الجوفي.

2- حقن الآبار بالمياه يرفع مستوى الماء الجوفي.

3- السدود، حيث يؤدي لسرب الماء السطحي الى الماء الجوفي يزيد من مستوى الماء الجوفي.

4- عمليات الحفر من أجل شق الطرق بمختلف أنواعها يؤدي الى رشح الماء الجوفي مما يؤدي إلى انخفاض مستواه في الطبقات الحاملة.

5- الامتداد العمراني والنشاطات البشرية الأخرى، حيث يؤدي ذلك إلى زيادة معامل الجريان على معامل الرشح وهذا يقلل من فرص تسرب الماء السطحي الى الماء الجوفي.

ولو أخذنا مقطعاً عمودياً لصخور القاعدة القارية الحاملة للماء فإنه يمكننا تمييز ثلاث طبقات حاوية للمياه الجوفية:

**1- النطاق الأعلى:**

ويحتوي على المياه العذبة والناتجة عن سقوط الأمطار الحالية وترشحها، وان الحدود الداخلية لهذه الطبقات يمكن أن تتوافق مع القاعدة التحتية للأودية النهرية المتعمقة (شكل 36 ).

**2- النطاق الأوسط:**

وتقع تحت النطاق الأعلى ويصل عمقها إلى كيلومتر واحد تقريبا، حيث يحدث هنا تمازج مع المياه القديمة (الحفرية).

**3- النطاق الأسفل:**

وفيه تكون عملية التبادل المائي بطيئة، والمياه فيها قديمة جدا، وهي مياه حفرية مدفونة على أعماق بعيدة تصل إلى 10 كم وذات ملوحة عالية.

وقد تشكلت هذه المياه في فترات ماضية عندما كانت المنطقة مغطاة بمياه البحار، فبعد انحسار البحر غطت رواسب هذه المنطقة وبقيت المياه في الأسفل. وتسمى بالمياه الأحفورية Fossils water. ويمكن تقسيم الماء الباطني على سطح الأرض الى نطاقات مختلفة العمق تبعا لخصائصها الهيدرولوجية كالملوحة والعمق وهذه النطاقات هي:

1- نطاق التندرا ذو المياه النقية جدا وقليلة العمق.

2- نطاق غابي ذو مياه نقية.

3- نطاق السهول ذو املاح قليلة من 0,5 -1غم لكل لتر في العروض المعتدلة.

4- نطاق الصحراء وشبه الصحراء وهي ذات مياه جوفية مالحة وعميقة .

5- نطاق السهول المدارية والسافانا المتوسطة الملوحة.

6- نطاق الغابات الاستوائية وهي مياه عذبة وقليلة الملوحة وقليلة العمق.

**كلية : الآداب**

**قسم : الجغرافية**

**المرحلة : الثالثة**

**استاذ المادة :ليث سعدي عفتان**

**اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الموارد المائية**

**اسم المادة باللغة الانكليزية :** Geography of water resources

**اسم المحاضرة الرابعة عشر باللغة العربية : الاشكال المائية الجوفية**

**اسم المحاضرة الرابعة عشر باللغة الانكليزية : Groundwater forms**

**الأشكال المائية الجوفية:**

توجد المياه الجوفية بشكل عام في التكوينات الصخرية المنفذة للماء ضمن القشرة الأرضية ولكنها توجد في أشكال مختلفة تبعا لظروف التكوينات الصخرية وأماكن تواجدها. وتقسم الأشكال المائية الجوفية إلى المجموعات التالية:

**1- الطبقات المائية الجوفية المعلقة:**

تظهر هذه التشكيلات في المناطق المتأثرة بالهواء والقريبة من سطح الأرض فوق مقعرات محلية غير منفذة للماء مكونة من الطين أو الرمل, ولأن عمق هذه الطبقات قليل، فأنها تعاني من تأثير درجة حرارة الهواء والنظام المطري، ولذلك فان هناك احتمالا لاختفائها، ويعتمد طول الطبقة الحاملة للماء على القاعدة غير المنفذة للماء, ويمكن لهذه التشكيلات أن توجد بشكل اصطناعي حيث يقوم الانسان بعمل طبقة سطحية منفذة مكونة من الحصى والرمل يليها طبقة غير منفذة, وقد استخدمت هذه الطريقة في مدن أمريكية مختلفة (شكل 37).

