جامعة جنوب الوادي
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية
كلية الآداب بقنا

محاضرات في

جغرافية المياه العذبة

إعداد

هالة محمد يونس

مدرس بقسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

قنا

2024-2023

بيانات الكتاب

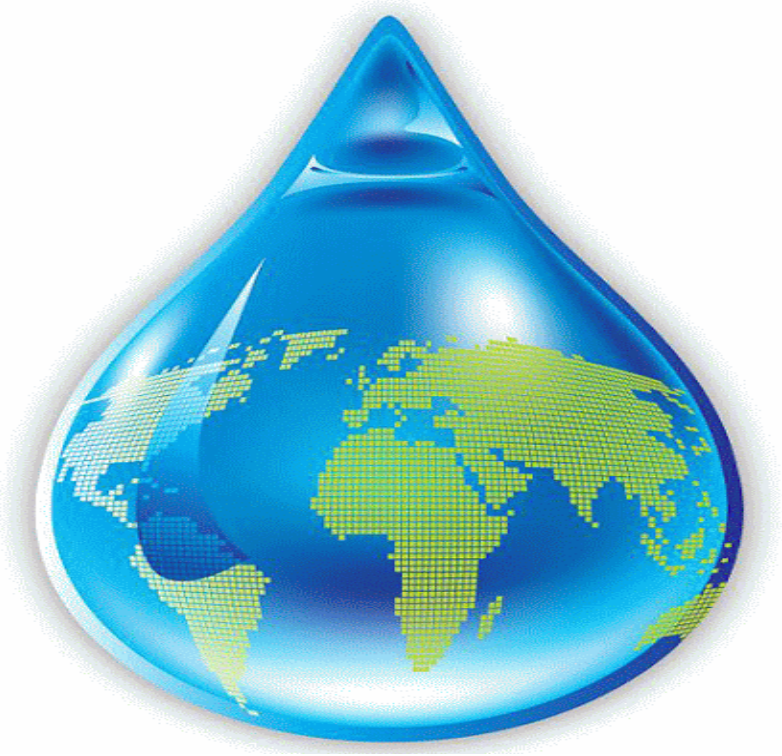
الكلية : كلية الآداب و كلية التربية

الفرقة : الأولى

التخصص : جغرافيا طبيعية

عنوان الكتاب : جغرافية المياه العذبة

عدد الصفحات :



مقدمة

ادى التخصص الدقيق للجغرافيا إلى زيادة الثقل العلمي للدراسات الجغرافية، وإثراء معلوماتها وحقائقها، وتعدد محاورها البحثية، وأفرزت تلك الدراسات الحديثة مجالات جديدة، منها جغرافية المياه وهي من المجالات التطبيقية الحديثة في دائرة الجغرافيا من حيث أسلوب المعالجة واتجاهاته.

والماء سائل شفاف، لا لون له، ولا طعم، ولا رائحة، وهو عماد الحياة بكافة أشكالها على سطح الأرض، ويأتي في المرتبة الثانية من حيث الأهمية بالنسبة للإنسان بعد الأكسجين في الهواء، وتختلف مسميات الماء، حسب نسبة الأملاح فيها، وهي:

الماء العذب: ويكون سائغ المذاق نتيجة لقلة الأملاح الذائبة فيه.

الماء المالح: وتزيد فيه نسبة الأملاح على نسبتها في الماء العذب.

الماء المعدني: أو الماء الطبيعي، الذي يخرج من جوف الأرض، وبه أملاح ذائبة تكسبه طعماً خاصاً.

الماء المقطر: وهو خالٍ من الأملاح، وينتج عن تكثيف بخار الماء.

الماء العسر: وتزيد فيه نسبة الأملاح الذائبة، وخاصة الكالسيوم والماغنسيوم، وهو لا يحدث رغوة مع الصابون بسهولة.

وتهتم جغرافيا المياه بدراسة الغلاف المائي للكرة الأرضية، ونُظم المطر، والتوزيع الجغرافي للأنهار على مستوى قارات العالم، إضافة إلى استخدامات

مياه الأنهار في الري، والصيد، وتوليد الطاقة الكهرومائية، وطرق النقل، ودورها في كونها حدوداً سياسية طبيعية فاصلة بين دول العالم، كما تدرس البحيرات، من حيث نشأتها وخصائصها وتوزيعها في العالم واستخدامات الإنسان لها، وتهتم أيضاً بدراسة المياه الجوفية من حيث مستوياتها وأشكالها، مثل: الينابيع، والنافورات الحارة، والآبار.

تختلف جغرافية المياه عن جغرافية البحار والمحيطات، إذ تهتم الأولى [1] بالمياه العذبة، بصورها المختلفة (أنهار، بحيرات، مياه جوفية)، في حين تهتم الثانية بنشأة الأحواض المحيطية، وتضاريسها، وخصائص مياهها، وحركاتها، إلى جانب استخداماتها المختلفة وانعكاس ذلك على الإنسان وبيئته.

الفهرس

الفصل الأول

الموارد المائية في الكرة الأرضية

-أولًا تقسيم الكرة الأرضية

تنقسم إلى ثلاث طبقات أساسية هي :

اللب : وهو يتألف من جزأين رئيسيين؛ هما: اللب الخارجي الذي يعد المكون الأساسي للمعدن في الكرة الأرضية من حديد وكبريت ونيكل وأكسجين سائل، واللب الداخلي الذي يتسم بدرجات الحرارة العالية التي تصل إلى 6000 درجة مئونة والتي ينتج عنها انصهار المعدن .

الوشاح : وهو من المكونات الأكثر صلابة ويقع مباشرةً تحت القشرة الأرضية، وسمكه يبلغ 2896 كيلومترا، ودرجة الحرارة فيه تبلغ من 1600 إلى 4000 درجة فهرنهايت .

القشر : وهي تضاريس سطح الكرة الأرضية التي تتمثل في المحيطات، والجبال، وتتألف القشرة من جزأين رئيسيين؛ هما: القشرة القارية التي تتألف من مواد قليلة الكثافة مثل صخور البوتاسيوم وصخور الصوديوم، والقشرة المحيطية التي تقع تحت المحيطات من خمسة إلى عشرة كيلومترًا.

-يبلغ نصف قطرها الاستوائي 6,378.1 كيلومترًا، ويبلغ نصف قطرها القطبي 6,356.8 كيلومترًا، ومتوسط نصف قطرها يبلغ6,371.0 كيلومترًا.

-محيط الكرة الأرضية عند خط الاستواء 40,075.16 كم ، على طول دائرة خط الطول المار بين القطبين 40,008.00 كم.

-مساحة سطح الكرة الأرضية يبلغ 510,072,000 كم2 ، ومساحة اليابسة 148,940,000 كم2 ويمثل 29.2% من مساحتها الكلية ، ومساحة الماء فيها تبلغ 361,132,000 كم2 وتمثل (70.8%) من المساحة الكلية للأرض.

-أعمق نقطة داخل مياه المحيط تبلغ 11,033 مترًا تحت سطح المياه وهي منطقة أخدود ماريانا الواقعة في مياه المحيط الهادئ، وأعلى درجة حرارة تسجل في الكرة الأرضية كانت 58 درجة مئوية في منطقة العزيزة التي تقع في دولة ليبيا.

المياه فوق سطح الأرض وفى باطنها

ثانيًا المياه في الغلاف الجوي:

حوالى 70% من سطح الأرض مغطى بالماء ، فنجد أن 97.5 %من مياه الأرض مالحة بينما 2.5 %مياه عذبة منها يقرب من 69 %موجود في الأنهار الجليدية والغطاء الجليدي و 30 %أخرى هي فى المياه الجوفية التي يتم الاحتفاظ بها في شقوق التربة والصخور الجوفية في حين أن 1 %المتبقية هي المياه السطحية ومصادر أخرى ، و من هذه المياه التي تعتبر مياه سطحية يوجد 87 %في البحيرات ، و 11 %في المستنقعات ، و 2 %في الأنهار.

ثالثًا حجم المياه في الغلاف الجوي للأرض:

- كل يوم يتبخر 280 ميل 3 (1170 كيلومتر مكعب) من الماء و يتدفق في الغلاف الجوي.

-يوجد حوالي 3100 ميل مكعب (12900 كيلومتر مكعب) من الماء ، معظمها على شكل بخار ماء ، في الغلاف الجوي في أي وقت من العام ، إذا سقطت كلها على شكل ترسيب دفعة واحدة ، فسيتم تغطية الأرض بحوالي بوصة واحدة فقط من الماء.

المياه العذبة حول العالم:

•يحتوي الغطاء الجليدي في القطب الجنوبي على حوالي 90 %من المياه العذبة الموجودة على سطح الأرض ، يغطي الغطاء الجليدي حوالي 8.7 مليون ميل مربع ، تحتوي الطبقة الجليدية في جرينلاند أيضًا على كميات كبيرة من المياه العذبة ، تمثل هاتان الصفيحتان الجليديتان أكثر من 99 بالمائة من جليد المياه العذبة على الكوكب.

•تمثل البحيرات العظمى الأمريكية 21 %من المياه العذبة السطحية للأرض.

•تعتبر بحيرة بايكال في روسيا أعمق وأقدم بحيرة للمياه العذبة في العالم. تحتوي على حوالي 20 %من المياه العذبة السطحية غير المجمدة على الأرض ، وهي أكبر كمية في العـــــالم .

خريطة توضح بحيرة بايكال

•بحيرة فيكتوريا ، التي تقع فى بلدان أفريقية في كينيا وأوغندا وتنزانيا ، هي ثاني أكبر بحيرة للمياه العذبة في العالم من حيث المساحة.

ثالثًا الدورة المائية العامة :

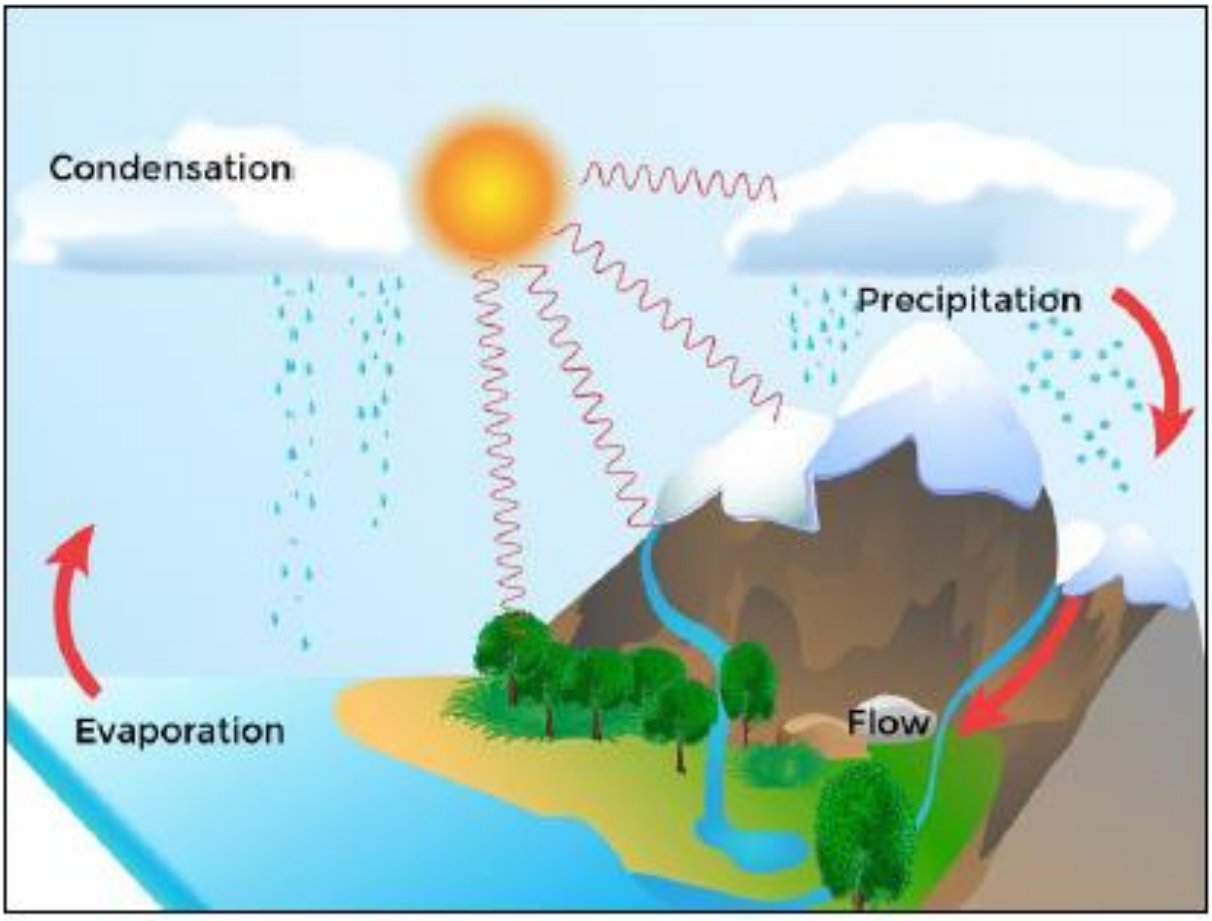
تشارك المياه في الغلاف الغازي وفي البحار و المحيطات وكذلك المياه في اليابسة في دورة واحدة تسمى بالدورة المائية العامة ، والدورة المائية هي عبارة عن عدة عمليات طبيعية مستمرة ليس لها بداية أو نهاية ؛ فالمياه تتبخر من سطوح الكتل القارية (اليابس) ، ومن المسطحات المائية البحرية والمحيطية لتصبح بخار ماء عالق في الهواء في الغلاف الجوي حتى يتعرض لعمليات التكاثف لتنهمر في أشكال التساقط المختلفة على الكتل القارية والبحار والمحيطات.

وقد أثبتت الدراسات الحديثة بأن متوسط كمية المياه التي تتحرك سنويًا بفعل هذه الدورة تصل إلي ٥٢٠ألف كم٣ ، وهذه الكمية تمثل نسبة محدودة من مجموع الماء في كوكبنا، وهذه الكمية هي التي تبقي الماء وكذلك تبقي الحياة على الأرض.

فالدورة المائية العامة تؤثر بها عوامل مهمة ؛ فالطاقة الشمسية التي تبخر كمية كبيرة من الماء ، وكذلك التيارات الهوائية و الرياح تنقل كميات كبيرة من بخار الماء ، وكذلك الجاذبية الأرضية كلها عوامل تلعب دورًا هامًا في عملية الدورة المائية العامة.

وكما يتضح من الشكل الخاص بالدورة المائية العامة أنه تسقط الأشعة الشمسية على سطح المحيطات و البحار فتبدأ عملية التبخر من المسطحات

المائية ، ومن سطح الأرض فتنقل بخار الماء إلى الغلاف الغازي ثم تتم عم
تكثيف لهذا البخار فيتجمع ليسقط ثانية على هيئة مطر أو ثلج على سط
الأرض والمحيطات ، وما يسقط على سطح الأرض يعود ثانية إلى المحيط
و البحار بطريق مباشر وغير مباشر ، كما أن جزءً من التساقط يتبخر مباش
أثناء السقوط إلى الغلاف الغازي وهذه العملية مستمرة ، وبفضل استمرا
هذه الدورة يمكن القول بأن الماء موجود بشكل أو بآخر لاستعمال الإنس
على سطح الأرض وأنه لن ينتهي طالما استمرت الظروف الطبيعية كما هي



شكل يوضح الدورة المائية العامة

ورغم ثبات كمية المياه في الدورة المائية العامة على مستوى العالم إلا أن توزيعها الجغرافي يتغير على مستوى الكتل المائية والأقاليم المختلفة وأحواض التصريف المحلية تبعًا لخصائص المناخ السائد .

ويتأثر التوزيع الجغرافي للمياه في أي إقليم بطبيعة الموقع الفلكي و الجغرافي والتركيب الجيولوجي وأشكال السطح ، وتعد الشمس هي المحدد للنظام الحراري على سطح الأرض وعلى الدورة العامة للهواء ؛فهي بذلك المحرك للدورة المائية ، فأي تغيير في الإشعاع الشمس سيترتب عليه تغير مماثل في امتداد الجليد والعلاقة بين اليابس والماء ، وهو ما يتوقع بشكل كبير مستقبلًا في ضوء التغير المناخي وارتفاع درجات الحرارة على اليابس .

عمليات الدورة المائية

١- التبخر

هو العملية التي يتحول بموجبها الماء من سائل إلى غاز أو بخار، ويعد الطريقة الرئيسة لانتقال المياه مرة أخرى إلى دورة الماء، لتصبح بخار ماء داخل الغلاف الجوي، وتوفر المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار حوالي ٩٠٪ من الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي عن طريق التبخر، في حين أن نسبة الـ ١٠٪ المتبقية تأتي من ارتشاح النباتات.

وتعتبر الحرارة (الطاقة) التي توفرها الشمس ضرورية لحدوث التبخر، وتستخدم هذه الطاقة في كسر جزيئات الماء المتماسكة، لذا يتبخر الماء عند درجة الغليان (٢١٢ درجة فهرنهايت، ١٠٠ درجة مئوية) بسهوله، ولكن ذلك يحدث ببطء شديد للغاية عند درجة التجمد، ويتعذر حدوث التبخر عندما تصل الرطوبة النسبية في الجو إلى معدل ١٠٠٪ (درجة التشبع)، وكما أن التبخر يزيل الحرارة من البيئة، فإن الماء الذي يتبخر من جسمك هو الذي يجعلك تشعر بالبرودة.

و تعتبر عملية التبخر التي تحدث في المحيطات الطريقة الرئيسية لانتقال الماء إلى الغلاف الجوي، وتتيح المساحات الشاسعة التي تغطيها المحيطات (تغطي المحيطات ٧٠٪ من سطح الأرض) المجال لحدوث تبخر على نطاق واسع، وتعتبر كمية الماء المتبخر هي تقريبًا، نفس كمية الماء التي تعود إلى الأرض كأمطار حسب القياس العالمي، برغم أن هذه الكميات تختلف من الناحية الجغرافية، وتعد عملية التبخر الأكثر شيوعًا

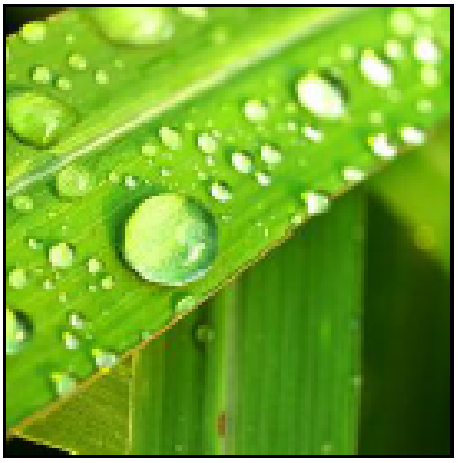
على نطاق المحيطات بالمقارنة مع الأرض ، في حين أن الأمطار هي التي تسود بشكل أكبر على سطح الأرض.

وتسقط معظم المياه التي تتبخر من المحيطات مرة أخرى إليها كأمطار. وحوالي ١٠٪ فقط من الماء المتبخر من المحيطات تنتقل إلى الأرض لتسقط كأمطار. وبمجرد تبخرها فإن جزئي الماء الواحد يمضي حوالي ١٠ أيام في الجو، وعلى الرغم من أن الغلاف الجوي ربما لا يشكل مستودعًا كبيرًا للماء، إلا أنه يعتبر "ممرًا كبيرًا" يستخدم لنقل الماء حول العالم، وعادة ما توجد هنالك مياه بصفة دائمة داخل الغلاف الجوي.

وتعتبر السحب شكلًا من أشكال الرطوبة الجوية التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ومع ذلك فإن الهواء النقي يحتوي على مياهًا على هيئة ذرات صغيرة يتعذر رؤيتها، ويصل حجم الماء الموجود في الغلاف الجوي في أي وقت إلى حوالي ١٢٩٠٠ كيلومتر مكعب (٣١٠٠ ميل مكعب) ، وإذا سقطت كل المياه الموجودة في الغلاف الجوي مرة واحدة كأمطار فإنها ستغطي الأرض بعمق يصل إلى ٢.٥ سم حوالي ١ بوصة.

٢- التكاثف

هو عملية تحول الماء من حالته الغازية (بخار) إلى سائل، والتكاثف مهم بالنسبة لدورة الماء لأنه يشكل السحب التي تتسبب بدورها في تكاثف البخار ليصبح مطرًا أو ندى، وهو الوسيلة الرئيسية لعودة الماء إلى الأرض، ولذلك فإن التكاثف هو عكس التبخر تمامًا ، والتكاثف أيضًا هو



السبب في حدوث الضباب الذي يظهر على نظارتك عند خروجك من غرفة باردة إلى الخارج حيث الجو الحار، ويتسبب أيضًا في حدوث رطوبة الجو ، وفي تساقط قطرات الندى من كوب ماء الشرب ، وكذلك في تجمع المياه على نوافذ منزلك أثناء الجو البارد.

حتى لو كانت السماء زرقاء صافية فلا يزال الماء موجودًا على هيئة بخار ورذاذ متناهي الصغر وبالتالي يتعذر رؤيته بالعين المجردة، وتتوحد ذرات الماء مع ذرات صغيرة من الغبار والدخان في الجو لتشكل رذاذ السحب الذي يتوحد مع بعضه ليكون السحب، وعندما يتوحد رذاذ الماء مع بعضه وينمو في الحجم، يمكن أن يحصل التساقط ، وتتشكل السحب في الغلاف الجوي لأن الجو يحتوي على بخار الماء، الذي يتصاعد بدوره ثم يبرد، وتقوم الشمس بتسخين الجو بالقرب من سطح الأرض الذي يصبح بالتالي خفيفًا ويتصاعد إلى أعلى حيث تكون درجات الحرارة أبرد، وعندما تكون درجات الحرارة بمعدلات أبرد يحدث مزيد من التكثف وتتشكل السحب.

٣- التساقط

هو خروج الماء من السحب على شكل أمطار، أو ثلج، أو جليد، أو برد، وهو الوسيلة الرئيسية لعودة الماء الموجود في الغلاف الجوي إلى الأرض، ومعظم الماء المتساقط من الغلاف الجوي يهطل كأمطار ،

وتحتوي السحب العائمة في الغلاف الجوي على بخار ماء وقطرات من السحب، وهي تعتبر صغيرة للغاية لتسقط كأمطار، إلا أنها كبيرة بقدر كاف لتشكل سحبًا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ويتبخر الماء ويتكثف باستمرار في السماء، ومعظم الماء المتكثف في السحب لا يسقط كأمطار بسبب التيارات الهوائية الصاعدة التي تعتبر بمثابة دعامة للسحب، وبالنسبة لحدوث الأمطار فإنه لابد في بادئ الأمر من أن تتكثف قطرات الماء، ثم تتوحد لإنتاج قطرة ماء كبيرة وثقيلة بما فيه الكفاية لتخرج من السحب، وتسقط كأمطار، مع العلم بأن إنتاج قطرة مطر واحدة يحتاج إلى ملايين قطرات السحب.

ومن المرجح أن كثيرًا من الناس يعتقدون أن مياه التساقط تسقط على الأرض وتجري نحو الأنهار التي تصب في المحيطات. وفي واقع الأمر، فإن هذه المسألة تعتبر عملية معقدة إلى حد بعيد، ذلك لأن الأنهار تحصل على الماء من الأرض وتفقدها في الأرض، ولازالت معظم مياه الأنهار تأتي مباشرة من مياه الأمطار الجارية على سطح الأرض، والتي تم تعريفها على أساس المياه السطحية الجارية.

إن بعضًا من مياه الأمطار عادة ما يتسرب إلى داخل الأرض، إلا أنه عندما يسقط على أرض متشبعة، أو غير نافذة، مثل الطرق الأسفلتية، ومواقف السيارات فإنه يبدأ في الجريان على نحو منحدر، ويمكنك خلال هطول الأمطار الغزيرة مشاهدة جداول صغيرة تجري بشكل منحدر على طول مجاري وقنوات موجودة على الأرض متجهة نحو الأنهار، وفي هذه الحالة فإن المياه السطحية تجري على تربة عارية، ناقلة معها المواد المترسبة إلى

النهر (غير مفيدة لجودة الماء). وبدخول هذه المياه السطحية إلى هذا الخور تكون قد بدأت رحلتها مرة أخرى إلى المحيط.

وفيما يتعلق بكل أجزاء الدورة المائية، فإن التفاعل بين التساقط وجريان المياه السطحية يكون متفاوتًا طبقًا للوقت والعوامل الجغرافية، وبنفس القدر فإن العواصف التي تحدث في كل من أدغال الأمازون، والصحراء الواقعة جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، سيترتب عليها ظهور أنماط مختلفة من المياه السطحية الجارية، وتتأثر المياه السطحية الجارية بالعوامل المناخية والجيولوجيا الطبيعية وطبوغرافية الأرض.

ويعود تقريبًا ثلث مياه الأمطار التي تسقط على الأرض، وتتدفق في المجاري والأنهار مرة أخرى إلى المحيطات، أما الثلثين الآخرين فإنهما يتعرضان إما للتبخر، أو الارتشاح، أو التسرب إلى داخل الأرض، ويمكن أيضًا للناس الاستفادة من المياه السطحية الجارية في استعمالاتهم الخاصة بهم.

ويمكن حصر العمليات التي تتعرض لها المياه المتساقطة على النحو التالي:-

- يسقط جزء منها على البحار والمحيطات حيث تستقبل ما يقدر بنحو ٧٩,٨٪ من جملة المياه المتساقطة على سطح الأرض .
- تتسرب كميات من مياه البحار والمحيطات إلى الكتل القارية المجاورة من خلال التكوينات المسامية والمنخفضة المنسوب .
- جزء من التساقط يكون على الكتل القارية ، وتشكل كمية التساقط على الكتل القارية ٢٠,٢٪ من إجمالي كمية التساقط على سطح الأرض ،

وجزء منها يجري فوق السطح ، وجزء يتسرب إلى الأعماق ، والجدير بالذكر أنه هناك جريان للماء تحت سطح الأرض يعرف باسم الجريان المتخلل أو المتدفق وهو عبارة عن جريان المياه المتسربة خلال طبقات الأرض المسامية والتي قد يتحرك جزء منها إلى بعض مجاري الأنهار .

- كما أنه يتبخر جزء من المياه أثناء تساقطها في الغلاف الجوي ويقدر بحوالي ١٣,٢٪ من جملة المياه المتساقطة وهذه النسبة تشمل أيضا المياه المتبخرة من الجريان السطح أو خزانات المياه المكشوفة ، كما تفقد كميات من المياه عن طريق النتح بواسطة النباتات وتشكل المياه التي تفقد بالنتح الجزء الأكبر من المياه التي تمتصها جذور النباتات .
- تفقد كميات من المياه نتيجة اعتراض النباتات لمياه الأمطار مما يؤدي لتبخرها إلى الغلاف الجوي .

وبذلك فإن معظم الأمطار المتساقطة تعود بأشكالها المختلفة إلى الغلاف الجوي عن طريق التبخر وبذلك يتمثل في الدورة المائية ثلاث عمليات رئيسية (التبخر – التكاثف – التساقط) ، يبلغ متوسط الوقت المستغرق لهذه العمليات حوالي ٩ أيام .

ولا تسقط الأمطار بالكميات نفسها على نطاق العالم في أي بلد، أو حتى في أية مدينة ؛فعلى سبيل المثال في مدينة أطلانتا، بولاية جورجيا بالولايات المتحدة الأمريكية، يمكن أن تؤدي العواصف الرعدية الصيفية إلى هطول أمطار بمعدل بوصة أو أكثر في منطقة واحدة، تاركة منطقة أخرى على بعد كيلومترات قليلة جافة من دون أمطار، ومع ذلك فإن كمية الأمطار التي تهطل في ولاية جورجيا، خلال شهر واحد، غالبًا ما تكون أكثر من تلك التي تسقط في لاس فيجاس ونيفادا على مدار السنة. كما أن المتوسط

السنوي لهطول الأمطار على جبل ويلبل في هاواي يبلغ حوالي ١.١٤٠ سم (٤٥٠ بوصة) في السنة عكس ما يحدث في شيلي حيث لم تهطل أمطار منذ ١٤ سنة.

٤- الماء المتجمد

يعتبر الماء المخزن منذ فترات طويلة في الكتل والأنهار الجليدية والثلجية جزءًا لا يتجزأ من دورة الماء، وتستحوذ أنتاركتيكا على حوالي ٩٠٪ من الكتلة الجليدية الموجودة في العالم، بينما تحتوي الغطاءات الجليدية في جرين لاند على ١٠٪ من إجمالي الكتلة الجليدية العالمية ، ويصل سمك الغطاء الجليدي في جرين لاند إلى حوالي ١٥٠٠ متر (٥٠٠٠ قدم)، ومع ذلك يمكن أن يصل سمكه إلى ٤٣٠٠ متر (١٤٠٠٠ قدم).

و يتعرض المناخ الجوي العالمي إلى تغييرات دائمة مع أنها عادة ما تكون تغييرات غير سريعة بما فيه الكفاية حتى يتمكن الناس من ملاحظتها، وقد شهد العالم الكثير من الفترات الزمنية الحارة، مثل تلك التي عاش فيها الديناصور قبل حوالي ١٠٠ مليون سنة، وكذلك فترات زمنية باردة مثل العصر الجليدي الأخير قبل حوالي ٢٠٠٠٠ سنة مضت، وخلال العصر الجليدي الأخير كان معظم نصف الكرة الأرضية الشمالي مغطى بالثلج والأنهار الجليدية.

بعض الحقائق عن الأنهار الجليدية والغطاءات الجليدية

- تغطي الأنهار الجليدية حوالي ١٠ – ١١٪ من الأراضي كلها.
- إذا ذابت كل الأنهار الجليدية اليوم سيرتفع منسوب البحار إلى حوالي ٧٠ مترًا (٢٣٠ قدم).
- خلال العصر الجليدي الأخير وصل مستوى سطح البحر إلى ١٢٢ مترًا (٤٠٠ قدم)، وهو معدل أقل من معدل اليوم وكانت الأنهار الجليدية تغطي تقريبًا ثلث الأرض.
- خلال الفترة الزمنية الحارة التي حدثت قبل ١٢٥ ألف سنة مضت بلغ ارتفاع منسوب البحار ٥.٥ متر (١٨ قدم)، وهو مستوى أعلى من مستوى اليوم ، وكان من الممكن أن يصل ارتفاع منسوب البحار قبل ٣ مليون سنة إلى حوالي ٥٠ مترًا (١٦٥ قدم).

وتعد مياه الجليد المذابة الجارية على سطح الأرض جزءًا لا يتجزأ من حركة الماء على نطاق العالم، وتأتي معظم مياه الجليد التي تذوب أثناء فصل الربيع في المناطق المناخية الباردة، من الكتل الثلجية والجليدية المذابة، وإلى جانب الفيضانات التي تسببها هذه المياه فإن الجليد المذاب يمكن أن يؤدي إلى حدوث الانزلاقات الأرضية وجريان مخلفات الأنهار الجليدية المتمثلة في الكتل الصخرية والحجرية.

و تتعرض المياه الموجودة في الأنهار والبحيرات إلى تغييرات دائمة، نتيجة لكمية المياه الداخلة من خلال التساقط والخارجة من خلال عملية التبخر وتصريف المياه السطحية، كما يستخدم الناس الماء أيضًا للوفاء

باحتياجاتهم، وتتغير كمية الماء وموقعه على مدى الزمن والمسافات، سواء من الناحية الطبيعية أو بمساعدة الإنسان ، كما أن الحياة حتى في الصحراء يمكن أن تزدهر إذا توافرت إمدادات مياه سطحية (أو مياه جوفية).

٥- التسرب

يعتبر تسرب المياه السطحية إلى أسفل داخل الطبقات الصخرية الخازنة للماء في جوف الأرض السبب في وجود المياه الجوفية ، وعلى ذلك فإن التسرب هو حركة الماء من سطح الأرض إلى داخل التربة والصخور التحتية ، وتتسرب بعض المياه التي تسقط كأمطار أو جليد إلى داخل التربة والصخور تحت السطح، وتتوقف الكمية المتسربة على عدة عوامل، وبعض المياه التي تتسرب تبقى داخل طبقة التربة الضحلة، حيث يمكن أن تصبح مجرى مائيًا من خلال التسرب إلى داخل حوض المجرى، ويمكن أن يتسرب بعض من هذه المياه إلى مسافات أعمق لتغذية مستودعات المياه الجوفية.

وإذا كانت هذه المستودعات المائية ضحلة أو مسامية بما فيه الكفاية لتسمح للماء بالتحرك بسهولة من خلالها فإنه يمكن للناس حفر الآبار داخل المستودعات المائية الأرضية، واستخدام الماء في أغراضهم الخاصة، ويمكن أن تنتقل المياه إلى مسافات طويلة، أو البقاء في مستودع المياه الجوفية لفترات طويلة من الزمن قبل أن تعود إلى سطح الأرض، أو التسرب إلى داخل الأجسام المائية الأخرى، مثل المجاري المائية والمحيطات.

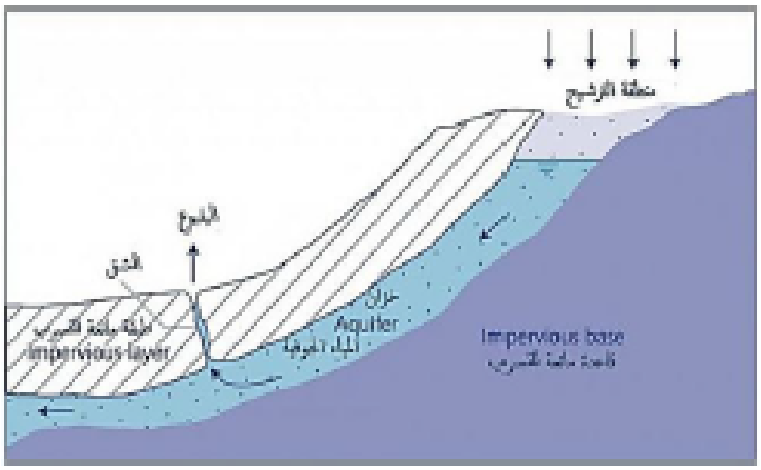
عندما تتسرب مياه الأمطار إلى داخل التربة تحت السطحية فإنها عادة ما تشكل منطقة غير مشبعة وأخرى مشبعة؛ ففي المنطقة غير المشبعة توجد

بعض المياه في فتحات الصخور تحت السطحية، إلا أن الأرض لا تكون مشبعة. ويعرف الجزء الأعلى من المنطقة غير المشبعة بمنطقة التربة غير المشبعة، التي توجد فيها فراغات خلقتها جذور النباتات التي تسمح بتسرب مياه الأمطار، وتقوم النباتات باستخدام المياه الموجودة في هذه التربة، وأسفل المنطقة غير المشبعة توجد المنطقة المشبعة، حيث يملأ الماء بصورة كاملة الفراغات الموجودة بين الصخور وذرات التربة، ويمكن للناس حفر الآبار داخل هذه المنطقة وضخ الماء إلى الخارج.

خروج الماء الجوفي من الأرض كما يوجد موارد مائية يمكن مشاهدتها مثل: البحيرات – والأنهار– والجليد– والأمطار– والثلوج، هناك أيضًا كميات هائلة من الماء لا يمكن مشاهدتها بالعين المجردة – الماء الموجود والمتحرك في جوف الأرض، وقد ظل الناس يستخدمون المياه الجوفية لآلاف السنين لأغراض الشرب والري وهم لا يزالون مستمرين في ذلك إلى يومنا هذا، ولذلك فإن الحياة على وجه الأرض تتوقف على المياه الجوفية وبالقدر نفسه على المياه التي توجد على سطح الأرض.

يتسرب جزء من مياه التساقط التي تسقط على الأرض إلى جوف الأرض لتصبح مياهًا جوفية، وبمجرد وجودها في جوف الأرض ينتقل بعضها إلى المناطق القريبة من سطح الأرض، ويخرج بسرعة كتصريف إلى أحواض المجاري المائية، إلا أنه نظرًا للجاذبية الأرضية فإن غالبيتها يستمر في التسرب إلى مسافات أعمق داخل جوف الأرض.

و الينبوع هو الماء المتدفق نتيجة امتلاء أحد المستودعات المائية الأرضية إلى النقطة التي تتدفق فيها المياه إلى سطح الأرض، وتتراوح الينابيع من ينابيع صغيرة الحجم، وهي التي تتدفق مباشرة بعد هطول أمطار غزيرة، إلى ينابيع كبيرة تتدفق منها مئات الملايين من الجالونات يوميًا.



ويمكن أن تتكون الينابيع داخل أي نوع من أنواع الصخور، غير أنها غالبًا ما توجد في الحجر الجيري، وصخور الدولوميت، التي يمكن أن تتصدع بسهولة وتتحلل بمياه الأمطار لتصبح حمضية، وعندما تتحلل وتتصدع هذه الصخور يمكن أن تتشكل الفراغات التي تسمح بتدفق الماء، وإذا كان تدفق الماء أفقيًا، فإنه يمكن أن تصل إلى سطح الأرض وبالتالي يتشكل الينبوع.

وماء الينبوع ليس دائمًا نقيًا حيث عادة ما تكون مياه الينابيع نقية، ومع ذلك فإن بعضًا منها قد يكون بلون الشاي، ومثل هذا الينبوع موجود في ولاية كلورادو بالولايات المتحدة الأمريكية ، والسبب في اللون الأحمر لمياه الينابيع هو مرور المياه الجوفية وملامستها مواد معدنية موجودة تحت الأرض مثل الحديد، ويمكن أن يشير خروج المياه الملونة بشكل كبير من الينابيع

إلى تدفق المياه بسرعة من خلال قنوات كبيرة داخل المستودعات المائية الأرضية دون أن تتمكن الصخور من تنقيتها لإزالة اللون.

وهناك أيضًا الينابيع الحرارية وهي عبارة عن ينابيع عادية، ولكن الماء فيها عادة ما يكون دافئًا، وفي بعض الأماكن حارًا، مثل الينابيع التي تخرج فقاعات الوحل في حديقة يلوستون الوطنية في وايومينج بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد تحدث العديد من الينابيع الحرارية في المناطق التي شهدت مؤخرًا نشاطًا بركانيًا؛ حيث تسخن المياه من خلال ملامستها الصخور الحارة الموجودة على مسافات بعيدة تحت سطح الأرض، ومع ازدياد العمق فإن المياه تصبح أكثر دفئًا، وإذا تعمقت تحت الأرض فإنها تصل إلى فجوة كبيرة تشكل مسارًا إلى سطح الأرض يمكن أن يؤدي إلى حدوث ينبوع حراري. وتحدث الينابيع الحرارية في كل أنحاء العالم.

٦- الارتشاح

تبخر الماء من أوراق النبات إلى الغلاف الجوي ، فهو العملية التي تنتقل بموجبها الرطوبة من منطقة الجذور، عن طريق النبات، إلى مسامات صغيرة في الجانب السفلي لأوراق النبات، حيث تتحول إلى بخار يخرج إلى الغلاف الجوي، فالارتشاح هو تبخر الماء من أوراق النبات، وقد أشارت التقديرات إلى أن حوالي ١٠٪ من الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي تخرج من النباتات عن طريق الارتشاح.

و الارتشاح عملية تتعذر رؤيتها بالعين المجردة – وطالما أن الماء يتبخر من سطح أوراق النبات فإنه لا يمكنك أن تخرج بكل بساطة وتشاهد

أوراق النبات وهي ترتشح، ويمكن لورقة النبات خلال موسم النمو أن ترتشح عدة مرات بمعدل يفوق وزنها، ويمكن أن يرتشح فدان من محصول القمح حوالي ١١.٤٠٠ – ١٥.١٠٠ لتر من الماء (حوالي ٣.٠٠٠ – ٤٠.٠٠٠ جالون) في اليوم، وتستطيع شجرة البلوط الكبيرة أن ترتشح ١٥١.٠٠٠ لتر (٤٠.٠٠٠ جالون) في السنة.

و تختلف كمية المياه التي ترتشحها النباتات بشكل كبير من الناحية الجغرافية وعلى مدى الزمن، وتوجد عدة عوامل تحدد معدلات الارتشاح ،ومنها درجة الحرارة؛ حيث ترتفع معدلات الارتشاح مع ارتفاع درجات الحرارة خصوصًا خلال موسم نمو النباتات.

نشاط(١) وضح المقصود بالمصطلحات الآتية

الجريان المتخلل .....

منطقة التشبع .....

الدورة المائية .....

التساقط .....

التكاثف .....

التبخر .....

الارتشاح .....

التسرب .....

الينبوع .....

نشاط(٣) وضح النسب الآتية .

نسبة البحار والمحيطات من الكرة الأرضية .....

نسبة اليابس من الكرة الأرضية .....

نسبة المياه المالحة .....

نسبة المياه العذبة .....

نسب المياه في البحار والمحيطات من مياه الكره الأرضية .....

نسب المياه في المناطق القطبية والجبال الجليدية من مياه الكرة الأرضية .....

نسب مياه الأنهار والبحيرات والينابيع والآبار من مياه الكرة الأرضية .....

نسب مياه الغلاف الغازي من مياه الكرة الأرضية .....

الفصل الثاني

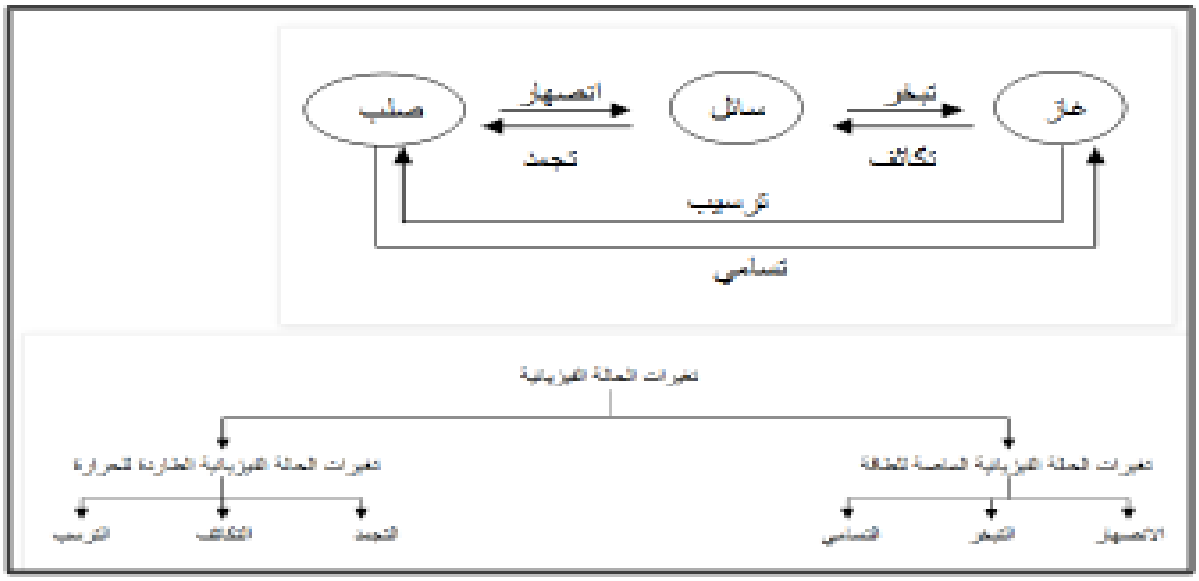
التبخر والتوزيعات الجغرافية للتساقط

يتناول الفصل الموضوعات الآتية :

- عملية التبخر والعوامل المؤثرة فيها
- التساقط من حيث التصنيف والتباين والكثافة
- الأمطار من حيث أنواعها وخصائصها وتوزيعاتها الجغرافية
- الثلج من حيث توزيعه الجغرافي وخصائصه

التبخر Evaporation(من عمليات الدورة المائية)

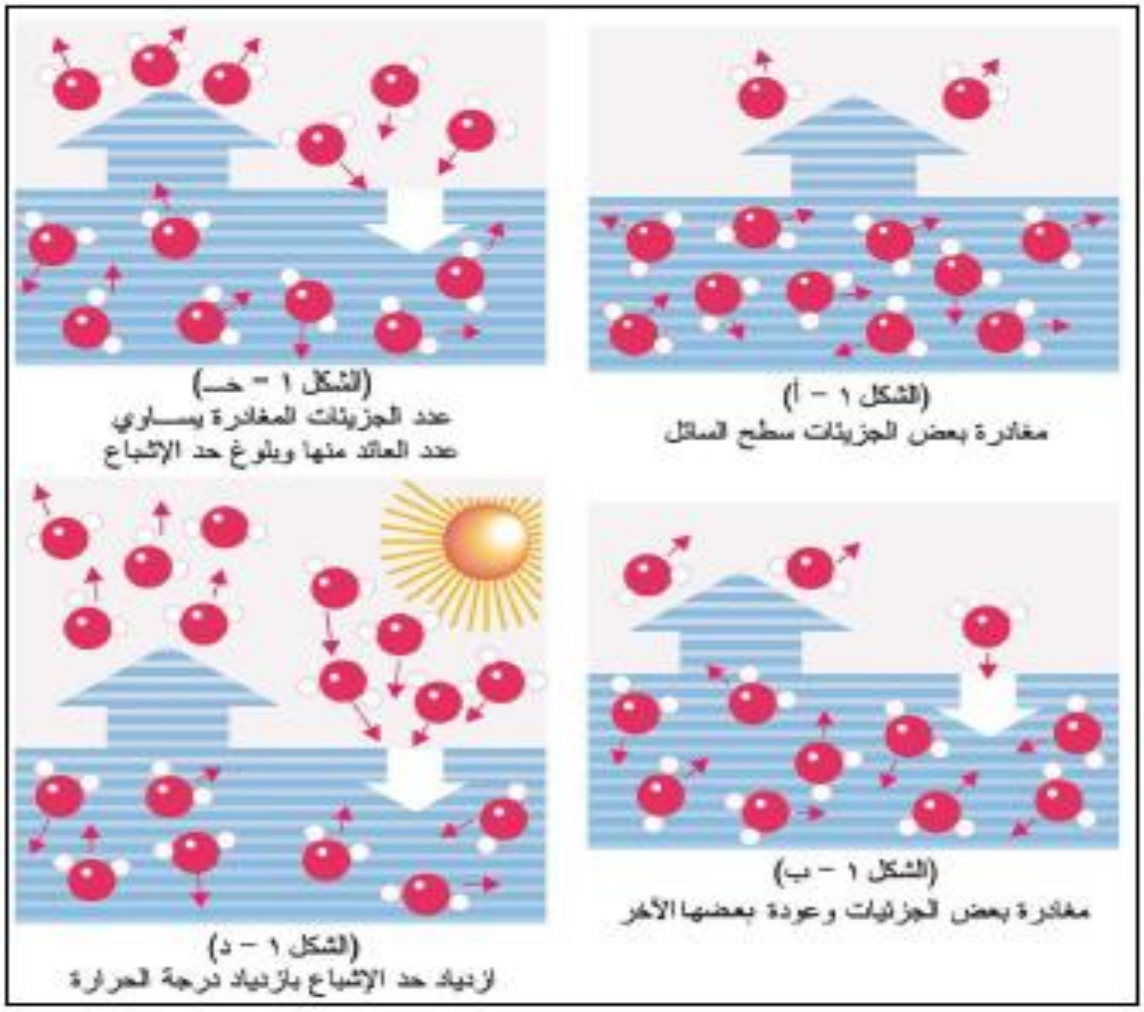
التبخر هو عملية تحول المواد السائلة والصلبة إلى غازات ، وتعتبر البحار والمحيطات المصدر الرئيسي للبخار إلى جانب ما يتبخر من التربة والأنهار والبحيرات .



أولًا : كيف تتم عملية التبخر ؟

يتكون الماء من جزيئات صغيرة دائمة الحركة ، وتزداد حركة هذه الجزيئات بزيادة درجة الحرارة لدرجة تنطلق بعدها تلك الجزيئات في الجو ضمن الطبقات السفلى للغلاف الجوي ، ولذلك فإن معدل التبخر يعتمد على عدد الجزيئات التي تنطلق في الجو منقوصًا منها عدد الجزيئات العائدة إلى ذلك المسطح المائي ، وإذا كان مقدار الجزيئات العائد إلى المسطحات المائية أكثر من المنطلق منها فإن هذه الحالة تعرف بالتكاثف Condensation .

وبشكل عام يمكن القول أن عملية التبخر تكون على أشدها في المناطق الحارة الجافة ، وقليلة في المناطق الباردة ، لأنه عندما يكون الهواء حارًا فإن ضغط البخار الإشباعي(E) للماء يكون عاليًا ، وعندما يكون الهواء جافًا فإن ضغط البخار الحقيقي (e) للماء يكون منخفضًا ، أي أن العجز الإشباعي (E-e) في الوضع الجاف يكون كبيرًا والعكس في الظروف الباردة حيث يكون قليلًا ، وتتوقف عملية التبخر عندما يصل العجز الإشباعي إلى الصفر .