**2- الطبقات الجوفية العادية:**

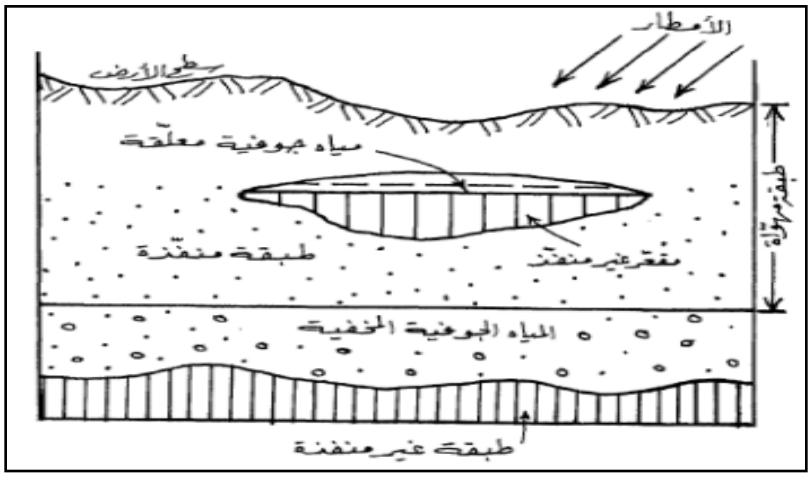
تقع هذه التشكيلات الجوفية على عمق يتراوح بين 20-25 متراً، وتحتوي على منطقة مشبعة بالماء للطبقات المنفذة واقعة فوق صخور غير منفذه للماء، وتتغذى من رشح مياه الأمطار ومن تجمعات البخار الموجود في الطبقة المهواة, ويمكن أن يرتفع مستوى الماء الجوفي أو ينخفض حسب كميات المياه المرشحة وكميات المياه الخارجة من الطبقات الحاملة للماء.

ويمكن أن تحدث ظاهرة متبادلة بين مجاري الأنهار والطبقات الحاملة للماء، فاذا كانت الأنهار صغيرة فأنها تعمل على امداد الطبقات الحاملة للماء وعندما تعمق الأنهار مجاريها فأنها تصبح هي التي تتغذى بالمياه الجوفية.

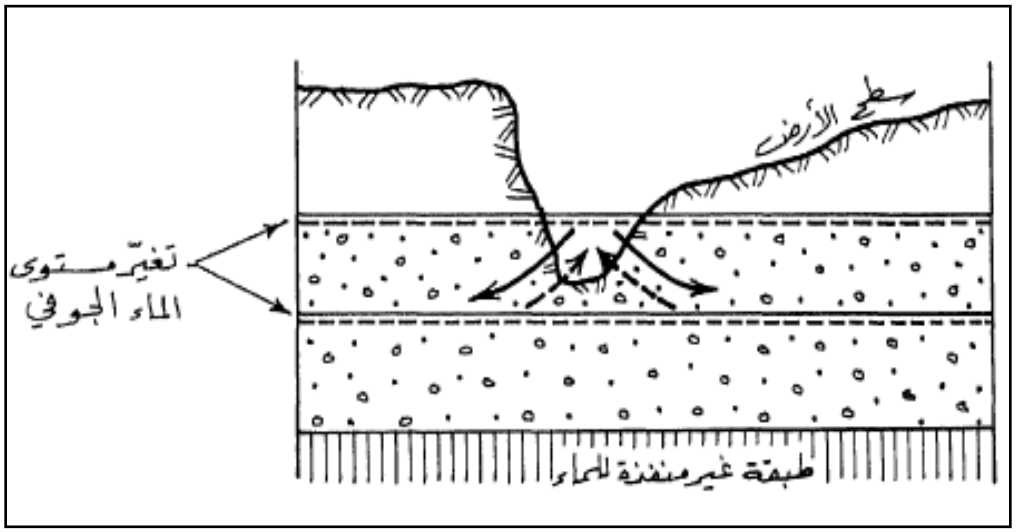
وتُقَسَّم المياه الجوفية العادية حسب علاقتها مع المياه السطحية الى:

أ- **المياه الجوفية تحت النهرية:** حيث يوجد تبادل كثيف بين فعل تيار الماء السطحي وتيار الماء الجوفي, فاذا انخفض مستوى الماء الجوفي عن مجاري الأنهار فان التسرب من مياه الأنهار نحو الطبقات الحاملة تزداد ويصبح النهر هو الذي يزود الماء الجوفي, بينما اذا ارتفع مستوى الماء الجوفي لمستوى أعلى من مستوى الماء في النهر فان الماء الجوفي هو الذي سيزود النهر بالماء (شكل 38).

ب- **التشكيلات الجوفية للأنهار الجليدية:** توجد هذه التشكيلات في المنخفضات الجوفية للجليديات والمغطاة بالصلصال والرمل، لكن هذه التشكيلات قليلة الوجود وينحصر وجودها في شمال القارات.




شكل (37) الطبقات المائية الجوفية المعلقة




شكل (38) تبادل تزويد الماء بين الأنهار والطبقات الحاملة للماء

**ج- المياه الجوفية تحت الشبكات المائية السطحية:** وينطبق هذا على ما جاء في البند أي حيث يوجد تبادل مستمر بين الماء الجوفي وشبكات المجاري المائية. بالإضافة الى انه اذا كانت المناطق الجوفية عميقه وتقع في مناطق سهلية، فسيكون تحتها أحواض جوفية كبيرة (شكل 39).

**د- المياه الجوفية تحت المراوح الفيضية:** تتكون المراوح الفيضية عادة من الحجارة والحصى والرمل، لذلك فهي تشكيلات صخرية منفذة بشكل جيد للماء، لذلك فان المراوح الفيضية تحتوي على كميات من الماء الجوفي (شكل40).

**3- المياه الجوفية الماسورة:**

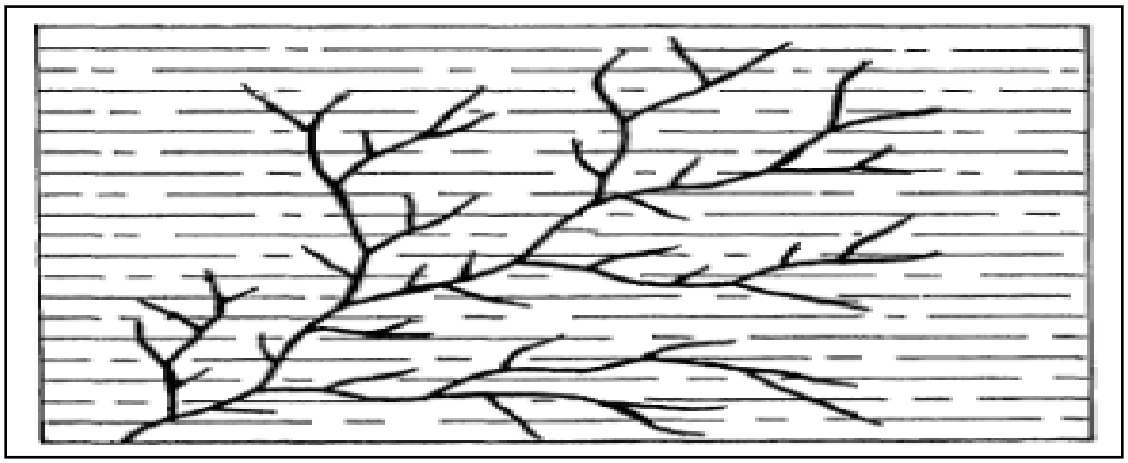
تتكون المياه الجوفية الماسورة بسبب تجمع الماء المتسرب من مياه الأمطار في صخور منفذة، والتي تتسرب المسافة بعيدة بين طبقتين غير منفذتين للماء مما يؤدي إلى تكوين طبقة مائية مأسورة.