(الشكل ١ – أ)
مغادرة بعض الجزيئات سطح السائل

(الشكل ١ – ب)
مغادرة بعض الجزيئات وعودة بعضها الآخر

(الشكل ١ – جـ)
عدد الجزيئات المغادرة يساوي عدد العائد منها وبلوغ حد الإشباع

(الشكل ١ – د)
ازدياد حد الإشباع بازدياد درجة الحرارة

ثانياً : العوامل المؤثرة في عملية التبخر

يمكن تقسيم العوامل المؤثرة في عملية التبخر إلى عوامل رئيسية يندرج تحتها عوامل فرعية على النحو التالي :-

⊙العوامل المناخية

١- الإشعاع

يحتاج تبخر جرام واحد من الماء وهو في حالة سائلة إلى ٥٩٠ سعر حراري ، ونظرًا لكون الشمس المصدر الرئيسي للطاقة على الأرض ، فإن مقدار التبخر يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالإشعاع الشمسي وكميته .

٢- درجة الحرارة

تعتمد حرارة الماء والهواء على الإشعاع الشمسي ، ومن ثم هناك ارتباط بين درجة حرارتيهما و معدلات التبخر ، حيث أنه تؤثر درجة حرارة المياه السطحية على كمية الجزئيات التي تنطلق منها إلى الغلاف الجوي وذلك لأن درجة الحرارة تؤثر في سرعة حركة تلك الجزئيات ، وأن درجة حرارة الهواء تؤثر في عملية الاضطراب التي من شأنها زيادة معدلات التبخر .

٣- الرطوبة

تؤثر الرطوبة على كميات التبخر بطريقتين هما : ضغط البخار الحقيقي والرطوبة النسبية ، حيث تتناسب معدلات التبخر مع

كمية الرطوبة الحقيقية في الجو ومع الرطوبة النسبية أيضًا عند درجة حرارة ما .

الرطوبة الحقيقية : وهي كمية بخار الماء الموجودة فعلًا في الجو في درجة حرارة معينة ، وتقاس هذه الكمية بالجرامات في المتر المكعب الواحد من الهواء.

الرطوبة النسبية : وهي النسبة المئوية لبخار الماء الموجود في الجو فعلًا في درجة حرارة معينة (الرطوبة الحقيقية) إلى مقدار ما يستطيع هذا الهواء حمله وهو في نفس درجة الحرارة ، وهذه النسبة توضح العلاقة بين كمية بخار الماء الموجودة في الجو وبين كمية بخار الماء التي يستطيع الهواء حملها وهو في نفس درجة الحرارة.

تتباين الرطوبة النسبية تباينا واضحًا وفقًا لتباين درجة الحرارة ، فعندما ترتفع الرطوبة النسبية في الجو يقل معدل التبخر في المسطحات المائية ، وبذلك فإن ارتفاع الرطوبة النسبية في الجو الناتج عن انخفاض درجة الحرارة ومع بقاء الظروف الأخرى ثابتة فإن معدلات التبخر سوف تتناقص ، ولذلك فإن كميات التبخر في الطقس البارد تكون محدودة مقارنة مع مثيلتها في الطقس الحار ، وذلك لأن الهواء الملامس لسطح الماء يكون قادر على تحمل كميات أكبر من بخار الماء .

٤- الرياح

عندما يكون الجو هادئًا فإن كمية المياه المتبخرة من المسطحات المائية تأخذ في النقصان لأن طبقات الهواء الملامسة للسطح تصل إلى درجة التشبع ، لذلك فإن رياحًا خفيفة تعمل على خلط جزئيات الماء الموجودة على شكل بخار في طبقات الهواء الملامسة للسطح وتخلطها مع طبقات الهواء الأعلى والأكثر جفافًا مما يساعد على زيادة كمية المياه المتبخرة ، وبذلك فإن الهواء المضطرب هو الأكثر أهمية في زيادة معدلات التبخر ، ويعتمد الأمر أيضًا على سرعة هذه الرياح .

٥- الضغط الجوي

تصبح جزيئات الماء أكثر انطلاقًا عندما تكون كثافة الهواء الملامس لسطح الماء أقل ، لكنه من الصعب تقدير أثر الضغط الجوي على معدلات التبخر كما أنه لا توجد علاقة واضحة بين الضغط والتبخر ،إلا أنه من الملاحظ بوجه عام أن معدلات التبخر تقل في المناطق المرتفعة حيث يرتفع الضغط .

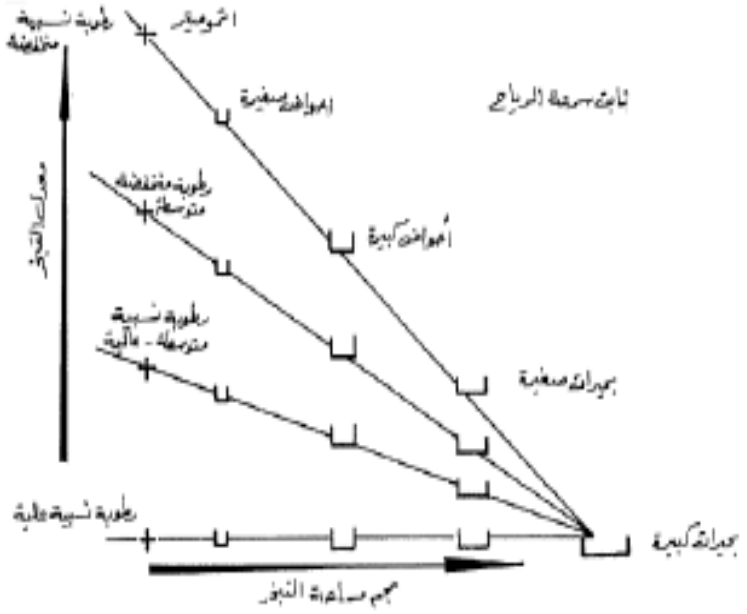
⊙العوامل الجغرافية

١- نوعية المياه :- حيث تقل معدلات التبخر بنسبة ١٪ عندما تزيد ملوحة المياه بنسبة ١٪ لذلك فإن معدل التبخر من المسطحات المائية التي نسبة ملوحتها ٣.٥٪ تقل من ٢- ٣٪ عن المعدلات في المياه السطحية العذبة ، ويعود ذلك لنقصان ضغط البخار للمياه المالحة .

٢- عمق المياه :- في المياه الضحلة يتوافق منحنى درجة الحرارة مع منحنى درجة حرارة المياه ، ولكن في المياه العميقة فإن منحنى درجات الحرارة يكون بصورة عكسية مع منحنى درجات الحرارة للمياه السطحية ، وعليه فإن معدلات التبخر في المياه الضحلة تكون على أشدها في منتصف الصيف ، بينما في المياه العميقة يكون التبخر على أشده في منتصف فصل الشتاء وهذا يرجع إلى عملية الخزن الحراري وعملية المزج البطيئة ضمن المسطحات المائية العميقة .

٣- مساحة وحجم المسطحات المائية :- ترتفع معدلات التبخر في المسطحات المائية الصغيرة الحجم الواسعة المساحة ، وذلك يرجع لعملية التبخر ذاتها ففي حالة البحيرات الكبرى حيث تنطلق جزيئات الماء إلى طبقات الهواء الملامسة لسطح الماء واستمرار هذه العملية يؤدي إلى زيادة المحتوى من بخار الماء في الهواء الملامس للمسطح المائي ، وهذا بدوره يؤدي لنشأة طبقة هوائية

غنية ببخار الماء واستمرار تدفق الرياح بنفس الاتجاه فإنه يؤدي إلى زيادة سمك هذه الطبقة ، ولجعل هذا الأمر أكثر وضوحًا يمكن القول أن الرياح الجافة عندما تهب على البحيرات الكبرى تعمل على زيادة التبخر عند البداية ولكن عند نهاية البحيرة فإن الهواء يصبح مشبع ومن ثم تقل معدلات التبخر ، بينما لا يتوفر هذا الأمر عندما يكون المسطح المائي صغيرًا حيث تعمل الرياح على نقل بخار الماء بعيدا عنه ، كما أن هذا الأمر لا ينطبق على البحار والمحيطات شديدة الاتساع حيث تتأثر بعوامل أخرى.



معدل التبخر من مسطحات مائية مختلفة الحجم

التساقط

هو أحد مراحل الدورة المائية على سطح الأرض وفيه تعود المياه في حالتها السائلة أو الصلبة من الغلاف الجوي إلى سطح الأرض مرة أخرى بعد أن تركت سطح الأرض نحو الغلاف الجوي بواسطة عملية التبخر.

والتساقط هو مصدر جميع المياه العذبة على سطح الأرض ، سواء أكان هذا التساقط على شكل أمطار أو برد أو ثلج ، ويمكن القول أيضًا بأن كل أنواع الجريان السطحي ناجمة بشكل مباشر أو غير مباشر عن التساقط ، لذلك تعد دراسة التساقط أساس الدراسات الهيدرولوجية رغم أنها من صلب تخصص علماء الميترولوجيا والمناخ .

ومن الجدير ذكره أن كمية الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي تساوي فقط ٠,٠٠١٪ من مجمل المياه الداخلة في دورة الغلاف المائي ، وأن هذه الكمية المتواضعة نسبيًا يعود إليها جميع أنواع التساقط على سطح الأرض ويقدر بعض العلماء بأنه لو أتيح لجميع بخار الماء الموجود في الجو أن يسقط على شكل أمطار في نفس الوقت ، فإن معدل التساقط على جميع أنحاء الأرض يصل إلى (٢٥)ملم تقريبًا.

وتتميز أشكال التساقط بالتباين الزماني والمكاني ، وتعد دراسة هذا التباين إحدى اهتمامات علماء الهيدرولوجيا ، حيث يهتم الهيدرولوجي بمعرفة متى تسقط الأمطار وما كميتها وكيف تتوزع ، وكيف نقيس كميتها ، وكيف يتم تحليل هذه الاختلافات.

١- أنواع التساقط

أ- تصنيف التساقط بناءً على أشكاله :

فمن التساقط ما يكون بحالة السيولة ومنها ما يكون صلبًا :فالمطر Rain والرذاذ Drizzle والندى Dew تدخل مباشرة بدورة الماء بينما يؤجل دخول الأشكال الصلبة مثل الثلج Snow والصقيع Frost والجليد Glaze بدورة الماء حتى تصبح درجة الحرارة مناسبة لذلك ، أما البرد فرغم صلابته إلا أن ظروف تشكله تجعله يدخل مباشرة بالدورة المائية كما هو الحال بزخات المطر الغزيرة.

- **الثلج** :- يعتبر الثلج مظهرًا من مظاهر التساقط شأنه في ذلك شأن الأمطار ، والثلج عبارة عن قطرات متجمدة وله أشكال مختلفة، فقد يكون على هيئة مثلثات أو معينات أو غيرها، ويغطي الثلج المتساقط سطح الأرض في طبقة هشة في أول الأمر ولكنها لا تلبث أن تتماسك إذا ما كثرت كمية الثلج الساقطة فيتحول الثلج في هذه الحالة إلى الجليد Ice .

وتسقط كميات من الثلج في العروض دون المدارية ولكن الثلج في هذه العروض لا يلبث على سطح الأرض فترة طويلة وإنما يذوب بعد سقوطه بفترة قصيرة، أما في العروض الاستوائية والمدارية فإن الثلج لا يسقط إلا على الارتفاعات العالية، كذلك يسقط الثلج في العروض المعتدلة الباردة، غير أن الثلج لا يوجد بصفة دائمة هناك إلا في مناطق المرتفعات، حيث يوجد ما يسمى "بخط الثلج الدائم" وهو

وقد ترتفع الكتل الهوائية بفعل اصطدامها بعوائق طوبوغرافية أو بواسطة اصطدامها بكتل أبرد منها ، أو أن يكون صعودها ناجم عن عملية التسخين كما هو الحال بالأمطار الإعصارية ، وليس من المفروض أن يحدث التساقط من أحد هذه الأنواع بمعزل عن الآخر فقد تتضافر عملية التصعيد الناجمة عن التضاريس مع عملية التصعيد الناجمة عن التقاء كتل هوائية متباينة الحرارة .

٢- تباين التساقط Variation of precipitation

من الأمور الرئيسية التي يهتم بها علماء الهيدرولوجيا تباين التساقط مكانيًا وزمنيًا ، بحيث يندر أن يتساوى موقعين بمقدار الأمطار التي تسقط عليهما بنفس الوقت ، كما يندر أن يتساوى التساقط بموقع معين بنفس الوقت ونفس الموعد خلال سنوات مختلفة ، فمعدل سقوط الأمطار السنوي الافتراضي على مختلف بقاع الأرض يصل إلى ٧٠٠ملم (٢٨٠بوصة) تقريبًا، ولكن في حقيقة الأمر قد تمضي عدة سنوات دون أن تهطل أمطار تذكر على بعض المناطق الصحراوية ، في حين يزيد معدل التساقط السنوي في بعض المناطق عن ١٠٠٠ملم كما في جبل Waialeale بجزر هاواي التي يصل معدل التساقط السنوي فيها ١٢٠٠ملم (٤٨٠بوصة).

ويعتمد تباين التساقط مكانيًا على معدلات التبخر وعلى نمط مسار الكتل الهوائية ، حيث يتخذ نمط توزيع الأمطار على سطح الكرة الأرضية أنماطًا شريطية عرضية ، ونظرًا لكون البحار و المحيطات هي المصدر الرئيسي للبخار الموجود في الجو فإن المناطق البعيدة عن الساحل

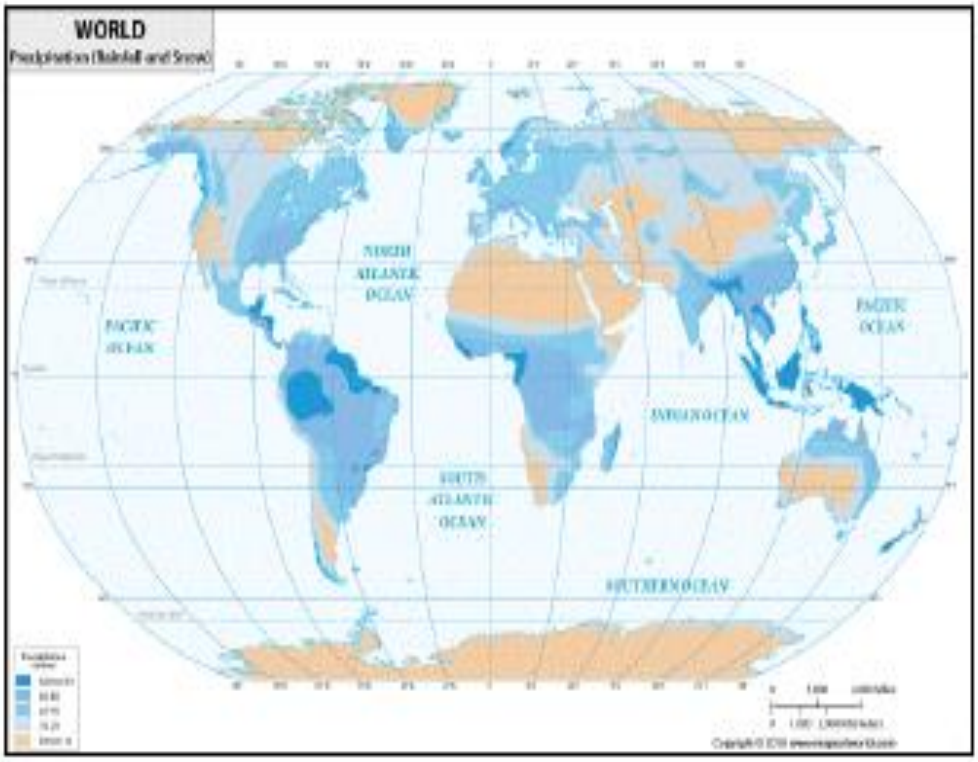
الارتفاع الذي فوقه يظل الثلج دون ذوبان طول السنة سواء في الشتاء أو في الصيف، وارتفاع هذا الخط كبير في العروض الاستوائية والمدارية ثم يقل كلما اتجهنا نحو القطبين حتى نصل إلى عروض يظل الثلج فيها على سطح الأرض طول العام حتى على ارتفاع سطح البحر.

- **البرد** :- هو مظهر آخر من مظاهر التساقط غير أنه يسقط نادرًا وفي مناطق محدودة، والبرد عبارة عن كرات من الجليد، يتراوح نصف قطرها بين ١,٥ إلى ١٠ سنتيمترات، وقد يكون حجم حبات البرد كبيرًا بحيث تؤدي إلى تهشم زجاج النوافذ ، ويندر سقوط البرد في المناطق القطبية لخلوها من العواصف الرعدية، وكذلك يندر سقوطه في المناطق الاستوائية؛ لأن البرد يذوب قبيل وصوله إلى الأرض.

ب- تصنيف التساقط بناءً على أصله :

حتى يتم التساقط يجب تضافر عاملين رئيسيين هما : توفر كمية مناسبة من الرطوبة وتوفر ظروف مناسبة ترفع الكتل الهوائية التي تحمل تلك الكميات من الرطوبة إلى أعلى بقدر يكفي لتكاثف بخار الماء الموجود ومن ثم حدوث التساقط ،و وجود الرطوبة في الهواء الموجود فوق اليابسة يعود إلى تحرك الهواء بموازاة سطح الأرض لعدة مئات من الكيلومترات أو مرورها فوق مسطحات مائية شاسعة كالبحار و المحيطات .

تتصف بقلة التساقط مقارنة بالمناطق المناظرة لها على السواحل ، وتلعب الرياح الدائمة دورًا معدلًا يحد من آثر البعد عن السواحل في تقليل الأمطار بحيث يتعدى تأثير البحار و المحيطات في التساقط المناطق الساحلية لها ، ويمكن أن ينسحب هذا القول على الرياح العكسية التي تهب على إقليم السواحل الغربية في أوروبا ، حيث يتعدى تأثيرها المناطق الساحلية لقارة أوروبا.



التساقط السنوي

العالم بحسب طبيعة المطر

ويغلب على التساقط في مختلف رقاع المعمورة النمط الفصلي ، بحيث ينتظم التساقط وفق أنماط فصلية يمكن التكهن بوقت حدوثه وبكميته وفق بيانات تدل على كميات التساقط في سنوات سالفة ، ويهتم الهيدرولوجي بهذا الأمر اهتمامًا كبيرًا وذلك لرسم السياسات المائية التي تمليها ظروف التساقط.

٣- كثافة التساقط Rainfall intensity

من الأمور التي تهم الهيدرولوجي كثافة التساقط على مستوى العاصفة المطرية ، ومدى استمرارية كثافة التساقط ضمن نفس العاصفة ، حيث يتأثر الجريان السطحي وبخاصة تحديد ذروة الجريان النهري بتحديد كثافة التساقط وديمومته ، وكلما قلت الفترة الزمنية التي يحدد خلالها كثافة التساقط يكون أفضل ، فلو عرفنا كثافة التساقط لكل ساعة أو أجزاء من الساعة

خلال العاصفة المطرية أفضل من معرفتنا بتلك الكثافة خلال العاصفة بشكل عام أو خلال يوم واحد منها .

ويعبر عن هذا الأمر عادة بما يسمى بمنحنى كثافة التساقط Intensity–duration curve وقد نعبر عن ذلك بطريقة أخرى بما يسمى Depth–duration curve ويحدد فيها نسبة التساقط في ساعة ما خلال العاصفة إلى مجموع التساقط الناجم عن نفس العاصفة ، ويمكن استخدام منحنيات أخرى للتعبير عن كثافة التساقط rainfall intensity frequency graph حيث تبين هذه المنحنيات نسبة تكرار كثافة التساقط لمحطة ما ولعاصفة معينة .

٤- الأمطار "من أنواع التساقط"

كيفية سقوط الأمطار :- يتكون السحاب نتيجة لتكاثف بخار الماء إلى نقط مائية دقيقة بعيدًا عن سطح الأرض ، وإذا انخفضت درجة حرارة هذه السحب نتيجة لأي عامل فإن النقط المائية الدقيقة تتحد مع بعضها البعض على شكل نقط مائية كبيرة نسبيًا لا يستطيع الهواء حملها وتسقط على هيئة أمطار، ولكي تسقط الأمطار لابد من أن يكون الهواء محملًا بكمية مناسبة من بخار الماء وأن يرتفع هذا الهواء إلى أعلى حتى تنخفض درجة حرارته، ويرتفع الهواء إلى أعلى نتيجة لأحد العوامل آلاتية :

العوامل المساعدة على سقوط المطر

أ – اصطدام الرياح الرطبة بالمرتفعات يؤدي إلى صعودها إلى أعلى .

ب – ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض ارتفاعًا كبيرًا يؤدي إلى تسخين الهواء الملامس لها ، وارتفاعه إلى أعلى .

ج – تقابل رياح دافئة مع أخرى باردة يؤدي إلى صعود الهواء الدافئ فوق البارد .

أ- أنواع الأمطار

يؤدي كل عامل من العوامل السابقة إلى سقوط الأمطار ولذلك نجد ثلاثة أنواع من المطر تختلف باختلاف العامل الذي يسببها وهي :

- **المطر التصاعدي:**

نتيجة لتسخين الهواء فإنه يتمدد ويضطر للارتفاع إلى أعلى وبارتفاعه يبرد حتى تنخفض درجة حرارته فيحدث التكاثف، وحدوث التكاثف يؤدي إلى إطلاق سراح الحرارة الكامنة في ذرات بخار الماء وتعمل هذه الحرارة على تسخين طبقات الهواء التي تمت بها عملية التكاثف، فيحدث تصعيد آخر وهكذا تستمر العملية على مستويات مختلفة حتى تنخفض نسبة بخار الماء في الهواء أو حتى يبرد إلى درجة لا تساعد على ارتفاعه مرة أخرى ومن صفات مطر التصعيد أنه يحدث في مناطق محدودة وليس على نطاق واسع والسحب المصاحبة لهذا النوع هي الركامي أو المزن الركامي.

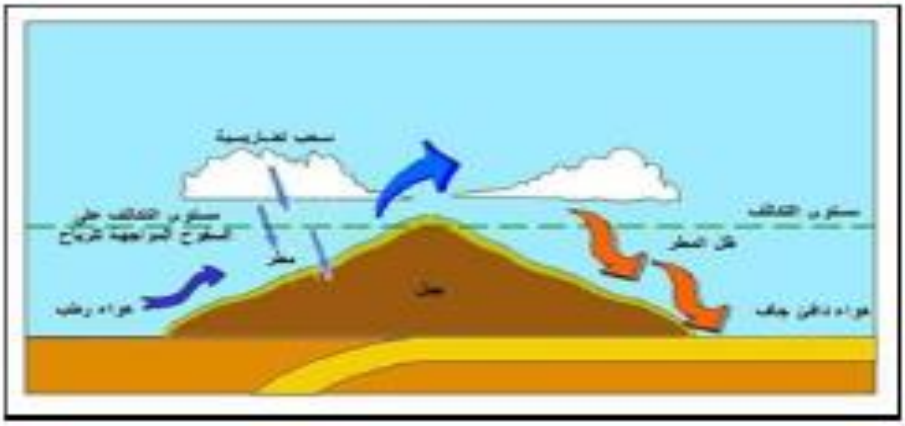
وتستمر الأمطار فترة قصيرة من الزمن ولكنها أمطار غزيرة منهمرة؛ لذلك فهي غير مفيدة كثيرًا للمحاصيل الزراعية ويضيع معظمها في الجريان على سطح الأرض ويضر ذلك بالتربة إذ يؤدي إلى جرفها وتعريتها، وقد تحدث العواصف الرعدية الناتجة عن التصعيد في العروض المعتدلة والباردة أثناء الساعات الدفيئة من النهار وذلك في فصل الصيف فقط.

وأهم مناطق سقوط مطر التصعيد هي العروض الاستوائية والمدارية حيث يسقط المطر هناك بصورة منتظمة في كل أيام السنة وفي الساعات الدفيئة من النهار.

المطر التصاعدي

- **المطر التضاريسي**

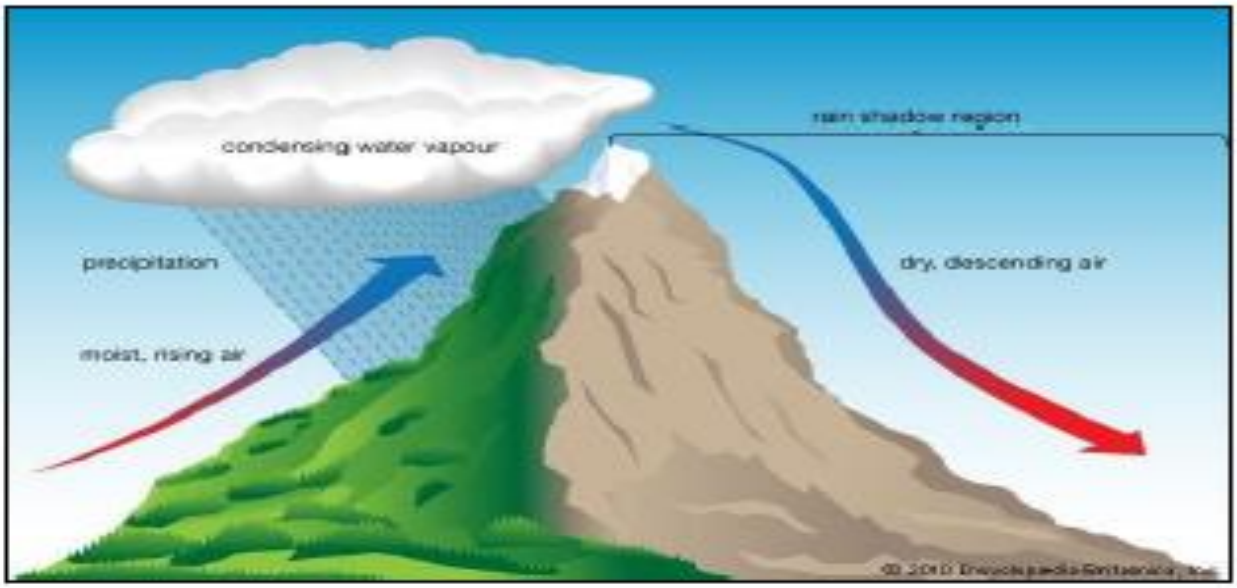
تضطر الكتل الهوائية إلى الارتفاع إذا قابلت عوائق تضاريسية مثل الجبال والهضاب العالية وحتى التلال أحيانًا. وحيث إن بخار الماء يتركز في الطبقات السفلى من الغلاف الغازي ؛ فإن مطر التضاريس قد سقط نتيجة لوجود أي عائق حتى إذا كان منخفضًا فسواحل القارات في مواجهة الرياح قد تكون سببًا لسقوط أمطار غزيرة حتى لو كانت تلك السواحل منخفضة ، ومن أمثلة العوائق التضاريسية التي تؤدي إلى سقوط أمطار غزيرة جبال هملايا في شمال الهند وجبال كسكيد Cascadeفي غرب الولايات المتحدة.



الأمطار التضاريسية

وتسقط الأمطار غزيرة على السفوح المواجهة للرياح Windwardأما السفوح غير المواجهة للرياح Leewardفلا يصيبها نصيب يذكر من الأمطار ويقال إنها تقع في ظل المطر Rain Shadow ؛وذلك لأن الرياح تفقد معظم ما بها من بخار الماء على السفوح المواجهة لها، كما أن الرياح بعد عبورها للمرتفعات وفقدانها لبخار الماء تكون دفيئة بسبب هبوطها وما يصحب ذلك

من عملية تسخين وبسبب إضافة الحرارة الكامنة الناتجة عن تكاثف بخار الماء إلى الهواء .

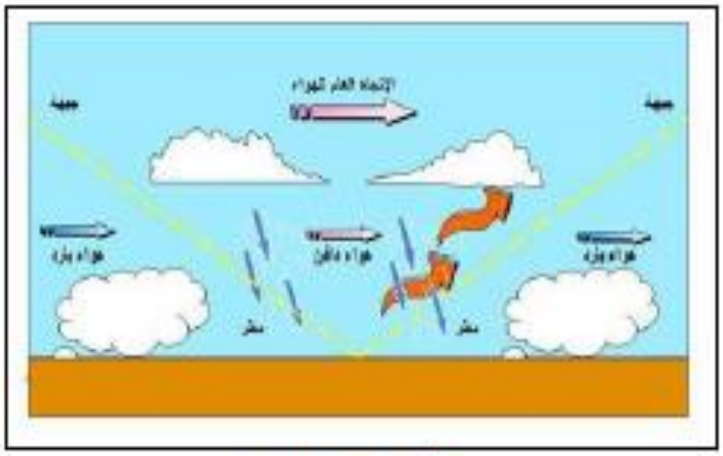


وليس لمطر التضاريس دورة يومية أو فصلية خاصة كما هو الحال بالنسبة للمطر التصاعدي، وإنما نجد أن مطر التضاريس يجتذب المطر الموجود في الكتل الهوائية التي تمر على المرتفعات وقت مرورها، وقد تحتاج الكتلة الهوائية إلى عملية رفع بسيطة حتى يحدث التكاثف ويسقط المطر.

- **المطر الإعصاري:**

يسقط هذا النوع من الأمطار نتيجة لمرور انخفاضات جوية أو ما نسميه بالأعاصير Cyclonesويحدث أن يجتذب الإعصار تيارات هوائية من الشمال والجنوب أو بمعنى آخر من مصدرين مختلفين في حرارتهما، وعندما يحدث

تقابل بين تيارين هوائيين فلابد من حدوث حركة تصاعدية، وبالطبع يصعد الهواء الدافئ وهو الأخف وزنًا إلى أعلى، وارتفاع الهواء إلى أعلى يؤدي إلى برودته وحدوث التكاثف خاصة إذا كان الهواء محملاً ببخار الماء، وهذا الوضع يحدث أثناء مرور الأعاصير في العروض المعتدلة حيث تلتقي الكتل الدفيئة القادمة من العروض المعتدلة بالكتل الهوائية الباردة القادمة من ناحية القطب، أما في حالة تقابل الكتل الهوائية في المناطق الاستوائية والمدارية فإنه لا تنتج عن ذلك آثار مناخية هامة؛ ذلك لأن الكتل الهوائية التي تتقابل في هذه العروض تكون متشابهة من حيث حرارتها.



الأمطار الإعصارية

أي دراسة تفصيلية للمطر لا يكفي أن تتناول كمية المطر السنوي فقط، ولكن لا بد من معرفة فصلية المطر ومدى الاعتماد على المطر وتركيز المطر ودرجة غزارته، وكذلك درجة احتمال سقوط المطر أو عدم سقوطه.

فصلية المطر: Seasonality فمن المهم أن نعرف متى يسقط المطر، وفي أي فصل من الفصول، إذ لا يكفي أن نعرف أن كمية المطر السنوي في مكان ما هي ٤٠ سم إذ قد يسقط من هذه الكمية ٣٠ سم في فصل الصيف أو بالعكس، ولفصلية المطر أهمية كبيرة فيما يتعلق بالنباتات، ففي العروض الوسطى تستفيد النباتات من مطر الصيف أكثر من مطر الشتاء؛ ذلك لأنه في الصيف يأتي المطر مع ارتفاع درجة الحرارة وهو فصل النمو عندما تكون النباتات في حالة نشاط ، وفي العروض المدارية لا يهم كثيرًا في أي فصل من فصول السنة يسقط المطر، حيث إن الحرارة مرتفعة باستمرار.

درجة الاعتماد على المطر: Reliabity وهذه تتعلق بمدى الذبذبة التي تحدث في كمية المطر من سنة لأخرى، وقد لوحظ أن الذبذبة في الأقاليم ذات المطر الغزير أقل منها في الأقاليم الجافة أو بمعنى آخر أن درجة الاعتماد على المطر تقل كلما قلت كميته، ولهذا أهمية كبيرة بالنسبة للزراعة في الأقاليم شبه الجافة والجافة حيث تتعرض المحاصيل لأخطار قلة المطر أو تأخره في بعض السنوات، كذلك في الدراسات المناخية لا بد من الحصول على إحصائيات عن المطر لمدة طويلة قد تصل إلى ٢٥ سنة في حالة الأقاليم الجافة حتى تكون النتائج دقيقة، بينما قد تكفي ١٠ سنوات في حالة الأقاليم المطيرة.

تركيز المطر ودرجة غزارته: intensityمن المهم أن نعرف عدد الأيام التي يسقط فيها المطر وكمية المطر التي تسقط في اليوم الماطر، ويهتم الزراع بمعرفة عدد الأيام التي يسقط بها المطر وكيفية توزيعها على مدار السنة لما في ذلك من أهمية قصوى بالنسبة للمحاصيل.

ب- العوامل المؤثرة في سقوط المطر

الأمطار لا تخضع لعامل واحد بل أنها تتأثر بعوامل كثيرة :-

- وجود المسطحات المائية :- فالمناطق التي تحيط بها بحار واسعة تكون في العادة أكثر مطرًا من المناطق البعيدة ، ويرجع ذلك إلى أن الهواء في المناطق الأولى يكون أكثر رطوبة من الهواء في المناطق الثانية ، وذلك على فرض تساويهما في درجة الحرارة ونظام التضاريس.
- ارتفاع درجة الحرارة :- فهذا الارتفاع يساعد على نشاط عملية التبخير وازدياد الرطوبة في الهواء فضلًا عن أنه يساعد على نشاط حركة التيارات الصاعدة .
- مظاهر التضاريس :- فالمناطق الجبلية تكون عادة أكثر مطرًا من السهول ، وتكون المنحدرات المواجهة لهبوب الرياح دائمًا أغزر مطرًا من المنحدرات الأخرى ، وكثيرًا ما يؤدي وجود سلاسل جبلية مرتفعة إلى ظهور مناطق صحراوية في السهول المجاورة لها .

- اتجاه الرياح ونوع الهواء الذي تأتي به :- فالرياح التي تهب من ناحية البحر تساعد على سقوط الأمطار على العكس من الرياح التي تهب من اليابسة .

د- التوزيع العام للمطر في العالم

أهم مظاهر توزيع المطر في العالم ما يلي:

١- هناك منطقة مطر غزير حول خط الاستواء وذلك في منطقة الجبهة المدارية Inter Tropical Convergence.

٢-المناطق دون المدارية Subtropicalتتميز بقلة المطر حيث تفترق الرياح عند خطي عرض ٣٠ شمالًا وجنوبًا، ويوجد هواء هابط وضغط مرتفع مما لا يساعد على سقوط الأمطار.

٣- تبدأ كمية المطر في الزيادة وتوجد منطقة مطر غزيرة فيما بين خطي عرض ٤٠، ٥٠ شمالًا وجنوبًا، وهذا هو نطاق تقابل الرياح .

٤- تبدأ كمية المطر في القلة مرة أخرى نحو القطبين فيما وراء خطي عرض ٥٥ شمالًا وجنوبًا.

٥- من تفاصيل توزيع المطر أنه في العروض الوسطى والعليا نجد أن الأجزاء الجافة توجد في قلب القارات حيث تبعد عن مصدر الرطوبة، وتبدو هذه الظاهرة أكثر وضوحًا في قارات نصف الكرة الشمالي بسبب اتساع الكتل اليابسة

ب- التوزيع الفصلي للمطر

نلاحظ على التوزيع الفصلي للمطر في العالم ما يأتي:

١- لا توجد فصلية واضحة للمطر في العروض الاستوائية، فالمطر يتوزع فيها على مدار السنة.

٢- إلى الشمال والجنوب من خط الاستواء بين خطي عرض ١٠، ١٥ تبدأ الفصلية في سقوط المطر في الظهور، وترتبط قيمة المطر بفصل الحرارة المرتفعة وبانتقال الجبهة المدارية إلى الشمال والجنوب مع حركة الشمس الظاهرية.

٣- في العروض المدارية بين خطي عرض٢٠ درجة، ٣٠ درجة شمالًا وجنوبًا نجد أن فصل المطر هو فصل الشتاء وهو فصل مرور الأعاصير.

٤- في العروض العليا ابتداء من خط عرض ٤٠ درجة ومتجهًا نحو القطب توجد عروض ممطرة طول العام، غير أن السواحل الغربية في هذه العروض تنال كمية من المطر في فصل الشتاء، أما داخل القارات وشرقها فينال كمية أكبر من المطر في فصل الصيف .

هـ- نظم المطر

يمكن أن نجمل نظم المطر وتوزيعها على العالم فيما يلي:

١- النظام الاستوائي:

يسود على جانبي خط الاستواء بين خطي عرض ٥ درجة شمالًا وجنوبًا، وتبلغ كمية المطر السنوي في هذا النطاق حوالي ١٥٠ سم سنويًا وقد تصل إلى ٢٠٠ سم، وهناك بالطبع بعض اختلافات محلية نتيجة لتباين مظاهر السطح أو توزيع اليابس والماء فالمطر في حوض الكونغو أقل منه في جزر الهند الشرقية؛ وذلك لارتفاع السطح في جزر الهند الشرقية، ولأنها محاطة بالماء.

ويسقط المطر في الأقاليم الاستوائية طول العام، وليس هناك فصل جفاف، غير أن للمطر الاستوائي قمتان في الاعتدالين الربيعي والخريفي، وهاتان القمتان ترتبطان بحركة الشمس الظاهرية، وتمثل هذا النظام مدينة ليبرفيل في حوض الكنغو .

وتأخذ قمتا المطر في الاقتراب من بعضها كلما بعدنا عن خط الاستواء؛ لذلك يمكن تمييز نظام شبه استوائي يظهر بين خطي عرض ٥، ٨ درجة شمالًا وجنوبًا، وفي هذا النظام تبدأ كمية المطر في القلة، وتبدأ قمة المطر في التركيز في فصل الصيف، وتمثل هذا النظام مدينة واو في جنوب السودان .

٢- النظام السوداني:

يوجد بين دائرتي عرض (٨-١٨ شمال وجنوب خط الاستواء) وقمة المطر في هذا النظام توجد في فصل الصيف ؛بحيث يصبح فصل الشتاء فصل جاف، وكذلك كمية المطر في هذا الإقليم أقل منها في الإقليم الاستوائي، وتظل كمية المطر في التدرج نحو القلة حتى نصل إلى الإقليم الصحراوي الحار، ويمثل النظام السوداني مدينة ملكال في وسط السودان.

٣- النظام الصحراوي الحار:

ابتداءً من خطي عرض ١٨ درجة شمالًا وجنوبًا يأخذ المطر في الندرة، ويظهر في النظام الصحراوي ويمتد حتى خطي عرض ٣٠ درجة شمالًا وجنوبًا خاصة في غرب ووسط القارات، ويلاحظ أن أطراف الإقليم الصحراوي المتاخمة للإقليم السوداني تنال أمطارها في فصل الصيف فتتبع في ذلك النظام السوداني، بينما الأطراف المتاخمة لإقليم البحر المتوسط تنال أمطارها في فصل الشتاء متأثرة في ذلك بالأعاصير التي تصيب إقليم البحر المتوسط في فصل الشتاء، ومن أمثلة الإقليم الصحراوي على أطراف الإقليم السوداني مدينة الخرطوم، ومن أمثلة الإقليم الصحراوي على أطراف إقليم البحر المتوسط مدينة القاهرة.

٤- النظام الموسمي:

النظام الموسمي (يقع في المناطق التي تقع شرق وجنوب شرق آسيا) يخضع للفصلية الحادة؛ نتيجة لاختلاف درجة حرارة اليابس والماء في فصل

الصيف والشتاء وما يترتب على ذلك من اختلافات في الضغط الجوي، ومن المعروف أن الرياح الموسمية الشتوية الخارجة من اليابس لا تحمل مطرًا؛ لذلك يتميز فصل الشتاء في الإقليم الموسمي بالجفاف فيما عدا بعض أجزاء محدودة بسبب ظروف محلية خاصة، أما في فصل الصيف فتسقط أمطار غزيرة تجلبها الرياح الموسمية الصيفية التي تهب من البحار محملة ببخار الماء، وقد سجلت أكبر كميات للمطر في العالم في الإقليم الموسمي في مدينة تشيرابونجي على السفوح الجنوبية لجبال هملايا، حيث تصل كمية المطر السنوي إلى حوالي ١٠٦٠ سم، ومن أمثلة النظام الموسمي مدينة مومباي في الهند

٥- نظام البحر المتوسط:

يوجد هذا النظام بين خطي عرض ٣٠، ٤٠ درجة شمالًا وجنوبًا في غرب القارات، وكذلك في منطقة حوض البحر المتوسط، وفي فصل الصيف تسود في هذا الإقليم الظروف الصحراوية الجافة، أما في فصل الشتاء فيتعرض هذا الإقليم لمرور الانخفاضات الجوية التي تؤدي إلى سقوط مطر إعصاري، وتتراوح كمية المطر في هذا الإقليم بين ٥٠، ١٥٠سم، ويمثل هذا النظام مدينة الجزائر.

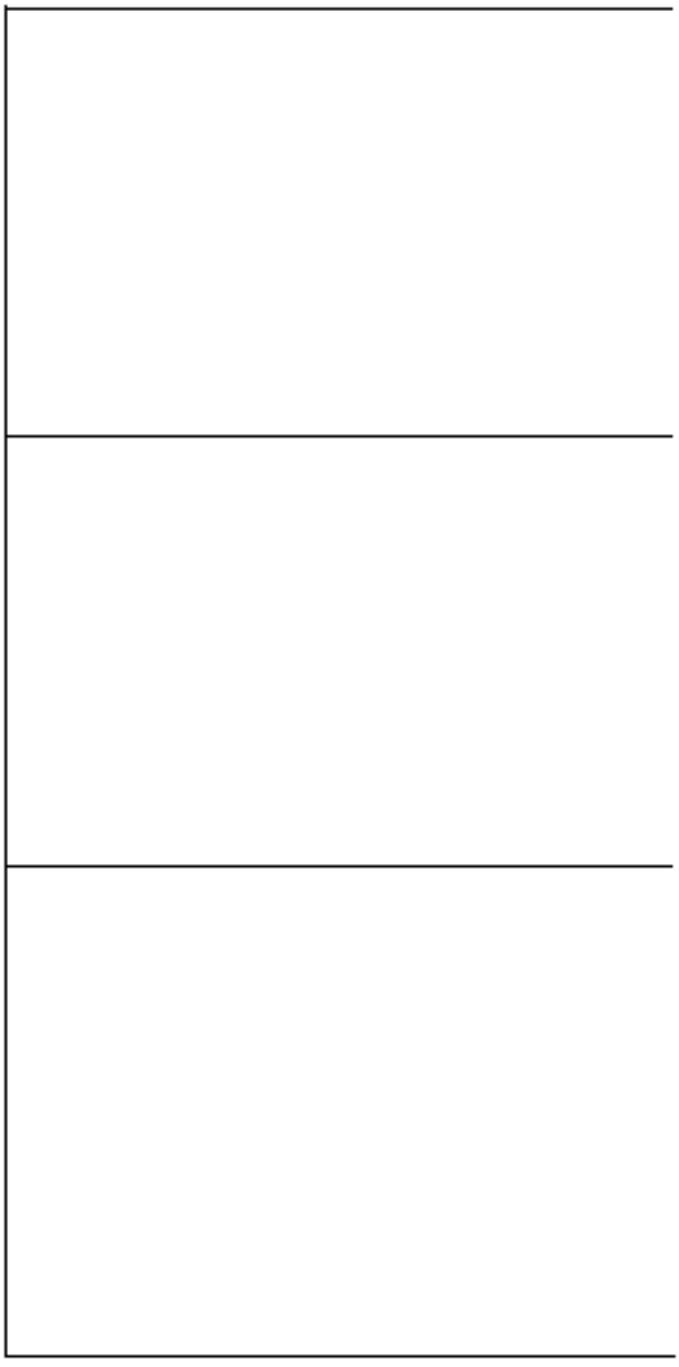
٦- النظام الصيني:

يظهر هذا النظام في شرق القارات في نفس عروض نظام البحر المتوسط، ويتميز هذا النظام بسقوط أمطاره طول العام، وإن كانت هناك قمة

نشاط

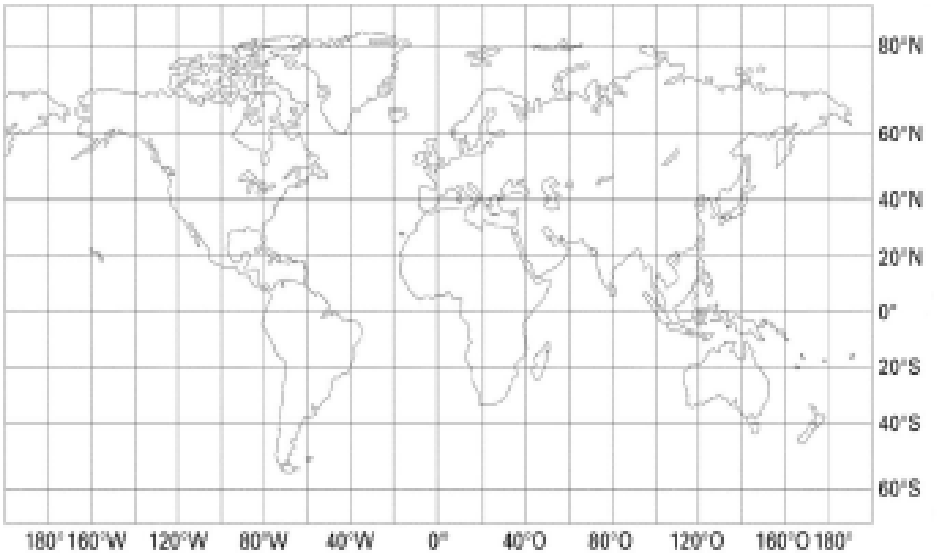
نشاط (1) أرسم كل الخرائط التي تخص التبخر والتساقط والأمطار سواء من الكتاب أو كتاب خارجي.

نشاط (٣) من خلال دراستك ارسم شكلا يعبر عن ما يلي :-

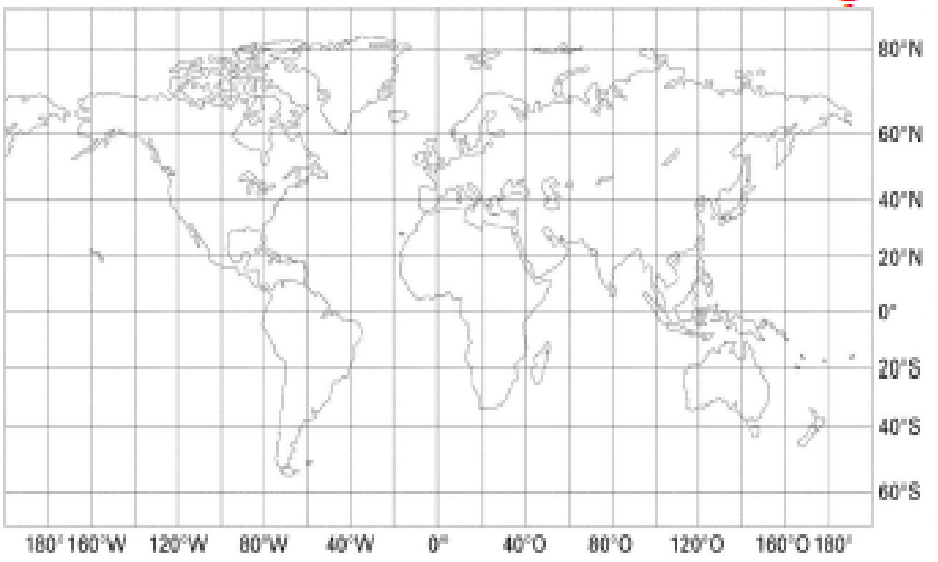


نشاط(٣) وضح على الخريطة ما يلي :-

التوزيع العام للمطر



التوزيع الفصلي للمطر



الفصل الثالث

التوزيع الجغرافي للأنهار في العالم

***المدخل:**- تعتبر الأنهار مصدرا رئيسيا للمياه العذبة ، وهي ذات أهمية في حياه الإنسان والنبات والحيوان، وتتصف الأنهار باتساع دائرة توزيعها الجغرافي، وهي محدودة في كمياتها بالقياس إلي مصادر المياه العذبة الأخرى، فهي لا تشكل سوي(٠٠٤,٠٪) من جملة حجم المياه العذبة، بما يعادل (٠٠٠١, ٠٪) من إجمالي مصادر المياه المختلفة علي سطح الأرض.

والنهر عبارة عن مجري مائي محدد الجوانب، ويتكون من تجمع عدد من المسيلات أو الأودية المائية في جزئه الأعلى، وينحدر مجري النهر مع مناسيب سطح الأرض الأدنى منسوبا حتى يصب عند مستوي قاعدته وهي البحر أو المحيط أو البحيرة (يقصد بمستوي القاعدة المنسوب الذي يسعي النهر للوصول إليه حتى مرحلة التعادل)، ويطلق علي سطح البحار والمحيطات (منسوب صفر) اسم مستوي القاعدة العام للأنهار) وهناك بحيرات ينخفض منسوبها عن منسوب سطح البحر وهذه تشكل مستوي قاعدة لبعض الأنهار مثل بحيرة بيكال في أسيا (منسوبها أكثر من ١٥٠٠م تحت مستوي البحر) ويصب فيها أنهار مثل أنجارا، وهناك بحيرات داخلية منسوبها فوق مستوي البحر مثل بحر آرال في أسيا ٤٦ م(يصب فيها نهر سرداريا ونهر أمودايا).