**4- المياه الجوفية الكارستية:**

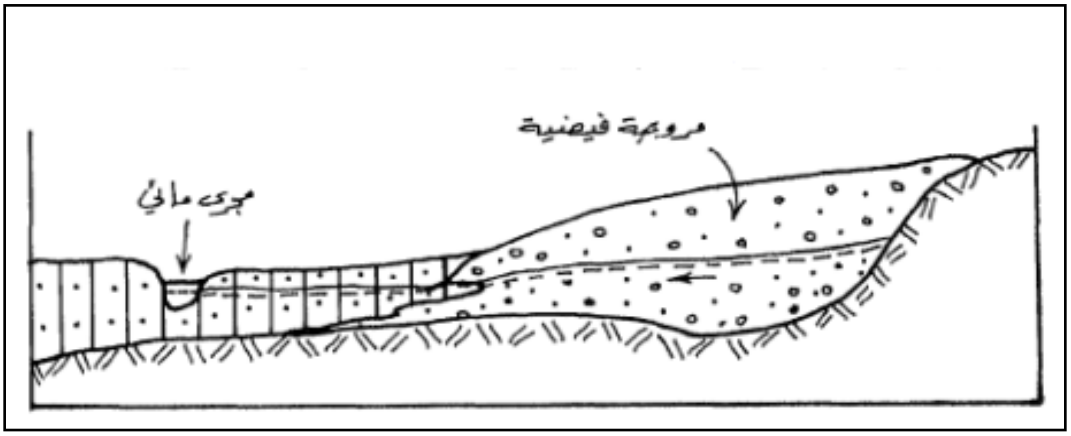
تخلق ظاهرة الكارست تكوينات مائية جوفية تسمى بالمياه الجوفية الكارستية, وتكون كميات المياه كثيفة في الصخور الجبرية Calcar والدولومايت Dolomite والصخور التي تزداد فيها نسبة الملح وكربونات الكالسيوم, حيث يعمل الماء على اذابة الصخر ويكون بداخله قنوات مائية و كهوف كارستية وبحيرات وجداول ضمنية, وتكون هذه الأشكال مملوءة بالماء كلياً أو جزئياً (شكل 41).

**5- المياه الجوفية الساحلية:**

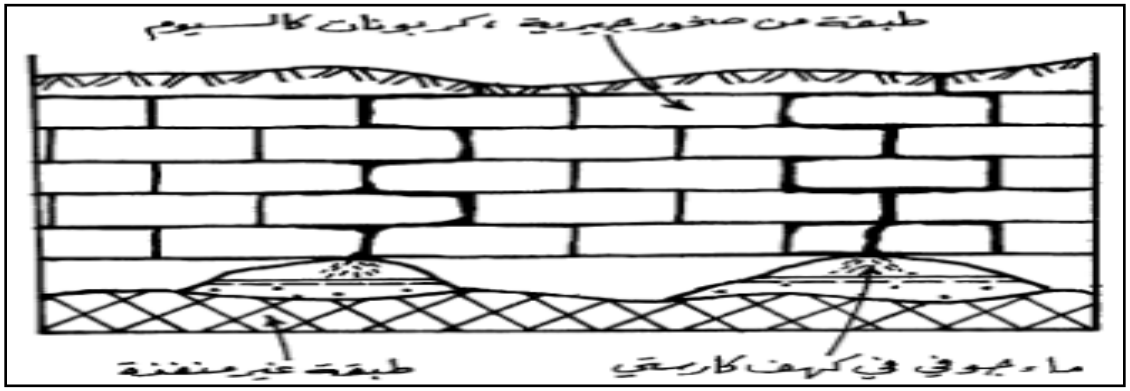
يكون للمياه الجوفية في المناطق الساحلية تركيب خاص ومميز، حيث تحتوي على طبقتين من الماء، سبقة علوية وتحتوي على الماء العذب، ويأتي بعدها مباشرة طبقة من الماء الجوفي المالح القادم من مياه البحار أو المحيطات (شكل 42).