وتشكل الأمطار الساقطة عند المنابع أو الثلوج الذائبة أو كليهما أهم مصادر المياه التي تجري في مجاري الأنهار، وتفقد الأنهار كميات من المياه بفعل التسرب والتبخر، والتصريف في المسطحات المائية.
وتتوقف كمية التصريف المائي(حجم الماء) في مجاري الأنهار علي عدة عوامل منها مساحة حوض النهر، وطول مجري النهر واتساعه ودرجات الحرارة وطبيعة الصخور وغيرها.

أولا: بعض الخصائص العامة للأنهار:

قبل الدخول في تفاصيل توزيع الأنهار في العالم يجب الإشارة إلي بعض الخصائص الخاصة بالأنهار، وتشمل التعريف بالنهر والحوض ومصادر تغذية الأنهار، وأنواع الأنهار حسب مصادر تغذيتها الرئيسية:

***الحوض النهري:** وهو مساحة من الأرض تتجمع فيها الأمطار لتكون مجري النهر وتشمل كل روافد وفروع النهر من منبعه حتى مصبه، ويفصل بين الأحواض النهرية مناطق مرتفعة تعرف بخطوط تقسيم المياه، وهناك أحواض نهرية كبيرة (تزيد مساحتها علي ٥٠ ألف كم^{٢}) وأحواض نهرية متوسطة(تزيد مساحتها علي ٣٠ ألف كم^{٢})،وأحواض نهرية صغيرة(مساحتها ٥-٣٠ كم^{٢})،ويقسم الحوض إلي ثلاثة أقسام: الحوض الأعلى وهو نقطة بداية جريان النهر ويعرف بالمنبع ويكون النهر شديد الانحدار سريع الجريان وتزداد عمليات النحت الرأسي وتكثر الجنادل والشلالات، والحوض الأدنى ويعرف بالمصب حيث يقل الانحدار ويصل النهر إلي حالة التوازن،

ويتفرع النهر إلي عدة أفرع وتتكون الدلتا، أما الحوض الأوسط فيكون مجري النهر معتدلا في الانحدار والجريان وتتناقص شدة النحت الرأسي ويكون المجري علي جانبية ما يعرف بأرض الوادي(الترسيب علي جانبي المجري).

***التصريف النهري:** يوجد نوعان للتصريف النهري هما التصريف الخارجي والتصريف الداخلي؛ فيقصد بالتصريف الخارجي أن النهر يصرف مياهه خارج حوضه، أي يصب في المسطحات المائية البحرية المفتوحة من البحار والمحيطات مثل نهر النيل الذي يصب في البحر المتوسط، ونهر اليانجتسي الذي يصب في بحر شرق الصين، ونهر الكنغو في المحيط الأطلنطي.

أما التصريف النهري الداخلي فيعني أن النهر يصرف مياهه داخل حوضه، أي في بحر مغلق أو بحيرة مغلقة داخل اليابس مثل نهر الأردن الذي يصب في البحر الميت.

ثانيا: مصادر تغذية الأنهار بالمياه:-

تستمد الأنهار مواردها المائية من عدة مصادر، ويعتبر التساقط بأشكاله هو المورد الأساسي لتغذية الأنهار، حيث تؤدي الأمطار والثلوج إلي عملية الجريان علي سطح الأرض، كما تستمد الأنهار المياه من الغطاء الجليدي ومن المياه الجوفية، وغيرها من المصادر الأخرى، وتعتمد نسبة هذه المصادر علي الظروف الطبيعية كالمناخ حيث تزداد تغذية الأنهار بالمياه في المناطق التي تزداد فيها كميات الأمطار وتساقط الثلوج مثل المناطق الباردة والمناطق المعتدلة الرطبة

والمناطق الجبلية والمناطق الاستوائية، حيث تتميز تلك المناطق بكثرة التساقط فيها طوال العام، وفيما يلي موجز لمصادر التغذية:-

١- **التغذية المطرية:** بعد سقوط الأمطار علي سطح الأرض تتشبع التربة بالمياه ثم يبدأ الماء بالجريان علي سطح التربة مكونا المسيلات المائية التي تتجمع وتشكل الجداول والأودية، ثم المجاري المائية الأكبر حجما.

وتكون التغذية المطرية موسمية فيفيض النهر في الصيف، أو تكون منتظمة كما في المناطق الاستوائية، أو تكون التغذية المطرية غزيرة في فصل الأمطار وذوبان الثلوج كما في العروض الوسطي البحرية.

٢- **التغذية الثلجية:** وهذه تظهر بوضوح في العروض الوسطي والعليا وفي المناطق الجبلية المرتفعة؛ حيث يذوب الثلج في الربيع والصيف.

٣- **التغذية الجمودية:** وهذه تظهر في فصل الصيف في الأحواض العليا للأنهار والتي تبدأ منابعها من الجبال المرتفعة، حيث تبدأ الثلوج في الذوبان مما يزيد من تصريف الأنهار وحدوث الفيضانات كما في جبال القفقاس، الهيمالايا ، والألب ، و البامير.

٤- **التغذية المختلطة:** وهذه أكثر أنواع التغذية شيوعا، حيث تشارك جميع أنواع التغذية في تزويد الأنهار بالماء كما في الأنهار الكبيرة التي تنبع من الجبال العالية.

٥- **التغذية الاصطناعية:** وهذه تتم عن طريق الإنسان الذي يعمل علي تحويل جزء من مياه النهر إلي نهر أخر لأي غرض كالري أو الملاحة النهرية.

٦- **التغذية من البحيرات والمستنقعات:** تشارك المستنقعات الغنية بالمياه في تغذية الأنهار مثل منابع نهر الفولجا، وقد تكون البحيرات مصدرا أساسيا لتغذية الأنهار كما هو الحال في البحيرات الكبرى الأفريقية الاستوائية التي تغذي نهر النيل.

٧- **التغذية بالمياه الجوفية:** تعتبر المياه الجوفية مصدرا مهما ودائما لتغذية الأنهار بالمياه؛ حيث تعتمد التغذية الجوفية علي مستوي الماء الجوفي، فتزداد التغذية بارتفاع مستوي الماء الجوفي، ويساهم الماء الجوفي في استمرار جريان الأنهار.

***أنواع الأنهار حسب المصدر الرئيسي لتغذيتها بالمياه:**

١- أنهار ذوبان الثلوج في السهول والمرتفعات حتى(١٠٠٠م) مثل أنهار سيبيريا وشمال أمريكا الشمالية.

٢- أنهار ذوبان الثلوج فوق المرتفعات العالية مثل أنهار أسيا الوسطي.

٣- أنهار الأمطار الصيفية: مثل الأنهار الموسمية والمدارية كنهر الكنغو.

٤- أنهار ذوبان الثلوج ومياه الأمطار مثل أنهار السويد وألمانيا ودجلة والفرات، وهذه في المناطق التي تتميز بشتاء بارد وتساقط الثلوج، وتتميز بان قمة تصريف النهر يكون في فصل الربيع وتنخفض في أواخر الصيف والخريف.

٥- أنهار الأمطار الشتوية والصيفية: وفيها تزيد نسبة التصريف الشتوي عن الصيفي مثل أنهار وسط وغرب أوربا كنهر السين ونهر التايمز، وأنهار جنوب أوربا وشمال افريقية نتيجة غزارة الأمطار.[٨]

***العوامل المؤثرة في حجم مياه الجريان السطحي للأنهار:-**

يختلف حجم مياه الأنهار(التصريف) تبعا لعدة عوامل نذكر منها:

١- مساحة حوض النهر؛ حيث مع اتساع مساحة الأحواض بصورة عامة تتزايد أطوال مجاري الأنهار، فنهر النيل يبلغ طوله(٦٦٧٠ كم) في حوض مساحته (٣,٣ كم^{٢}) ونهر اليانجتسي بطول(٥٤٩٤ كم) في حوض مساحته(١,٩ مليون كم^{٢}) ويبلغ طول مجري نهر الرون في فرنسا (٨٠٠ كم) في حوض مساحته(٩٦ ألف كم^{٢}).

وبصفة عامة نجد أن حجم التصريف المائي للأنهار المتدفق في المسطحات البحرية والمحيطية يتزايد مع اتساع مساحة حوض النهر، إذ يعني اتساع مساحة الحوض تزايد معدلات المياه المتدفقة عبر الروافد إلي مجري النهر الرئيسي وخاصة إذا كان يقع الحوض أو معظمه في أقاليم وفيرة الأمطار، فاتساع مساحة حوض نهر الأمازون(أكثر من ٧ مليون كم^{٢}) أسهم في ضخامة تصريفه المائي في المحيط الأطلنطي بمتوسط (١٨٠٠٠٠ م^{٣}/ ثانية) بما يعادل(١٩,٢٪) من جملة التصريف المائي في العالم مما جعله يشغل المركز الأول، بينما نجد حجم التصريف المائي لنهر الكنغو(٤١٠٠٠ م^{٣}/ثانية) بما يعادل(٤ ,٤٪) من جملة التصريف المائي لانهار

٨)انظر:حسن أبو سمور،وحامد الخطيب،جغرافية الموارد المائية،مرجع سبق ذكره.

العالم، ويرجع ذلك إلي الضالة النسبية لمساحة حوض الكنغو(٣,٤ مليون كم^{٢}) مقارنة بمساحة حوض الأمازون.

٢- غزارة الأمطار وضخامة الجريان السطحي تحدد مستوي التصريف المائي للأنهار؛ فنهر الكنغو يشغل المركز الثاني بين انهار العالم من حيث ضخامة التصريف المائي بعد الأمازون، بالرغم أنه يشغل المركز الثالث من حيث مساحة الحوض،ويرجع ضخامة تصريفه المائي إلي غزارة الأمطار الاستوائية التي تتراوح بين(١٢٥-٢٢٥ سم^{٣}) سنويا، كما ساهمت الأمطار الموسمية الغزيرة في نطاق حوض الجانج/البراهما بوترا(١٠٠-٢٠٠ سم^{٣}) سنويا في أن يأتي النهر في المركز الثالث بين أنهار العالم من حيث ضخامة التصريف المائي.

٣- المناخ الجاف وشبه الجاف: فبالرغم من تصدر نهر النيل لأنهار العالم في طول المجري واحتلاله المركز الرابع من حيث مساحة الحوض، إلا أن امتداده في نطاقات جافة وشبه جافة بدءا من شمال السودان وحتى مصبه في البحر المتوسط، وعدم استقباله خلالها لأية روافد نهرية، وامتداده في نطاقات شديدة الحرارة (حوالي ثلث طول مجراه) مما أدي إلي فقدان كميات كبيرة من مياه النهر بالتبخر في خلال تلك المسافة علاوة علي فقدان كميات كبيرة من المياه في منطقة السدود النباتية في جنوب السودان، مما أدي إلي ضالة حجم تصريفه المائي الذي لا يتجاوز(٣٠٠٠ م^{٣}/ ثانية) ولذلك جاء في المركز التاسع عشر بين أنهار العالم من حيث حجم التصريف المائي.

٤- كثافة عمليات الري الصناعي: حيث يتسم متوسط التصريف المائي لبعض الأنهار بالضالة النسبية نتيجة لكثافة عمليات الري الصناعي علي طول امتداد سهولها الفيضية كما هو الحال في نهر النيل ونهر السند ونهر دجلة والفرات.

٥- كثافة الاستخدام البشري: يؤدي كثافة الاستخدام البشري للأنهار سواء كمجاري مائية أو في الأغراض الاقتصادية والسكانية المختلفة، إلي ضالة التصرف المائي؛ ففي أنهار غرب أوربا بالرغم من غزارة الأمطار وكثرة الروافد النهرية ووجود الغطاءات الجليدية عند منابع نهر الفولجا ونهر الراين فلم يتجاوز متوسط التصريف المائي لانهار الفولجا(٨٠٠٠ م^{٣}/ ثانية) ونهر الراين ونهر الرون(٢٠٠٠ م^{٣}/ثانية) ويرجع ذلك لكثرة الإنشاءات والأعمال الصناعية المشيدة علي طول امتداد مجاريها، واستخدامات مياهها في الأغراض المختلفة.

ثالثا:التوزيع الجغرافي لبعض أهم الأنهار في العالم

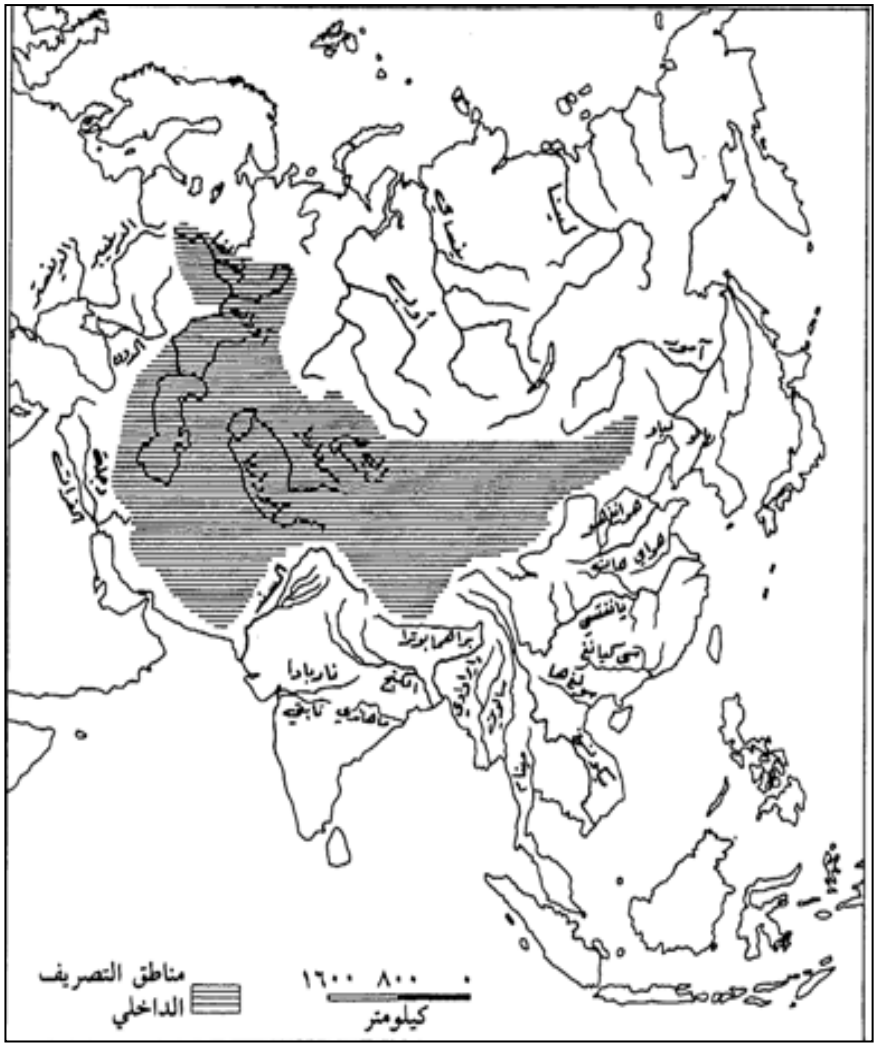
يوجد في العالم أكثر من مائة نهر يتجاوز طول المجري الرئيسي لكل منها (١٦٠٠ كم) ويتصدرها نهر النيل في افريقية، والأمازون في أمريكا الجنوبية، والميسيسيبي في أمريكا الشمالية اليانجتسي وأوب في أسيا، وهي الأنهار الرئيسية الكبرى في العالم حيث يتجاوز طول المجري الرئيسي لكل منها خمسة ألاف كيلو متر.

١- في قارة أسيا

تضم قارة أسيا العديد من الأنهار الرئيسية الهامة والتي لها قيمة حضارية واقتصادية .

* **خصائص التصريف النهري في أسيا:-** يتسم التصريف النهري في قارة أسيا باتساع مساحة النطاقات ذات التصريف المائي الداخلي، وهذه تتركز في الأجزاء الداخلية من القارة، وذلك أعظم المساحة وطبيعة مناسيب سطح الأرض ومحاور اتجاه السلاسل الجبلية وخصائص عناصر المناخ.

ويمكن تقسيم الأنهار الرئيسية في أسيا إلي أربع مجموعات رئيسية هي:-(مجموعة الأنهار الشمالية، مجموعة الأنهار الشرقية، مجموعة الأنهار الجنوبية، مجموعة الأنهار الغربية) (الشكل رقم(٣)



شكل رقم(٣) الأنهار الرئيسية في أسيا

١-**مجموعة الأنهار الشمالية:**- تشمل الأنهار التي تجري في سيبيريا بشمال أسيا، ومن أهمها(أوب، ينيسي، لينا، أمور) ومن **خصائصها:**- أنها تتجه من الجنوب إلي الشمال، بطيئة الجريان(باستثناء نهر أمور) لان انحدار سطح الأرض خفيف باتجاه الشمال- تتجمد الأنهار معظم شهور السنة- تذوب الثلوج في فصل

الصيف القصير، وتجري المياه في الأنهار– تصب الأنهار في المحيط المتجمد الشمال– تكثر المستنقعات علي جوانب الأنهار في الصيف لذوبان الجليد وبطئ تيار المياه وانخفاض ضفافها، وانخفاض سطح الأرض وبخاصة في المجري الأدنى للنهر.

–من أهم أنهار مجموعة شمال أسيا:–

***نهر ينسي:** وهو أحد أطول الأنهار في العالم بطول(٥٥٤٠ كم)، وعظيم تصريف المياه (١٩٠٠٠ م^{٣}/ثانية) وينبع من هضبة منغوليا، وجبال وسط أوراسيا مثل(جبال تاي ومرتفعات سيان) حيث تضم عدة أنهار تكون المجري الرئيسي لنهر ينسي، ويصب كل منهما في خليج أوب، وخليج ينسي وينتهي في(بحر كارا) بالمحيط المتجمد الشمالي، وتبلغ مساحة حوض النهر (٢٥٨٠ كم^{٢}) تقريبا، ويفيض النهر خلال فصل الربيع لذوبان الجليد، وبعدها ينخفض منسوب مياه النهر، ثم يفيض مرة أخري خلال فصلي الصيف والخريف نتيجة لسقوط الأمطار الغزيرة، وتحمل مياهه كميات كبيرة من الرواسب التي تلقيها في بحر(كارا) في الشمال، كما تتجمد مياه النهر خلال شهور الشتاء.

***نهر أمور:** وهو ينبع من مرتفعات منغوليا الداخلية وشمالي الصين، وطول مجراه(٢٨٢٤ كم) ويصب في مضيق(تاتار) الذي يفصل سيبيريا عن جزيرة سخالين في المحيط الهادي، ويعرف النهر في الصين باسم هيلونج (وتعني التنين الأسود) ويعرف في منغوليا باسم كارمن (ويعني النهر الأسود)،ويتكون نهر أمور من التقاء نهري ارجون، ونهر شيلكا الذي يلتقي به نهري أون، وإنجودا، وتبلغ مساحة

حوض نهر أمور (١٨٥٥ كم^{٢}) ويفيض النهر خلال فصل الربيع نتيجة ذوبان الثلوج، وتبلغ ذروة الفيضان في الصيف والخريف نتيجة لسقوط الأمطار، ويقدر متوسط تصريف النهر بحوالي(١٢ ألف م^{٣}/ثانية).

٢-مجموعة الأنهار الشرقية:-

* **نهر الهوانجهو:** ويعرف بالنهر الأصفر ويبلغ طوله(٤٦٧٢ كم) ويستمد مياهه من جبال كن لن شمال هضبة التبت بمقاطعة شنغهاي الصينية، ويتجه نحو الشرق ليصب في خليج تشهلي(خليج بوهاي) والنهر متعدد الروافد، ويكون دلتا قرب مصبه في خليج شيهلي، وتبلغ مساحة حوضه حوالي(٧٤٥ ألف كم^{٢}) وكان حوض الهوانجهو مهدا لحضارة الصين القديمة، ويسكنها أكثر من عشر سكان الصين.

***نهر اليانجتسي:** ويعرف بابن المحيط ويبلغ طوله(٥٥٣٠ كم) وهو أطول أنهار الصين، وينبع من جبال كن لن ، ويجري النهر في اتجاه الشرق ليصب في بحر الصين الشرقي قرب مدينة شنغهاي، ويعتبر حوض نهر يانجتسي من أهم أحواض أنهار الصين لاتساع مساحته(١,٩ مليون كم^{٢}) ومتوسط تصريف النهر حوالي(٣٤٠٠٠ م^{٣} /ثانية) وكبر مساحة سهولة الصالحة للزراعة حيث تبلغ حوالي(٢ مليون كم^{٢}).

٣-مجموعة الأنهار الجنوبية:- تتجه أنهار هذه المجموعة نحو الجنوب بصورة عامة لتصب في بحر جنوب الصين، وخليج بنغال وبحر العرب بالمحيط الهندي، ومن أهم هذه الأنهار:

***نهر ميكونج:**- وهو أطول أنهار المجموعة الجنوبية وسادس أنهار أسيا وطوله حوالي(٤ ألاف كم) وينبع من مقاطعة تسنهاي الصينية، ويصب في بحر جنوب الصين إلي الجنوب من مدينة (هوشي منه) وهو يخترق أراضي خمس دول(الصين،لاوس،تايلاند،كمبوديا،فيتنام) وتبلغ مساحة حوضه حوالي(٧٥٠ ألف كم^{٢}) يقع منها داخل أراضي الصين حوالي(٢٣ ٪)،والباقي علي باقي دول الحوض.

ويتصف المجري الأعلى للنهر بالضيق وسرعة الجريان حيث يخترق مناطق الهضاب والجبال المرتفعة، والنهر يتألف من مجموعة كبيرة من الروافد والمجاري المائية في حوضه الأعلى، بينما يتصف باعتدال الجريان وغزارة مياهه في كمبوديا، ثم يقل حجم مياهه بالاتجاه نحو المصب بسبب انسياب المياه في أعداد كبيرة من القنوات وتسرب كميات منها في المستنقعات، وتشكل الأمطار الناتجة عن الرياح الموسمية مصدر تغذية النهر بالمياه لذلك يبلغ أقصي تصرفه في حوضه الأعلى مع بداية شهر أغسطس وسبتمبر، ويصل إلي أعلي منسوب في حوضه الأدنى بعد حوالي شهر أي في أواخر أكتوبر، وتصل المياه إلي أدني منسوبها علي طول امتداد النهر خلال أبريل، وتأخذ في الارتفاع في مجري النهر خلال مايو أو يونيه، ومتوسط تصرفه(١١٠٠٠ م^{٣}/ثانية)

***نهر الجانج:**- وهو ينبع من السفوح الجنوبية لمرتفعات الهيمالايا ويتجه بصفة عامة من الشمال والشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي مخترقا سهول شمالي الهند حتى منطقة الدلتا، حيث يغير اتجاهه نحو الجنوب ليصب في خليج بنغال، ويخترق النهر في قسمه الأوسط

سهل(جانجتيك) وهو سهل خصيب كثيف السكان وذو أهمية تاريخية لأنه كان مهدا للعديد من الحضارات القديمة ، وله أهمية دينية عند الهندوك، وتتعدد روافد النهر لتشمل أنهار(بهاجيراثي، ألاكنادا، دهولي جانجا ، وغيرها) ثم يدخل نطاق الدلتا ويلتقي مع نهر البراهما بوترا ويعرف المجري الواسع الناتج عن التقاء النهرين باسم(بادما) وتتعدد الفروع النهرية في منطقة الدلتا الواقعة داخل أراضي دولتي الهند وبنجلاديش، وتبلغ مساحة حوضه(١,٦ مليون كم^{٢}).ويتوقف منسوب مياه نهر الجانج علي الثلوج الذائبة علي السفوح الجنوبية لمرتفعات الهيمالايا خلال الفترة من شهر ابريل إلي يونيه، وأمطار الأعاصير، ومياه أمطار الرياح الموسمية ما بين شهري يوليو وأكتوبر، ويبلغ متوسط تصرفه المائي(٣٨٠٠٠ م^{٣}/ثانية).

٤- مجموعة الأنهار الغربية:-

* **نهر دجلة:** ويبلغ طوله حوالي (١٨٠٠ كم) فيجري منها في الأراضي العراقية (١٤٠٠ كم) وينبع نهر دجلة من مرتفعات جنوب شرق هضبة الأناضول بتركيا حيث جبال طوروس، ومن جبال زاجروس بإيران، ويصب في النهر مجموعة كبيرة من الروافد المنتشرة في أراضي تركيا وإيران والعراق، ومن أهم روافده نهر الخابور ويلتقي مع نهر دجلة عند فيشخابور، ونهر الزاب الكبير ويلتقي بنهر دجلة عند بلدة شورة، ويشكل الزاب الكبير ثلث مصادر مياه نهر دجلة، ونهر الزاب الصغير، وأقيمت علي نهر دجلة العديد من السدود العراقية مثل الموصل والثرثار والكوت والعمارة.

ويلتقي نهري دجلة والفرات عند بلدة قرنه بالقرب من البصرة ليكونا معا شط العرب الذي يصب في الخليج العربي جنوب شرق الفاو.

***نهر الفرات:** ويبلغ طوله حوالي(٢٨٠٠ كم)،وهو ينبع من هضبة الأناضول بتركيا ويجري في الأراضي التركية لمسافة(٥٤٤ كم) ليدخل أراضي سوريا حتى بلدة البوكمال، وبعدها يدخل أراضي العراق عند بلدة حصيبة، وأهم روافده(نهر فرات صو، ومراد صو) وهما يلتقيان ليشكلان نهر الفرات، ويقطع جبال طوروس عبر خانق عميق ثم يدخل بعد ذلك الأراضي السورية، وقد أقيم سد الطبقة أو سد الثورة وتكونت بحيرة الأسد، ومن أهم روافد الفرات في سوريا(نهر الساجور، نهر بليخ الفرات، ونهر الخابور) الذي يلتقي بنهر الفرات جنوب مدينة دير الزور.

ثم يدخل نهر الفرات إلي الأراضي العراقية بالقرب من مدينة البوكمال، ثم يقترب من نهر دجلة عند الرمادي قرب بغداد ويتجه نحو الجنوب الشرقي ثم الجنوب باسم شط الهندية حتى يصل الكوفة ويسمي شط الكوفة، وبعد مدينة السماوة يتفرع نهر الفرات إلي عدة فروع ثم يلتقي الفرات ودجلة عند القرنة شمال البصرة فيما يعرف بشط العرب، وتعتمد العراق علي نهر الفرات وأقيمت علية السدود مثل الرمادي والحبانية والهندية، وتبلغ مساحة حوض الدجلة والفرات حوالي(١١ مليون كم^{٢}) ومتوسط تصرفه المائي(١٠٠٠م^{٣}/ثانية).

٥- مجموعة الأنهار ذات التصريف الداخلي:-

***نهري سيرداريا وأمودايا**(سيحون وجيحون) وهما ينبعان من جبال هندكوش وهضبة البامير، وتجري بهما المياه عند ذوبان الثلوج في

الصيف، وهما ينحدران بشدة تبعا لتضاريس المنطقة إلي مجاريهما الدنيا التي تتميز بالبطء علي عكس مجاريهما العليا، ويستمر جريان النهران نحو الشمال الغربي حتى يصبا في بحر آرال(يصب نهر سيرداريا في شماله، ونهر أمودايا في جنوبه).[٩]

٢-أهم الأنهار في قارة أفريقية

يتميز التصريف النهري في قارة افريقية بخصائص معينة نتيجة لعدة عوامل من أهمها:- الموقع الجغرافي لقارة افريقية، حيث يقسم خط الاستواء القارة إلي نصفين يتخذ القسم الجنوبي منها شكل شبه جزيرة تتوغل في المسطحات المائية (المحيطين الأطلنطي والهندي) مما أدي إلي غزارة أمطاره.

-وتعدد المجاري النهرية وغزارة تصريفها المائي- بينما القسم الشمالي عكس ذلك حيث تشغل الصحراء الكبرى معظمه لوقوعه في ظل المطر مما أدي إلي ضآلة أعداد الأنهار ومائيتها وقصر أطوالها وتركزها عند الأطراف باستثناء نهر النيل الذي توجد منابعه الاستوائية في وسط القارة.- وخصائص المناخ السائدة في أقاليمها المختلفة.

ولتلك العوامل تأثير في تحديد **أنماط** التصريف النهري كالتالي:-

- أنهار دائمة الجريان، وتتركز في النطاق الأوسط للقارة ويعرف هنا باسم(نيل فيكتوريا) ويتجه نحو الشمال مخترقا سطح بحكم غزارة أمطارها الاستوائية.

٩)انظر: محمد المعتصم أحمد،وآخرون،الجغرافيا الإقليمية(أوراسيا)،مرجع سبق ذكره.

– وأنهار موسمية الجريان وتنتشر حول النطاق الأوسط للقارة وبخاصة في الجنوب والشرق والشمال نتيجة لسقوط الأمطار الموسمية.

وأنهار تجري فيها المياه بشكل مفاجئ وخلال فترات زمنية محدودة كما في النطاقات الصحراوية بنصفي القارة.

شكل رقم(٤) أهم الأنهار في افريقية

– وتصرف معظم أنهار القارة مياهها في المحيط الأطلنطي حيث تصرف فيه حوالي(٨٣٪) من جملة مساحة أحواض الأنهار الرئيسية في القارة، بينما تصرف بقية المساحات من أحواض الأنهار الرئيسية في المحيط الهندي والبحار المتصلة به، وقد ساعد علي ذلك عدة عوامل منها عظم أطوال السواحل الأفريقية المطلة علي المحيط الأطلنطي، وطبيعة أشكال سطح الأرض والتي تتميز باتساع مساحة الأحواض التضاريسية القريبة من ساحل الأطلنطي ، وارتفاع نطاق هضاب شرق افريقية واقترابه من ساحل المحيط الهندي(انظر الشكل رقم ٤) الذي يوضح أهم الأنهار في افريقية.

***نهر النيل:**– يختلف نهر النيل عن بقية أنهار العالم بأنه ينبع من الجنوب ويسير باتجاه الشمال ليصب في البحر المتوسط، ويبلغ إجمالي طوله حوالي (٦٦٧٠ كم) وهو أطول أنهار افريقية، وتبلغ مساحة حوضه حوالي(٣,٣ مليون كم^{٢}) ليأتي في المركز الثاني بعد حوض الكنغو من حيث مساحة الحوض، وتبدأ منابعه من دائرة عرض (٤$^{\circ}$ جنوبا) حيث ينبع رافد روفوفو من الحافة الشرقية للأخدود الغربي ثم يصب في نهر كاجيرا الذي تنساب مياهه في بحيرة فيكتوريا، ويعد كاجيرا المغذي الرئيسي لنهر النيل بمياه دائمة عن طريق البحيرة ، ويخرج النيل من بحيرة فيكتوريا قرب مدينة جانجا هضبة البحيرات إلى الأخدود الغربي مرورا بمساقط مائية كشلال ربيون شمال مدينة جانجا، وهو ضيق المجري وسريع الجريان، وبعدها يدخل نطاق سهلي ويتسع مجراه ويبطأ الجريان، ثم يدخل

بحيرة كيوجا، ثم يتجه نحو الغرب وتعترضه شلالات مرتشيزون قبل دخوله بحيرة ألبرت، ثم يخرج من هذه البحيرة باسم نيل ألبرت متجها نحو الشمال حتى شمال أوغندا ليدخل أراضي السودان، ويسمى ببحر الجبل، ويتميز النيل في جنوب السودان بتعدد روافده التي تشمل أساسا بحر الجبل وبحر الغزال ونهر السوباط، ويمتد النطاق السهلي نحو الشمال ليشمل سهول وسط السودان التي تضم أرض الجزيرة وسهول النيل الأبيض.

ويتصل بالنيل في قسمه الأوسط والشمالي بالسودان بالنيل الأزرق ونهر عطبرة وروافدهما(ويعرف بالنيل النوبي) ويتميز هنا بكثرة الجنادل والشلالات، وضيق المجري وسرعة الجريان.

ثم يدخل النيل أراضي مصر عند وادي حلفا عند خط عرض(٢٢° شمالا) ويبلغ طول النيل في مصر حوالي(١٥٢٠ كم) أي ما يعادل(٢٣٪) من إجمالي طول النهر، ولا يتصل بالنيل في طول جريانه في مصر بأي رافد نهري، وتقل كمية مياهه تدريجيا بالاتجاه من الجنوب إلي الشمال نحو المصب في البحر المتوسط ، ويرجع ذلك لعدم وجود روافد نهرية ولارتفاع درجة الحرارة وبالتالي يتعرض النهر للتبخر، كما يتعرض للتفرع حيث يتفرع نهر النيل شمال مدينة القاهرة بحوالي(٢٢ كم) إلى فرعين دمياط ورشيد اللذان يخترقان دلتاه ليصبا في مياه البحر المتوسط، وقد كون سهولا فيضية من التكوينات الرسوبية القليلة الانحدار التي تفصل حافة الهضبة الإفريقية عن

ساحل البحر المتوسط مما يتيح له المجال ليسير مسافة طويلة في واديه ودلتاه[١٠]

ويبلغ متوسط تصرف نهر النيل عند أسوان(بحيرة ناصر) حوالي(٨٤ مليار م^{٣}) سنويا، وتصرفه المائي في البحر المتوسط يبلغ(٣٠٠٠ م^{٣}/ثانية)

***نهر الكنغو:** يتصدر نهر الكنغو أنهار افريقية من حيث اتساع مساحة الحوض(٣,٥ مليون كم^{٢}) تقريبا، بينما يشغل المركز الثاني بعد نهر النيل من حيث طول مجراه (٤٧٠٠ كم) وهو يقع في قلب إفريقيا المدارية المطيرة، ويتكون نهر الكنغو من التقاء نهري(لوالابا) قرب منابع نهر الزمبيزي، ونهر(لوابولا) الذي يعد امتدادا لنهر (شامبيزي) وينبع نهر(لوالابا) من جنوب شرقي الكنغو الديمقراطية ويتجه نحو الشمال ليلتقي بنهر(لوابولا) عند التقاء خط عرض(٤٥ ٦$^{\circ}$ جنوبا بخط طول ٥٠ ٢٦$^{\circ}$ شرقا) ثم يستمر سيره حتى شلالات ستانلي(بويوما) ويعرف نهر الكنغو أحيانا باسم نهر(لوالابا) وبعد شلالات ستانلي ينحرف النهر نحو الشمال الغربي ثم إلي الغرب مكونا انحناءة كبيرة يلتقي في نطاقها بروافد (أروويمي، لندي، إنمبيري، لومامي) ثم يتجه نحو الجنوب الغربي ليلتقي برافده(مونجالا) وبروافد أخري أهمها(أوبانجي) ثم يتجه ليصب في المحيط الأطلنطي مشكلا خط الحدود السياسية بين دولتي(الكنغو الديمقراطية، والكنغو كينشاسا.

---

١٠) انظر : محمد السيد غلاب ،وآخرون،جغرافية العالم، ج٢،دراسة إقليمية ،افريقية واستراليا،مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ،١٩٩٨ .

ونهر الكنغو صالح للملاحة في ثلاث مسافات رئيسية (ما بين مدينة متادي ومصبه، وما بين شلالات بويوما وبحيرة ماليبواو ستانلي، وما بين شلالات بويوما واتجاه المنابع) ويتصف مصب النهر بالاتساع والعمق، ويتميز نهر الكنغو بضخامة تصرف مياهه(٤١٠٠٠ م^{٣}/ثانية) أو ما يعادل(١٣٥٠ كم^{٣}) سنويا، وهذا يرجع إلي غزارة الأمطار واتساع مساحة حوضه وتعدد روافده.

***نهر النيجر:** وهو ثالث أطول أنهار افريقية(٤١٨٠ كم) ويعرف بعدة أسماء افريقية مثل نهر(جوليا) ويعرف مجراه الأعلى باسم نهر (مايوبالو) ومجراه الأوسط باسم(أساإجهيرن) ومجراه الأدنى باسم (كوارا) وتبلغ مساحة حوضه حوالي(١٨٩٠ ألف كم^{٢})،ومتوسط تصرفه السنوي حوالي(٢٦٣ كم^{٣}) (٦٠٠٠ م^{٣}/ثانية).

وينبع نهر النيجر من شمال هضبة فوتا جالون عند خط عرض(٠٥ ٩$^{\circ}$ شمالا) ويتجه النهر نحو الشمال ثم يغير اتجاهه نحو الشمال الشرقي ليلتقي بروافد(مافو، نياندان، ملبو، تنكيسو) وينتهي المجري الأعلى للنهر عند كتلة سوتوبا قرب (باماكو في دولة مالي) ثم يبدأ النهر بانحدار هابط يعترضه الجنادل، ثم يتجه نحو الشرق والشمال الشرقي مع خلو مجراه من الجنادل، وعند (موبتي) يلتقي نهر النيجر برافد (باني) ويمتد من الضفة اليسري للنهر عدة بحيرات صغيرة تتصل بمجري النهر عن طريق القنوات، وعند(تمبكتو) يغير النهر مجراه ليتجه نحو الشرق، ثم يخترق خانق ضيق، ثم يتسع مجراه ويخترق السهول الفيضية عند(جاو).

وباستثناء المسافة بين (مدينتي باماكو، لوليكورو) وهذه تكثر فيها الجنادل، يتصف مجري النهر الأوسط بصلاحيته للملاحة، ويستمر نهر النيجر في السير نحو الشرق والجنوب الشرقي ليبدأ مجراه الأدنى عند بلدة (جيبا في نيجيريا) ويتسع المجري والسهل الفيضي ، ويلتقي بروافد هامة مثل نهر(كادونا) بعد جيبا بحوالي(١٦٠ كم) وهذا الرافد يغذي النهر بحوالي(٢٥٪) من جملة تصريفه المائي السنوي، وعند بلدة(لوكوجا) يلتقي نهر النيجر برافده الكبير(نهر بنوي) ثم يستمر في اتجاه الجنوب مخترقا نطاق التلال والسهول حتى يدخل نطاق الدلتا، ثم يصب في خليج غينيا بالمحيط الأطلنطي، وتمتد دلتا النيجر من الشرق إلي الغرب بمسافة(٣٢٠ كم) ومن الشمال إلي الجنوب بمسافة(٢٤٠ كم) وتبلغ مساحة دلتا النيجر حوالي(٣٦ ألف كم^{٢}) ويخترقها شبكة كثيفة من المجاري النهرية المتصلة بمجري النيجر مثل(بوني، فوركادوس).[١١]

*** نهر الأورانج:-**

وهو أطول انهار جنوب افريقية حيث يبلغ طوله (٢٠٩٢ كم) وينبع من سفوح مرتفعات دراكنزبرج التي يصل ارتفاعها(٣٢٠٠ م) تقريبا، ويتجه مجراها بصفة عامة نحو الجنوب والجنوب الغربي ليشكل خط الحدود الفاصل بين مقاطعتي الكاب والأورانج، وما بين الكاب وجمهورية ناميبيا، ويعترض مجري النهر بعد مدينة أبينجتون شلالات (اوجرابيس).

١١)انظر:محمد خميس الزوكة،جغرافية المياه،مرجع سبق ذكره.

ومن أهم روافده أنهار(كرا، كاليدون، فال، سيكاو) ويجري الجزء الأخير من مجري نهر الأورانج في نطاق صحراء كلهاري الجافة مما يعرضه لفقد كميات كبيرة من المياه بفعل التبخر، ويصب في خليج ألكسندر بالمحيط الأطلنطي، ويعترض مصبه بعض السدود الرملية.

٣-أنهار قارة أوربا

تتميز السمات العامة للأنهار ونظم جريانها في قارة أوربا بخصائص أشكال السطح الرئيسية؛ حيث أدي انخفاض منسوب مساحات واسعة من القارة واستواء سطحها إلي انحدار جريان العديد من أنهار القارة بين البطء والاعتدال في نطاقاتها السهلية أو الحوضية، ووجود أعداد كبيرة من الأنهار طويلة المجري(لا يقل عن ألف كم) مثل نهر الفولجا(٣٦٩٠ كم) ونهر الدانوب(٢٨٥٠ كم) ونهر الراين(١٣٢٠ كم) ومعظم الأنهار صالحة للملاحة وتستغل في عمليات النقل، وتنقسم أنهار أوربا إلي أربع مجموعات رئيسية يوضحها الشكل(٥)

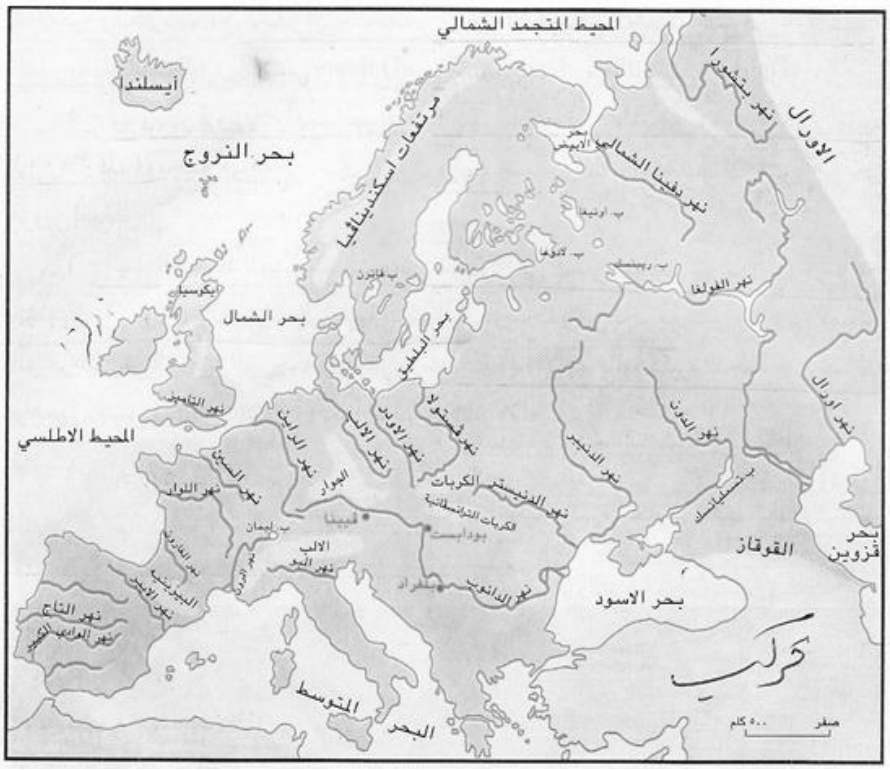
١- مجموعة أنهار شرقي أوربا:-

وتضم(الفولجا، الدنيير، الدون، الدونيستر) ومن أهم خصائصها:-

- طول مجرى النهر وكثرة تعرجه، حيث تضم هذه المجموعة أطول أنهار القارة، واتساع السهول واستوائها، ومعظم الأنهار صالحة للملاحة- وتتبع معظم الأنهار من تلال جليدية مرتفعة.

- وتتباين نظم جريان المياه في الأنهار تبعا لفصلية سقوط المطر، وذوبان الثلوج؛ حيث تسقط الأمطار الصيفية، فترتفع منسوب المياه

في الأنهار مع سقوط المطر ثم تأخذ في التناقص مع اقتراب فصل الخريف– وتتجمد مياه الأنهار خلال شهور الشتاء – ويوجد موسمان لفيضان الأنهار يتفقان مع شهور الصيف والربيع، حيث الأمطار الصيفية، وذوبان الثلوج في الربيع).



شكل رقم(٥) الأنهار في أوربا

***نهر الفولجا:** يعد نهر الفولجا أطول أنهار أوربا (٣٦٩٠ كم) وهو ينبع من تلال فلداي التي ترتفع إلي(٢٢٨ م) وهي واقعة شمال غرب مدينة موسكو، وينحدر النهر ببطء في اتجاه الجنوب، ويصب في بحر قزوين عند ساحله الشمالي الغربي(بحر قزوين–٣٠ م).

وتبلـغ مسـاحة حوضـه(١,٣ مليـون كـم٢) تقريبـا، وحوضـه غزيـر الأمطار، وتتعدد الروافد التي تصل إلي(١٥١ ألف رافد ومجري مائي) ويبلـغ متوسـط تصـرفه حـوالي (٨٠٠٠ م٣/ثانيـة) بمتوسـط سـنوي (٢٦٤ مليار م٣) والنهر يتجمد لمدة ثلاثة شهور في السنة.

ويمكن التمييز بين ثلاثة أجزاء لمجري نهر الفولجا كالتالي:

– المجـري الأعلـى، ويبـدأ مـن منبعـه حتـى التقـاء الفولجـا برافـده الكبير(نهر أوكا) عند مدينة نايزني نوفجورود (جوركي سابقا).

ويتسم النهر هنا بضيق المجري وكثرة المصاطب علي جانبي المجري ويعبر النهر سلسلة من البحيرات الصغيرة مثل بحيرة بينو، وفولجو، وتتعدد روافد النهر حتى خزان(ريبنسك)،وبعده يلتقي النهر بعدة روافد أهمها(كوستروما،أوكا).

– المجري الأوسط، ويبدأ من نقطة التقاء أوكا حتى التقائه برافده (كاما) ويتميز المجري بضخامة تصريفه المائي لتعدد روافده الكبيرة.

– المجري الأدنى، ويبدأ من نقطة التقاء النهر برافده كاما حتى مصبه في بحر قزوين،ويتسم المجري بضخامة مائيته وانحداره نحو الجنوب الغربي علي طول امتداد تلال الفولجا التي علي يسار النهر نحو مدينة فولجا جراد،ورافده الرئيسي هنا هو(نهر أختوبا) الذي يتجه نحو الجنوب الشرقي موازيا لمجري الفولجا،وتتعدد روافد نهر الفولجا في منطقة الدلتا لتشمل(بوزان، بولدا، كاميزياك، ستارايا).

٢– **مجموعة أنهار غربي أوربا:** وتتميز بعدة سمات رئيسية هي:

–تفيض مياه الأنهار خلال شهور الشتاء نتيجة لخضوع غربي أوربا الذي يتميز بسقوط الأمطار طوال العام والتي تزداد في الشتاء،بينما

تقل المياه في الأنهار خلال فصل الصيف نتيجة لارتفاع درجة الحرارة التي تسهم في الفقد بالتبخر.

– اعتدال جريان المياه في معظم الأنهار وعدم تغيير منسوب مياهها بشكل فجائي خلال شهور السنة،وبخاصة الأنهار التي مصدرها ذوبان الجليد،وساعد علي ذلك سقوط الأمطار الغزيرة طوال العام نتيجة الرياح الغربية العكسية، وتقل الأمطار بالاتجاه من الغرب نحو داخل القارة بعيدا عن المحيط الأطلنطي.

– تتصف انهار القسم الشمالي الغربي في شبه جزيرة اسكندناوة ذات الطبيعة الجبلية بالانحدار الشديد،مما أسهم في توليد الكهرباء، ونقل الأخشاب من الغابات طوال العام باستثناء فترة التجمد.

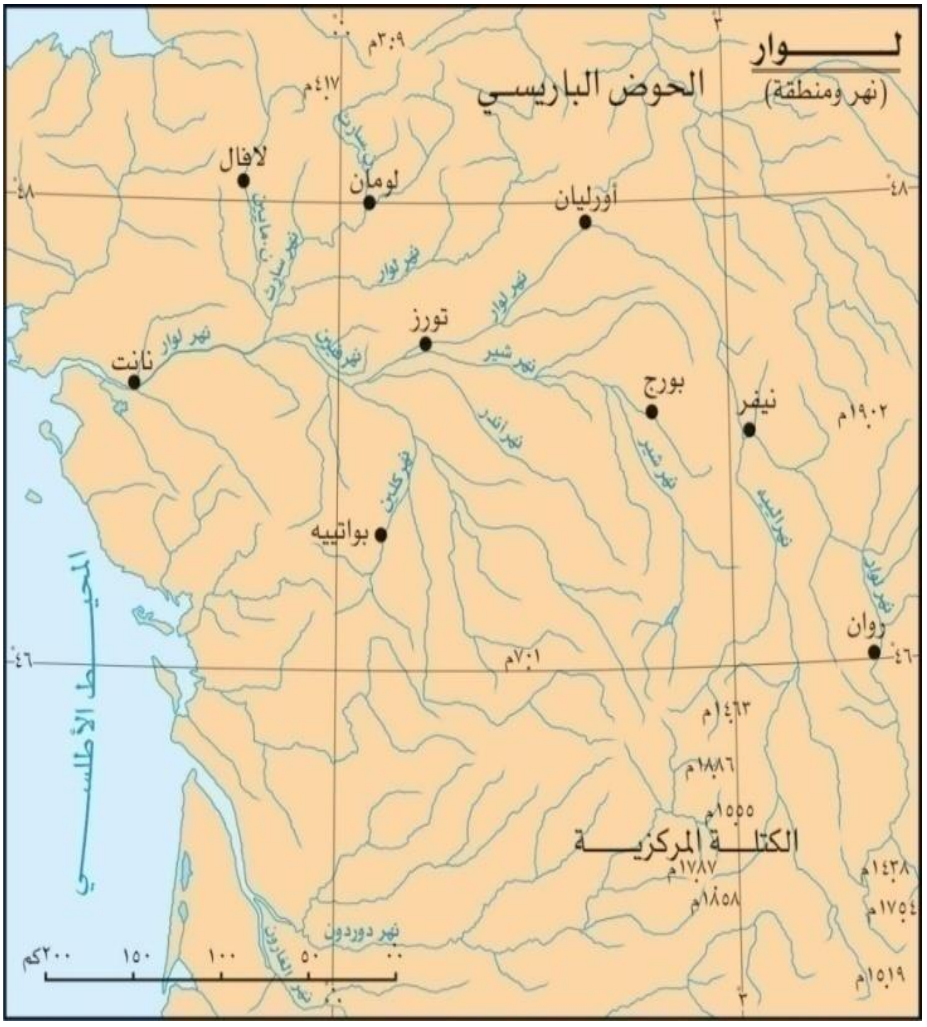
– تتميز الأنهار بتناسق تدفق مياهها نتيجة لمرور معظمها خلال أعداد كبيرة من البحيرات الجليدية الأصل قبل أن تصب في البحار المحيطية،ومن أنهار غرب أوربا الهامة (إيمز،إلب) وهما يصبان في بحر الشمال،وأنهار(أود، فستولا) ويصبان في البحر البلطي،وأنهار الجزر البريطانية(التميز، سيفرن)،وتعد أنهار(اللوار، السين) من أشهر أنهار غربي أوربا.