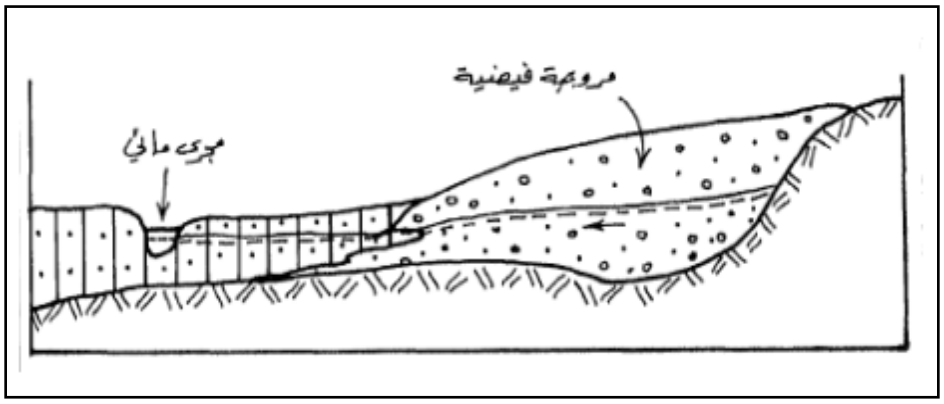
شكل (39) المياه الجوفية تحت الشبكات المائية




شكل (40) المياه الجوفية تحت المراوح المعلقة




شكل (41) المياه الجوفية الكارستية




شكل (42) المياه الجوفية الساحلية

**التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية**

التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية هي عبارة عن الزيادة الطبيعية المخزون الطبقات المائية الجوفية ويمكن ان تعرف ايضا بزيادة الترشيح الطبيعي للمياه السطحية ومياه الأمطار, ويتم ذلك برشيح المياه السطحية داخل القرية عن طريق نشرها في أحواض خاصة أو بواسطة آبار الحقن.

وتعمل التغذية الاصطناعية على ايقاف هبوط مستوى الماء الجوفي بل وزيادة او رفع مستوى المياه الجوفية، وتعتبر التغذية الاصطناعية مهمة في المناطق التي ينخفض فيها مستوى المياه الجوفية نتيجة جفاف المنطقة مناخيا، أو نتيجة الافراط في استغلال المياه الجوفية، وما قد ينجم عن ذلك من انخفاض او نضوب الماء الجوفي بسبب الضخ المستمر وغير العقلاني للمياه من الأحواض المائية كما وتمكن التغذية الاصطناعية من خزن المياه السطحية واعادة استعمالها.

أما أهداف وفوائد التغذية الاصطناعية فيمكن حصرها بما يلي:

1- الاستفادة من مياه الفيضانات وتنظيمها حتى لا تؤدي إلى حدوث كوارث، بل يستفاد منها في تغذية المياه الجوفية.

2- زيادة مخزون الماء الجوفي.

3- ايقاف الهبوط المستمر بل ورفع مستوى الماء الجوفي.

4- الاستفادة من مياه الأمطار (الشتاء) واستعمالها في اوقات الجفاف الصيف).