***نهر السين:**– وهو من أهم انهار فرنسا،حيث يعد النهر الرئيسي في حوض باريس،وينبع من الأجزاء الشمالية لهضبة فرنسا الوسطي،ويصب في القنال الانجليزي،ويبلغ طول مجراه الرئيسي حوالي(٧٧١ كم) ويتصل بالنهر من جانبه الأيسر بعض الروافد الصغيرة مثل (نهر يونى، نهر لونج).

ويعد نهر السين المخرج النهري الرئيسي لشبكة من الأنهار التي تتصل به، وتنحدر من الجانب الشرقي لحوض باريس مثل أنهار (مارن، أوبي، أوسي) والنهر غزير المياه حيث يبلغ متوسط تصريفه المائي حوالي (٤٥٠ م/ثانية) عند المصب، وهذا يرجع إلي الموقع الجغرافي لنهر السين، وتعدد روافده.

***نهر اللوار**:- يجري نهر اللوار في أراضي فرنسا(شكل رقم ٦) ويعد أطول الأنهار الفرنسية وطوله(١٠٢٠ كم) وتبلغ مساحة حوضه(١١٥ ألف كم^{٢}) وهو ينبع من هضبة فرنسا الوسطي (بارتفاع ١٤٠٠ م) على بعد ١٥٠ كم من ساحل البحر المتوسط، متجها شمالا عبر أخاديد وصدوع الكتلة المركزية.

ثم يمر في المنطقة السهلية بالقرب من(روان) على مسافة ٢٨٥ كم من منبعه وعندما يدخل الحوض الباريسي يتلقي أهم روافده(نهر أليه) ثم يتلقى روافده الأخرى المهمة وهي(نهر شير، ونهر إندره، ونهر لوار، ونهر سارت) وهذه الأنهار تتلاقي لتكون(نهر مين) وتشكل معظم الشبكة المائية لحوض نهر اللوار، ويصب نهر اللوار في المحيط الأطلنطي بعد ١٦ كم من مدينة(نانت) في مصب واسع تكثر فيه المياه الضحلة والمستنقعات.



شكل رقم(٦) حوض نهر اللوار

ويتصف نهر اللوار بضخامة تصريف المياه في النهر خلال فترة غزارة الأمطار الشتوية، فهو يتلقى مياه الأمطار الخريفية والشتوية، كما يتلقى الأمطار المحيطية والمياه الناجمة عن ذوبان الثلوج في حوضه، وهو من أهم الأنهار الفرنسية، من حيث الإمكانات الواسعة التي يمكن أن يقدمها؛ في مجال الزراعة وتوليد الكهرباء والسياحة البيئية والمواصلات المائية.[١٢]

٣- مجموعة أنهار جنوبي أوربا: وتتميز بعدة خصائص عامة:-

- قصر أطوال معظم مجاري أنهارها في أشباه جزر محدودة المساحة مثل شبه جزيرة أيبيريا، وشبه جزيرة ايطاليا،وشبه جزيرة البلقان.

- ارتفاع منسوب المياه في معظم الأنهار خلال شهور الشتاء، وتقل المياه في الصيف، نتيجة لخضوعها لمناخ البحر المتوسط حيث الأمطار الشتوية، ويكاد يكون الصيف جافا.

- تفيض الأنهار خلال شهور الشتاء، مع تباين كمياتها تبعا للموقع الجغرافي والتضاريس، ويبلغ منسوب المياه أقصاه في أواخر الشتاء.

- وجود موسمين لفيضان مياه بعض الأنهار(الموسم الأول في شهور الشتاء مع سقوط أمطار مناخ البحر المتوسط،والموسم الثاني في الربيع وأوائل الصيف نتيجة لذوبان الثلوج مثل أنهار(البو) في ايطاليا،(والرون والجارون) في جنوبي فرنسا).

***نهر الرون:**- وهو النهر الوحيد الهام في جنوبي أوربا ويتجه جنوبا من منابعه الألبية في سويسرا، ويصب في خليج ليون بالبحر المتوسط، ويبلغ طول مجراه الرئيسي حوالي(٨٠٠ كم) منها (٥١٨

[١٢])انظر:الموسوعة العربية، المجلد، ١٧، ص، ١٢٣

كم) في فرنسا، والباقي في سويسرا، ويتغذي نهر الرون من الأمطار الشتوية وخاصة عن طريق رافده(نهر السون) القادم من الشمال والذي يلتقي بنهر الرون عند مدينة(ليون) وأقصي تصريف لنهر الرون يحدث خلال شهر يناير، كما يتغذي من مياه ذوبان الثلوج والأنهار الجليدية التي تنحدر من الجبال العالية عن طريق عدة روافد منها أنهار(دروم، إيسير، دورانس) وتصل مياه الرون أعلاها منسوبا خلال فصلي الربيع والصيف، ويتجاوز حجم التصريف المائي لنهر الرون في نطاق دلتاه حوالي(٢٠٠٠ م^{٣}/ثانية).

٤- الأنهار في قارة أمريكا الشمالية

تنقسم نظم التصريف النهري في أمريكا الشمالية إلي سبعة نطاقات رئيسية (الشكل رقم ٧) هي:-

١- **نظام أنهار المسيسبي/ميسوري/ايداهو:**- وتضم أحواض هذه الأنهار الثلاثة معظم الأجزاء الداخلية للولايات المتحدة الأمريكية المحصورة بين مرتفعات الأبلاش، ومرتفعات الكورديليرا الشرقية(هي مجموعة السلاسل الجبلية التي تمتد بجوار بعضها البعض).

ويعد نهر (الميسيسيبي) ذات أهمية كبيرة ، حيث أنه يعد ثالث أطول أنهار العالم، وقد أُستخدم هذا النهر لأغراض عديدة منها الملاحة والنقل، وكذلك ساعد على التطور العمراني بإنشاء عدد من المدن المهمة التي تعد مراكز صناعية وتجارية.

وساهم في تطور النشاط الاقتصادي عن طريق الزراعة وبناء بعض المشاريع التي ساعدت على التخلص أو تلافي الفيضانات التي تحدث في هذا النهر العملاق.

ويطلق على نهر الميسيسيبي بأنه أطول أنهار القارة وكلمة الميسيسيبي (تعني (أبا المياه) في لغة الهنود الحمر.

ويبلغ طول مجراه الرئيسي حوالي(٣٧٥٧ كم) وبإضافة رافده الرئيسي(نهر ميسوري) يصبح إجمالي طول المجري(٦٤١٨ كم) وبذلك يتصدر أنهار القارة وثالث أنهار العالم من حيث طول المجرى، وتتجمع فيه مياه الأمطار الساقطة فوق ثلث أراضي الولايات المتحدة، وتبلغ مساحة حوضه (٣,٢ مليون كم^{٢})،ويأتي نهر المسيسبي كسابع أنهار العالم من حيث التصريف المائي السنوي الذي يبلغ عند مصبه حوالي(٢١١ مليون كم^{٣}) بما يعادل(١٨ ألف م^{٣}/ثانية).

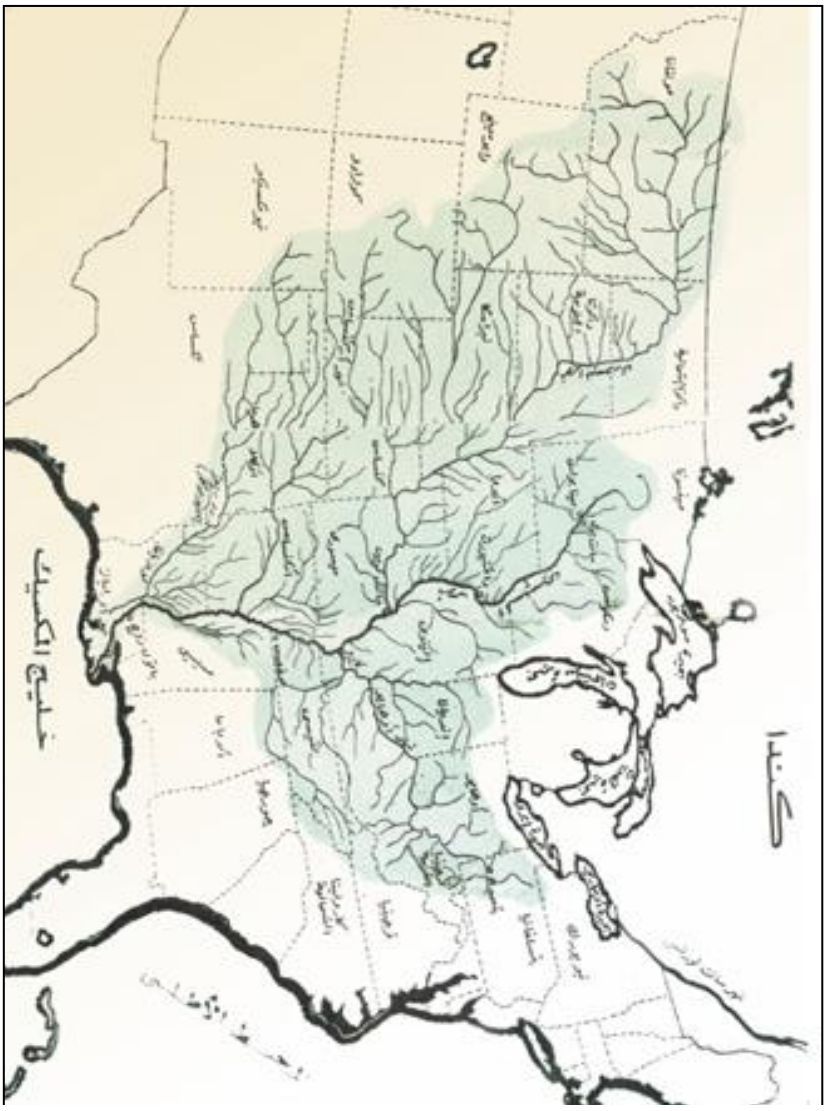
وينبع نهر الميسيسيبي من بحيرة (اتاسكا) شمال غربي ولاية (منيسوتا) ومنسوبها(٤٥٠ م) ويتجه المجري الأعلى للنهر في اتجاه الجنوب الشرقي، وبعد مدينة(سانت لويس) بولاية ميسوري يصنع النهر قوسا كبيرا عند دائرة عرض(٣٧^{o} شمالا) تقريبا ويصبح اتجاهه جنوبي بصورة عامة حتى يصب في خليج المكسيك بعدة مصبات، وكون دلتا كبيرة توغلت في خليج المكسيك.

شكل رقم(٧) أهم الأنهار في أمريكا الشمالية

ويتسم نهر المسيسبي باتساع مجراه، وبطء جريان المياه فيه وبخاصة في مجراه الأدنى الكثير التعرجات، وهو صالح للملاحة في طول مجراه.

***روافد نهر المسيسبي:** يجمع نهر الميسيسيبي في مسيرته ألاف من الروافد ، وهي عبارة عن الأنهار والجداول التي تغذيه، ويظل ينمو ويكبر حتى يصير نهرا كبيرا، وتنقسم روافد الميسيسيبي إلى قسمين:

***الروافد الشرقية:** وهي الروافد التي تصب في الضفة اليسري وتتصف بغزارة مياهها مقارنة بالروافد الغربية وهي من الشمال إلى الجنوب (ويسكونسن، والينويس) الذي يلتقي بنهر الميسيسيبي إلى الشمال من مدينة (سنت لويس) و(أوهايو) بطول(١٥٧٠ كم) ورافد أوهايو من الجهة اليسري (تنس) اللذان ينبعان من السفوح الغربية لمرتفعات الأبلاش، وهو من أهم روافد الميسيسيبي على الإطلاق إذ يزيد تصريف نهر الميسيسيبي بعد التقائه برافده أوهايو عند مدينة (القاهرة) حوالي ضعفين ونصف.



شكل رقم(٨) حوض نهر المسيسبي

***الروافد الغربيـة:** وهـي تنبـع مـن السفوح الشرقية لجبـال روكـي فـي الولايات المتحدة وتصب في الضفة اليمنى للنهر وأهمها من الشمال إلى الجنوب (ميسوري، اركنساس، والنهر الأحمر).

– **نهـر الميسـوري:** يشكل نهـر الميسوري أهم روافد نهـر المسيسبي وأغزرها تصـريفا للمياه وأطولها حوالي(٣٠٠٠ كم). ويتكون المجري الأعلـى لـه بعـد التقـاء روافـده مثـل (جيفرسـون، ماديسـون، جـالاتين) جنـوبي ولايـة مونتانـا فـي نطـاق الكـورديليرا الشـرقية ليتجـه شـرقا فـي أراضـي ولايات ساوث داكوتا، نبراسكا، كانساس، وينحرف نحو الشرق بعـد ذلـك مخترقـا النطـاق الأوسـط مـن ولايـة ميسـوري ليلتقـي بنهـر المسيسبي شمال مدينـة سانت لـويس (وفـي هذه المنطقة يتلون مياه المسيسبي باللون الأسمر الداكن نتيجة للرواسب والغرين التي يلقيها الميسـوري فـي المسيسـبي) ونهـر الميسـوري متعـدد الروافـد وصـالح للملاحة في طول مجراه حتى مدينة (جريت فالس) بمجراه الأعلى في ولاية مونتانا.

–**نهـر أوهايو:** ويعد نهر أوهايو من الروافد الشرقية المهمة التي تغذي المسيسبي، وأكثرها تصريفا للمياه وأطولها إذ يبلغ طوله حوالي(١٥٦٠ كـم) وتبلـغ مسـاحة حوضـه حوالي(نصـف مليـون كـم^{٢}) تتـوزع علـي ولايات (بنسلفانيا،أوهايو،وست فرجينيا، انديانا، كنتكي، والنوى) الذي يلتقي بالمسيسبي عند مدينـة القاهرة في أقصـى جنوب ولايـة الينوى، وتتعـدد روافـد الأوهـايو، ومـن أهمهـا نهـر تينسـي (١٠٤٣ كـم) وهـو صـالح للملاحـة، ونهر كمبرلاند (١٠٩٩ كم) الذي ينبـع من مرتفعات

الأبـلاش جنـوبي ولايــة كنتكــي وشـمالي ولايــة تينســي،وهو صــالح للملاحة.

وتقل كمية الرواسب والغرين التي يلقيها الاهايو في المسيسبي بالقياس بمثيلتهـا مـن نهـر الميسـوري، نتيجـة اختـراق نهـر الأوهـايو لنطاقـات مطيرة تغطيها النباتات الطبيعية، وقصر طول مجراها وصغر مساحة حوضه.

٢-نهر السانت لورانس/البحيرات العظمي: ينبع نهر سانت لورانس من بحيرة (أونتاريو) ويتجه نحو الشمال الشرقي لمسافة(١٢١٦ كم) قبل أن يصب في خليج السانت لورانس، ويتخلل مجري النهر عدة جزر، كما أنه يشكل الحد الفاصل بين ولاية نيويورك الأمريكية، ومقاطعـــة كويـــب، أونتـــاريو الكنديـــة لمســـافة

(١٩٢ كم) وعند دخول النهر أراضي كويبك يتسع مجراه في نطاق بحيرة سان فرنسيس، ليعبر بعد ذلك بحيرة سان لوي، ويتسع مجراه الأدنى لنحو (١٤٤ كم) قبل أن يصب في خليج السانت لورانس، ومن أهم روافده الجنوبية أنهار(ريشيليو، ياماسكا، سان فرنسيس، شيودير) وتشمل أهم روافده الشمالية أنهار(أوتاوا،سان موريس، ساجوناي) وبإضافة الطريق المائي في البحيرات العظمي إلى مجرى السانت لورانس يصبح إجمالي طوله(٤٠٠٠ كم) وعلي ذلك تتمثل بداية مجري السانت لورانس الأعلى في نهر سان لويس بولاية منيسوتا الأمريكية (نطاق البراري الواسعة في وسط القارة) وليعبر بعد ذلك بحيرة سوبيريور، ثم نهر سانت ميري(عن طريق قناة سو، وتعرف بقناة سولت سانت ميري، وهي تربط بحيرتي سوبيريور

وهورن)، ثم بحيرة هورن فنهر سانت كلير، بحيرة سانت كلير، نهر ديترويت، بحيرة أيري وأرنتاريو، ويستمر هذا النظام المائي بعد ذلك عبر بحيرة أونتاريو ليبدأ مجري السانت لورانس حتى منطقة المصب، وتبلغ مساحة حوضه(١,٤ مليون كم^{٢}) ويبلغ متوسط تصرفه المائي (١٠٠٠م^{٣}/ثانية).

٥-أنهار قارة أمريكا الجنوبية

تمتد أودية أنهار القارة بين جبال الإنديز في الغرب والكتل القديمة المتقطعة في الشرق، وكانت تتألف سهول ومنخفضات هذه الأنهار من أحواض بحرية امتلأت بالرواسب القارية التي كونت طبقات رسوبية متقطعة، والتي غطتها بعد ذلك تكوينات فيضية نهرية، وتمتد سهول هذه الأنهار في شكل نطاقات منخفضة المنسوب مقارنة بما حولها فمنسوبها يقل عن (٣٠٠ م) تقريبا، ولقد ساعدت غزارة الأمطار في النطاقات الواقعة منها في العروض الاستوائية علي تغطية المستنقعات لمساحات واسعة منها حيث ينحدر سطح الأرض بشكل تدريجي بطيء من الأجزاء الداخلية نحو ساحل المحيط الأطلنطي في الشرق، ويوجد ثلاثة أنظمة نهرية في القارة هي من الشمال إلي الجنوب (نهرا الأورينوكو، والأمازون، لابلاتا/بارانا).الشكل(٩).

-**نهر الأمازون:**- يمتد حوضه بين كتلة جيانا القديمة في الشمال وكتلة البرازيل القديمة في الجنوب، وبين مرتفعات الإنديز في الغرب وساحل المحيط الأطلنطي في الشرق، ممتدا بين درجتي عرض(^{٥}

شمالا، ٢٠ ْجنوبا) لذا فهو يشغل حوضا واسعا تبلغ مساحته حوالي(٧ مليون كم٢) ويتصدر قائمة أنهار العالم من حيث المساحة الحوضية، في حين يأتي في الترتيب الثاني بعد نهر النيل من حيث طول المجرى، حيث يبلغ حوالي(٦٥٢٠ كم)

شكل رقم(٩) الأنهار في أمريكا الجنوبية

وقد أسهمت غزارة الأمطار في زيادة حجم التصريف المائي للأمازون، البالغ حوالي(١٨٠٠٠٠ م^{٣}/ثانية) من المياه، وهي كمية من المياه يمكن ملاحظة امتدادها داخل مياه المحيط الأطلنطي لمسافة(٣٢٠ كم) في خط الساحل.

ومن أهم روافده(بوروس، نابو، اريكا، جابورا، نيجرو، جاري، جونيا) وتتصل به عند مجراه الأوسط، ويصب الأمازون في المحيط الأطلنطي عن طريق فرعين يمتدان حول جزيرة مارجو، ويعرف الشمالي منهما باسم (كافيانا) الذي يتخلل مجراه عدد كبير من الجزر الصغيرة، ويعرف الفرع الجنوبي باسم(بارا) ويعرف سهل الأمازون أحيانا باسم سهل السلفا نسبة إلى الغابات المدارية الحارة والتي تشكل حوالي(٥٤٪) من جملة مساحة هذه الغابات في العالم.

٦-أنهار استراليا

تتعد أنظمة المجاري النهرية في استراليا وتتباين من حيث طول المجري ونظام جريان المياه، ونظام التصريف المائي، وبالتالي الأهمية، وتضم استراليا أنظمة التصريف النهري التالية:

* **تصريف نهري خارجي:**- مثل (فيكتوريا، أورد، أزدل، فتزروي، جلبرت، بوين، هنتر، جلنرج، مرتشيزون، ليندان) وتبلغ جملة مساحة الأراضي ذات التصريف النهري الخارجي بدون حوض مري / دارلنج حوالي(٢,٧ مليون كم^{٢}).

* **تصريف نهري داخلي:-** ويشمل بحيرة اير التي يصب فيها أأنهار فينكا، لبيرجا) وتبلغ جملة مساحة الأراضي ذات التصريف النهري الداخلي حوالي(٣٩٢ ألف كم^{٢}).

١- **مجموعة أنهار تصب في خليج كارينتاريا:-** الذي يشغل الجزء الشرقي من شمالي استراليا مثل(نهر ميتشل، نهر جلبرت، نهر مورمان، نهر فيلنرز، نهر ليشهارت) أي تصريف نهري خارجي.

٢- **مجموعة أنهار تصب في بحيرة اير:** ويقع هذا النطاق إلي الجنوب من السهول الشمالية وهو حوض داخلي منخفض المنسوب(١٢ م) تحت مستوي البحر، وتتوسط بحيرتي اير، وتورينس هذا الحوض، ويعد هذا الحوض منطقة تصريف نهري داخلي، وبحيرة اير ملحية وتقع علي منسوب(٢٨ م) ويصب فيها انهار(كوبركريك أو باركو، نهر تومسون، نهر واربورتون، نهر فينكا).

٣- **نهري مري / دارلنج:-**

تمتد سهول مري / دارلنج في شكل نطاق حوضي منخفض تغطيه تكوينات رسوبية بعضها تكونت فوق قاع البحر القديم وبعضها رواسب نقلت بواسطة الرياح، وبعضها رواسب نهرية جلبتها الأنهار العديدة التي تجري في هذه السهول وهي أنهار تتسم بقصر مجاريها وصغرها، لكن من أهمها مري / دارلنج (تصريف خارجي) شكل رقم(١٠).

٤- **مجموعة الأنهار الشرقية:-** تتسم سفوح المرتفعات الشرقية في استراليا بشدة تقطعها النهري حيث يجري علي سفوحها الغربية الروافد العليا لنهري مري / دارلنج، والأنهار المتجهة نحو بحيرة اير، وهي

أنهار بطيئة الانحدار ومجاريها واسعة وكثيرة التعاريج وبخاصة في مجاريها الدنيا حيث الانحدار التدريجي لهذه السفوح، أما السفوح الشرقية فهي شديدة الانحدار ويجري علي سطحها عدة مجاري نهرية جبلية وقصيرة المجري وسريعة الجريان، ومن هذه الأنهار(بوردكين، فتزروين، بورنيت، كلارينس).

شكل رقم(١٠) الأنهار في استراليا

٥- **مجموعة الأنهار الغربية:-** وهي عبارة عن مجموعة كبيرة من الأنهار تجري خلال السهول الساحلية التي تحف بالجزء الغربي من استراليا، وهي في معظمها أنهار طويلة المجري، كثيرة التعاريج، وغير

دائمة الجريان، وتشمل أنهار (سوان، بلاكورد، دالي، أشبورتون، جاسكويني، مرشيزون، فيكتوريا، اورد، دي جراي).

٦- **مجموعة أنهار جزيرة تسمانيا:**- تمتد جزيرة تسمانيا إلي الجنوب من نطاق المرتفعات الشرقية ومساحتها (٨ ,٦٧ ألف كم^{٢}) ويفصلها مضيق باس عن الساحل الجنوبي لولاية فيكتوريا، وتمثل جزيرة تسمانيا امتدادا جنوبيا للجزء الجنوبي من المرتفعات الشرقية، ويتألف سطحها من هضبة عالية تشغل وسط الجزيرة بارتفاع(١٢٢٠ م) وينحدر سطحها تدريجيا نحو أطراف الجزيرة، ويوجد بالجزيرة عدد كبير من خطوط الانكسار تمتد في اتجاه عام من الشمال إلي الجنوب تجري خلالها الأنهار الرئيسية وهي(ديروينت) الذي ينبع من بحيرة سانت كلير ويصب في خليج استورم، نهر (جوردون) الذي ينبع من الهضبة الوسطي ليجري جنوب غرب الجزيرة نحو الجنوب والغرب ثم الشمال ليصب في مرفأ ماكواري غربي الجزيرة.