5- تنقية المياه من المواد العالقة أثناء دخولها إلى الطبقات الحاملة للماء.

6-عدم حدوث انزلاقات ارضية بسبب الافراط في عمليات ضخ المياه الجوفية من الطبقات الجوفية السفلي.

يعتمد اختيار نوع ومكان التغذية الاصطناعية على الخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية لمنطقة التغذية, وتتمثل هذه الخصائص في الحدود الجيولوجية والهيدروليكية والتكتونية للصخور، و كميات المياه الداخلة والخارجة والقدرة التخزينية للطبقات ومسامية وموصلية الصخور الهيدروليكية ومصادر التغذية المتاحة وكذلك الموازنة المائية وعمق الطبقات الحاملة للماء.

وعند اختيار منطقة التغذية يجب التعرف وبشكل دقيق على الظروف الطبيعية للمنطقة وهذه الظروف هي: جيومورفولوجية المنطقة، الغطاء النباتي، تركيب ونسيج التربة، عناصر المناخ، كمية مياه التغذية ونوعيتها وخواص الطبقات المائية والطبقات المجاورة لها وحساب التكاليف والوقت والجهد والأرباح.

**أحواض التغذية Recharge Basins:**

تعتبر أحواض التغذية أو الترشيح من الطرق الهامة المستعلمة في تغذية الطبقات المائية الجوفية. ويتم ذلك بنشر المياه وافاضتها فوق سطح الأرض من أجل زيادة كمية المياه المرشحة إلى باطن الأرض لتصل الى الطبقات الحاملة للماء الجوفي. وتعتبر مدة مكوث الماء على سطح الأرض و خواص منطقة التغذية وقدرتها على الترشيح من أهم العوامل التي تحكم سرعة دخول الماء إلى التربة ومن ثم إلى الطبقات الجوفية، ومن الشروط الأساسية لاختيار موقع أحواض التغذية ما يلي:

1- أن يكون السطح منفذاً وتفضل الأسطح الرملية، لقدرتها على سرعة الترشيح.

2- عدم احتواء نطاق التهوية على مقعرات غير منفذه تقلل وتعرض نفاذ الماء الى الطبقات الحاوية على الماء.

3- أن لا يكون عمق الماء الجوفي كبيرا حتى لا تضيع كمية كبيرة من الماء في تبليل نطاق التهوية.

4- أن تتميز الطبقة المائية بناقلية كافية تسمح بالحركة الجانبية لمياه التغذية.

ويمكن القول بأن سرعة الرشح تكون قليلة في البداية (بداية نشر الماء على الأرض) وبعد أن يتشبع السطح بالماء تزداد سرعة الترشيح وخاصة بعد الساعات الأولى ومع استمرار عملية الغمر.

**آبار الحقن Injection wells**

تستعمل آبار الحقن لتغذية الطبقات المائية التي يكون فيها استعمال أحواض التغذية غير عملي، وآبار الحقن تعتبر من أهم الطرق المستعملة في التغذية الاصطناعية للطبقات المائية الجوفية، ويجب أن تكون المياه المستعملة في هذه الطريقة ذات نوعية جيدة ويجب أن تكون مواصفاتها مطابقة للمواصفات مياه الشرب, وتستعمل آبار الحقن من أجل تخزين المياه تحت الأرض واعادة استعمالها عند الحاجة.

ويتم استعمال هذه الطريقة في المناطق التي تحدث فيها فيضانات فجائية في المناطق الجافة بحيث تحجز المياه خلف سدود معدة مسبقا، ثم يتم حقنها إلى الماء الجوفي, او في مناطق المدن التي تزداد فيها مياه الأمطار التي تجري في شوارعها أثناء العواصف المطرية، لذلك فان بالإمكان جمع هذه المياه عن طريقة شبكات مجاري خاصة بمياه الأمطار ثم حقنها إلى الماء الجوفي.