***نهرا مري / دارلنج:**- يعتبر **نهر مري** من أهم أنهار استراليا، وينبع من هضبة كوسكيوسكو جنوب ولاية فيكتوريا، ويتجه نحو الشمال الغربي،ويمتد مع خط الحدود الفاصل بين ولايتي فيكتوريا، ونيوسوث ويلز ،ويشكل مجراه حرف(S) قبل أن يصب في خليج(انكونتر)، ويتسم مجرى النهر عند منطقة المصب بالاتساع والبطء وكثرة الانحناءات، مما أدى إلى ظهور العديد من البحيرات الضحلة الصغيرة في منطقة المصب التي يتواجد عندها العديد من الحواجز الرملية، التي تحول دون دخول السفن الكبيرة مجرى النهر.

-**ويعد نهر دارلنج** أطول أنهار استراليا، إذ يبلغ طول مجراه نحو(٢٧٢٣ كم) ومن أهم روافده العليا أنهار(بوجان، ماكوري، نامو، بارون، موني، كوندامين، اريجو) وهذه تتبع من نطاق المرتفعات الشرقية، ثم يتجه مجري النهر بصورة عامة نحو الجنوب الغربي ليلتقي بنهر(مري) قرب حدود ولاية استراليا الجنوبية، وبالتالي يصبح طول النهر حوالي(٣٦٩٦ كم).

وعلى الرغم من أن نهر دارلنج دائم الجريان إلا أن تصريفه المائي غير منتظم، حيث يتوقف على كمية الأمطار الساقطة على المنابع، لذلك فصلاحيته للملاحة تقتصر على مسافات محدودة من المجرى وخلال فترات معينة من السنة هي موسم سقوط الأمطار، وتبلغ مساحة حوضه(١,١ مليون كم^{٢})،ومتوسط تصرفه المائي(٤٠٠ م^{٣}/ثانية) ويصب نهر دارلنج في مجري نهر مري عند خط طول(١٤٢° شرقا) ويصب نهر مرومبدجي في مجري نهر مري عند خط طول(١٤٣° شرقا).

ويبلغ إجمال طول نهري مري/ دارلنج حوالي(٣٦٩٦ كم) وهو صالح لملاحة السفن الصغيرة في مجراه الأدنى والأوسط حتى مدينة البوري الواقعة علي خط الحدود بين ولايتي نيوسوث ويلز، وفيكتوريا، وذلك خلال موسم سقوط الأمطار، بينما لا يصلح مجري النهر للملاحة خلال باقي شهور السنة لانخفاض منسوب مياه مجراه.

الفصل الرابع

استخدامات الأنهار

***المدخل:**- قبل الدخول في تفاصيل استخدامات الأنهار تجدر الإشارة إلي دراسة موجزة عن التصريف المائي لأهم أنهار العالم بغرض توضيح الإمكانات المائية للأنهار التي تمثل أساسا لحجم ومستوي استخدامات مياهها في الأغراض المختلفة التي تشمل الري وصيد الأسماك وتوليد الكهرباء والنقل، بالإضافة لوظيفة بعضها كحدود سياسية، ثم نتناول دراسة استخدامات الأنهار.

***التصريف المائي:** بلغ إجمالي حجم مياه الجريان السطحي للأنهار في العالم حوالي (٤١,٥ مليون كم^{٣}) سنويا، بما في ذلك انتاركتيكا(حيث توجد بعض الأنهار الجليدية عند هوامشها)،ويختلف حجم مياه الأنهار من كتلة قارية إلي أخري تبعا للملامح البيئية العامة ويأتي في مقدمتها التساقط.

ولقد بلغ جملة مساحة أحواض أطول أنهار العالم حوالي(٤٤ مليون كم^{٢}) بما يعادل(٣٠٪) من إجمالي مساحة اليابس، وبلغ حجم التصرف النهري المتدفق إلي البحار والمحيطات حوالي(٩٢ كم^{٣}/يوم) بما يعادل(٣٣,٣ مليون كم^{٣} سنويا).

وتتصدر قارة أسيا قارات العالم من حيث ضخامة مياه الجريان السطحي للأنهار حيث شكل ما يعادل(٢٥,٤٪) من جملة مياه الجريان السطحي لانهار العالم، ويرجع ذلك لتعدد أنهار القارة وضخامة تصريفها وتنوع أقاليمها المناخية، وجاءت قارة أمريكا

الجنوبية في المركز الثاني(٢٢,٧٪)،ثم أمريكا الشمالية في المركز الثالث(١٤,٣٪) وافريقية في المركز الرابع(١٠, ٥٪) ثم أوربا(٧ ٪) ثم انتاركتيكا(٢,٦٪) واستراليا(٠,٨٪).

وتتعدد وتتنوع استخدامات مياه الأنهار في الأغراض المختلفة(الري، الزراعة، أغراض الشرب، الأغراض المنزلية، صيد الأسماك، توليد الكهرباء، بعض الصناعات، النقل، الترفيه، كحدود سياسية).

أولا:الري والزراعة

تعد المياه من أهم مقومات الزراعة التي تشكل أكبر نشاط مستهلك للمياه بين الأنشطة الاقتصادية التي يمارسها الإنسان، وتستخدم المياه لري المحاصيل الزراعية وسقي الحيوانات، وغسيل التربة الزراعية لتحسين خواصها الطبيعية(إذابة أملاح التربة).

ويقصد بالري أي الاستعمال الصناعي لمياه الأنهار للتغلب علي نقص مياه الأمطار وعدم كفايتها لزراعة الأرض، ولقد ظهرت أول أشكال الزراعة في مناطق الأقاليم الجافة وشبه الجافة مما حتم توجه الاستقرار البشري قرب مصادر المياه واستغلالها صناعيا في الزراعة وخاصة في أحواض أودية الأنهار، وترجع هذه المعرفة إلي ألاف السنين حيث أقام المصريون القدماء ببناء السدود الترابية والخزانات والجسور والقنوات للسيطرة علي مياه النيل لري الأراضي الزراعية وعرفوا نظام الري الحوضي، كما عرفت حضارة موهينجو- دارو في وادي نهر السند أساليب الري الصناعي، وكذلك حضارة بابل، وأهل الصين وغيرها.

وتعتمد الجدارة الإنتاجية للأراضي الزراعية علي مدي توفير الاحتياجات المائية لها من الأنهار، وهذا يتطلب ضرورة إنشاء شبكة من القنوات والترع لتوصيل مياه الري في الوقت المناسب وبالكميات الكافية لكل المحاصيل الزراعية، وإنشاء شبكة للصرف الزراعي لصرف المياه الزائدة عن حاجة المحاصيل الزراعية.

ويتم في الأقاليم المروية توزيع مياه الأنهار علي الأحواض الزراعية المختلفة عن طريق شبكة من الترع وقنوات الري، ويتبع عادة ما يعرف باسم المناوبات لتوزيع مياه الري، بهدف ضمان عدالة التوزيع في الأوقات المناسبة.

وتتباين طرق الري المتبعة في الأقاليم الزراعية في العالم تبعا لظروف كل إقليم وخصائصه؛ حيث يتراوح بين الري السطحي(الري بالغمر أو بالخطوط) والري تحت السطحي عن طريق مد أنابيب مسامية أو بفتحات خاصة تسمح بوصول مياه الري إلي الطبقة التحتية للتربة الزراعية، وطرق الري بالرش، والري بالتنقيط.

وتتباين دول العالم في مدي استخدام مياه الري في الزراعة تبعا لملامح البيئة الطبيعية والتي يأتي في مقدمتها التوزيع الجغرافي للأنهار وحجم تصريفها المائي، وخصائص الأمطار؛ ففي مصر حيث الأمطار المحدودة في كمياتها يعتمد علي نهر النيل بالكامل تقريبا في ري الأراضي الزراعية في نطاق وادي النيل ودلتاه، وفي السودان تصل نسبة الأراضي الزراعية المروية إلي(١٥٪) من جملة الأراضي المزروعة، وفي العراق ترتفع هذه النسبة إلي(٤٧٪) بينما نجد انخفاض هذه النسبة في نيجيريا وتنزانيا وأثيوبيا إلي حوالي(٣٪)

ونجـدها فـي باكسـتان(٧٨٪) وفـي ايطاليـا(٢٣٪) وفـي الولايـات المتحدة(٦٪) وفي البرازيل(٢,٦٪).

***بعض مشروعات الري الحديثة:**- تتعدد مشاريع الري المشيدة علي طول امتداد العديد من أنهار العالم بهدف ضبط المياه وتوفير حاجة الأراضـي الزراعيـة مـن ميـاه الـري، وتـأمين غـاطس مناسـب لوحـدات الملاحة النهرية، وتوليد الكهرباء، ومن أهم هذه المشروعات:

١-**السد العالي:**- يعد السد العالي في مصر واحد من أكبر ثلاثة سدود فـي العـالم، ويقـع موضـع السد العـالي فـي جنـوب مدينـة وسد أسـوان بحـوالي (٧ كـم) علـي المجـري الرئيسـي لنهـر النيـل داخـل الأراضـي المصـرية، فـي موقـع يتكـون مـن صـخور صـلبة، ويهـدف المشـروع إلـي التخـزين الـدائم للانتفـاع بميـاه النيـل فـي جميـع أنحـاء البلاد،وتوليد الكهرباء، وقد بدء في المشروع عام (١٩٦٠) وفـي (١٥ مايو عام ١٩٦٤ م) افتتح الرئيس جمال عبد الناصر المرحلة الأولـي مـن بنـاء السد العـالي، وبـدأ التخـزين القرنـي فـي بحيـرة ناصـر، وقـد اكتمل بناء السد العالي في (١٥ يناير ١٩٧٠م) ويتحكم السد بنحو(١٦٥ مليار متر مكعب) من المياه، وبتقنية تسمح بمرور(١١,٠٠٠ متر مكعب في الثانية الواحدة)، الأمر الذي يتيح توليد الكهرباء على أعلـــــــــــــــــــــى مســـــــــــــــــــــتوى.

وهذا السد من النوع الركامي، ومزود بنواة صماء من الطفلة وستارة رأسية قاطعة للمياه.

* **مواصفات السد العالي:** يبلـغ طولـه (٣٦٢٠ م)،وعـرض قاعدتـه(٩٨٠ م)،وعـرض قمتـه(٤٠ م)، وارتفاعـه(١١١ **م)** فـوق قـاع مجـري

نهر النيل، وحيث أن قاع النهر يقع عند منسوب(٨٥ م) فوق مستوى سطح البحر في موضع السد وبالتالي يكون ارتفاع السد(١٩٦ م) فوق مستوى سطح البحر، أما أعلى منسوب لحجز المياه أمام السد فسيكون (١٨٢ م) أما المياه الزائدة التي تعلو عن هذا المنسوب فسوف تصرف بواسطة المفيض الموجود على الجانب الغربي للنهر، والمياه المحجوزة أمام السد العالي كونت بحيرة صناعية (بحيرة ناصر) طولها(٥٠٠ كم)، ومتوسط عرضها(١٠ كم)، ومساحة سطح البحيرة (٥٠٠٠ كم^{٢}) تغطي النوبة المصرية بأكملها وجزءا من النوبة السودانية، وسعة التخزين في البحيرة(١٦٤-١٦٨ مليارم^{٣}) مليارم^{٣}) منها(٣١ مليارم^{٣}) محجوزة للتخزين الميت أي لتجميع الطمي الذي سيحمله النهر إلى البحيرة ، وحوالي(٩٠ مليار^{٣}) للتخزين الحي القابل للاستخدام السنوي، وتسحب المياه من الخزان طبقا لاتفاقية المياه المعقودة في سنة(١٩٢٩، ١٩٥٩) بين مصر والسودان التي قسمت صافي المياه المخزنة في بحيرة السد بين البلدين بحيث ينال السودان (١٨,٥ مليار م^{٣})،ولمصر(٥٥,٥ مليارم^{٣}) في السنة.

وتستخدم المياه المسحوبة من الخزان أساسا في ري الأراضي وكذلك لتوليد الكهرباء.[١٣] ، وهناك قناة التحويل التي تخرج المياه من أمام السد ، وهي تقع على الضفة الشرقية لنهر النيل، وتتكون من قناة

[١٣]) انظر: رشدي سعيد، نهر النيل، دار الهلال، القاهرة، ٢٠٠١ م.

أماميـة مكشـوفة وقنـاة خلفيـة مكشـوفة تصـل بينهمـا الأنفـاق السـتة المحفورة في الصخر تحت الجزء الشرقي للسد، ويبلغ الطول الكلى لقناة التحويل(١٩٥٠ م) وبعرض (٣٥٠ م) تقع محطة الكهرباء علي الضفة الشرقية للنيل معترضة مجري قناة التحويل التي تنساب منها المياه إلي التربينات من خلال ستة أنفاق مزودة ببوابات للتحكم في المياه، كما تم إنشاء مفيض توشكي في نهاية عام ١٩٨١ لوقاية البلاد من أخطار الفيضانات العالية وما يمكن أن يسببه إطلاق المياه بتصرفات كبيرة في مجري النهر من نحر وتدمير للمنشآت المائية المقامة عليه حيث يتم تصريف المياه ، إذا زاد منسوبها أمام السد العالي عن(١٧٨ م) من خلال قناة بلا بوابات أو قناطر تخرج من الخزان إلى المنخفض، حفرت سنة(١٩٧٩) لكي تحول الماء الزائد إلى منخفض توشكي الذي يقع في الصحراء الغربية جنوب السد العالي بحوالي(٢٥٠ كم) وقد دخلت المياه إلى مفيض توشكي لأول مرة في(١٥ نوفمبر ١٩٩٦)، حيث وصل منسوب المياه أمام السد العالي إلي(١٧٨,٥ م).

***فوائد السد العالي:**- لقد بني السد ليزيد مساحة الرقعة الزراعية في مصر بنسبة(٢٥٪) إضافة إلى رفع نسبة زراعة المحاصيل الزراعية ، ثم حماية مصر من الفيضانات التي كانت تهددها في كل عام، ومن الجفاف، والعمل على توليد الكهرباء، وهذا ما أكدته التقارير الهندسية الدولية التي أجمعت كلها على أن السد العالي تفوق على ١٢٢ مشروعا عملاقا في العالم، بما حققه من فوائد للجنس البشري، إذ وفر لمصر رصيدها الاستراتيجي من المياه بعد أن كانت مياه النيل تذهب

سدى في البحر، عدا خمسة مليارات متر مكعب يتم احتجازها.
أما بالنسبة للطاقة الكهربائية، فتوجد الكهرباء عند مخارج الأنفاق في السد، حيث يتفرع كل نفق إلى فرعين، مركب علوي وسفلي، على كل منهما توربينة لتوليد الكهرباء، وعدد التوربينات(١٢) توربينة، وقدرة التوربينة(١٧٥ ألف كيلووات) لتصبح القدرة الإجمالية للمحطة(٢.١ مليون كيلووات) أي أن الطاقة الكهربائية المنتجة تصل إلى(١٠ مليارات كيلووات ساعة) سنوي.
ومن الفوائد الاقتصادية التي حققها السد العالي:-
زيادة نصيب مصر من مياه النيل ليصبح (٥,٥ ٥ مليار م^{٣}) سنويا.
- زيادة مساحة الرقعة الزراعية في مصر بحوالي (١,٢ مليون) فدان، وتحويل (٩٧٠ ألف) فدان من نظام الري الحوضي إلى نظام الري الدائم مما زاد من إنتاجية الفدان.
- التوسع في زراعة الأرز إلى(٧٠٠ ألف فدان)سنويا.
- تحسين الملاحة النهرية على مدار السنة.
-توليد طاقة كهربائية جديدة تصل إلى (١٠ مليار كيلووات) سنويا، استغلت في إنارة القرى والمدن وأغراض التوسع الصناعي والزراعي.
-وقاية البلاد من أخطار الجفاف في السنوات الشحيحة الإيراد مثل ما حدث في الفترة من عام ١٩٧٩ إلى عام ١٩٨٧
- وقاية البلاد من أخطار الفيضانات العالية مثل الفيضان المدمر الذي حدث عام ١٩٦٤، والأكثر خطورة الذي حدث عام ١٩٧٥م.

ثانيا:كمصايد للأسماك

تتنوع الأسماك في أنهار العالم تبعا لطبيعة مواقعها الجغرافية ،وخصائص بيئتها المحلية، وتعد الأنهار هي أول المسطحات المائية التي سعي الإنسان إلي استغلال مواردها السمكية منذ ما قبل التاريخ بحكم امتدادها فوق اليابس موطن الإنسان،وطبيعة ملامحها التي تمكن من استغلالها بأبسط الوسائل لهدوء مياه الأنهار وتحركها في اتجاه محدد وبشكل بطيء وبخاصة في مجاريها الدنيا إلي جانب ضحالتها نسبيا، ووجود ضفتين تحدد امتداد المجري الطبيعي للنهر.

وتعتبر الأنهار المصدر الوحيد لمصايد الأسماك في الدول الحبيسة التي لا سواحل بحرية لها مثل مالي والنيجر في افريقية، ولاوس وأفغانستان في أسيا، والمجر والنمسا في أوربا.

وتمثل المياه العذبة(البحيرات والأنهار) مصدراً أساسياً للبروتين، والمغذيات الدقيقة، والفيتامينات والدهون الغذائية، وبخاصة في البلدان النامية، حيث يعتمد أكثر من(٦٠ مليون) شخص عليها في معيشتهم، وينتج نحو(٧١) من البلدان المنخفضة الدخل حالياً ما يقرب من(٧ ملايين طن) سنوياً أو(٨٠٪) من مجموع المصايد النهرية على مستوي العالم،غير أن هذه الموارد المائية غالباً ما تقع تحت استغلال الاحتياجات الإنسانية الأخرى، بما في ذلك توليد الطاقة، والسياحة، والتنافس على المياه العذبة، كما توفر مصدرا قيما، كثيرا ما يغفل للتغذية وفرص العمل في جميع أنحاء الأرض.

ويستخدم اليوم نحو(٧٠٪) من إمدادات المياه العذبة المتاحة في أغراض الزراعة، ولكن التلوث وبناء السدود الكهرومائية والقنوات خلّفت تأثيرات بعيدة المدى على نوعية المياه الداخلية التي تعد موطناً لأنواع مختلفة من الأسماك.

وفي الوقت الراهن، فإن أقل من نصف الأسطح المائية الداخلية أو الدولية المشتركة تخضع إلى اتفاقات دولية لإدارتها، وحوالي(١١٪) منها فقط يخص الأسماك، وتشير البحوث إلى أن الحصيلة من المصايد النهرية المبلغ عنها لا تتجاوز ما يتراوح بين(٣٠ – ٥٠٪) مما يحققه الصيادون فعلياً من مصايدها الوافرة.[١٤]

وتتركز معظم مصايد الأسماك العذبة في البحيرات والأنهار بروافدها وفروعها التي توجد في مناطق التركز السكاني أو بالقرب منها في جنوب شرق أسيا، وفي الاتحاد السوفيتي وفي وسط أفريقيا وأمريكا الشمالية، وتساهم مصايد الأسماك بالمياه العذبة بالصيد الطبيعي ومزارع التربية حوالي(٥ ,٥٣ مليون) طن بما يعادل (٣٣,٨ ٪) من إجمالي الإنتاج العالمي للأسماك من مصادره المختلفة(بحري ونهري) في عام ٢٠١٢م، حيث بلغت كمية الأسماك من المصايد الطبيعية بالمياه العذبة حوالي(١١,٦ مليون) طن في عام ٢٠١٢م، بما يعادل(١٣٪) من إجمالي الصيد الطبيعي البحري والنهري.

وتساهم أسماك التربية في المياه العذبة (الأنهار والبحيرات) بما يعادل(٦٢٪) من إجمالي صيد التربية البحري والنهري، وتساهم

١٤)انظر:الفاو،البحيرات والأنهار وسيلة لسبل معيشة الملايين،المؤتمر العالمي المعني بمصايد الأسماك الداخلية،الفاو،روما،٢٩ يناير،٢٠١٥م.

أسماك التربية مساهمة مباشرة في توفير البروتين الغذائي وخاصة للسكان الفقراء في البلدان النامية في أسيا وافريقية وأمريكا الجنوبية.[١٥]

***التوزيع الجغرافي لمصايد الأنهار**:- تتركز معظم مصايد الأسماك العذبة في البحيرات والأنهار بروافدها وفروعها التي توجد في مناطق التركز السكاني أو بالقرب منها ،ويمكن القول بأن مناطقها الرئيسية توجد في(جنوب شرق أسيا،الاتحاد الروسي، وسط أفريقيا وأمريكا الشمالية.)

١- مصايد جنوب شرقي أسيا

تعد مصايد الأسماك التجارية والمعاشية التي توجد في جنوب شرق أسيا من أكثر مصايد المياه العذبة أهمية في العالم،ومن أهم الدول المنتجة (الصين، الهند، ميانمار، بنجلاديش، إندونيسيا، الفلبين، تايلاند، تايوان) وتعد **الصين** أولي دول الإقليم والعالم بإنتاجها البالغ (٢,٢ مليون) طن بما يعادل(٢٠٪) من جملة الصيد الطبيعي النهري لعام ٢٠١٢م، ويليها الهند(١,٤ مليون) طن، ثم ميانمار(١,٢ مليون) طن، وبنجلاديش(٩٥٧ ألف) طن، ومن أهم الأنهار (ميكونج في لاوس، والسند، والجانج وغيرها).

وترجع أهمية مصايد أسماك المياه العذبة في جنوب شرق أسيا إلى عدد من العوامل، ففي هذه المناطق كثيفة السكان ذات الثروة الحيوانية القليلة نسبيا من الماشية والأغنام تزداد الحاجة إلى الأسماك

١٥)انظر:الفاو،حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم،الفاو،روما،٢٠١٤

التي يسود صيدها المعايشي، والتجاري على نطاق واسع في البحيرات والبرك والقنوات والأنهار وحقول الأرز التي يغمرها الفيضان، ولا يقتصر دور الأسماك على سد الاحتياجات الغذائية لهذه المناطق المزدحمة السكان فقط ، ولكنها تضيف البروتين أيضا إلى غذائهم الغني بالنشا، وتستهلك أسماك المياه العذبة بالقرب من المصايد. [١٦]

٢- مصايد أفريقيا

تأتي أفريقيا في الترتيب الثاني بعد جنوب شرق أسيا في إنتاج الأسماك من مصايد المياه، وتساهم افريقية بحوالي ثلث إنتاج العالم من اسماك الصيد الطبيعي النهري(٢,٧ مليون) طن، حيث يعتمد كثير من السكان القريبون من البحيرات الكبرى بالدرجة الأولي للحصول علي البروتين، حيث البحيرات الكبرى مثل فيكتوريا وتنجانيقا وملاوي، وتشاد،وبحيرة ناصر، والأنهار الكبرى كنهر النيل والنيجر والكنغو، والسنغال، وشيري، ومن أهم الدول المنتجة:أوغندا بإنتاجها (٤٠٧ ألف) طن، وتنزانيا(٣١٥ ألف) طن، ونيجيريا(٣١٢ ألف) طن، ومصر(٢٤٠ ألف) طن.[١٧]

٣- مصايد المياه العذبة في الاتحاد السوفيتي السابق

تأتي مصايد الأسماك في المياه العذبة بالاتحاد السوفيتي بعد مصايد جنوب شرق أسيا في الأهمية ويقدر إنتاج الأسماك من المياه العذبة في الاتحاد السوفيتي بنحو (٢٥٪) من جملة إنتاج الأسماك به،

---

١٦) انظر:جودة حسنين جودة،وفتحي محمد أبو عيانة،قواعد الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية،دار المعرفة الجامعية،الإسكندرية،١٩٨٦صص٤٩١-٤٩٦

١٧)انظر:حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم فرص وتحديات،الفاو،روما،٢٠١٤

وتوجد معظم هذه المصايد في البحيرات العديدة، والأنهار التي تنتشر في أنحاء الاتحاد السوفيتي، ولكن أهمها يتركز في جنوب روسيا الأوروبية وشمال غرب روسيا، وتتوزع مصايد جنوب روسيا الأوروبية في أنهار الدنيستر، بج ، دنيبر، الدونتز ، الدن، الفولجا ، الأورال، ودلتاواتها، والبحيرات.

وتنقسم الأسماك التي يتم صيدها إلى نوعين أحدهما تلك الأسماك التي تعيش معظم حياتها في المياه المالحة ثم تنتقل منها إلى الأنهار خلال الربيع ، والنوع الآخر هو الذي يعيش بصفة دائمة في المياه العذبة، وأهم أسماك النوع الأول المتعددة السمك السترجون لذي يؤخذ منه الكافيار(نوع من بطارخ السمك) والسلمون، وغيرها ويتم صيد معظم الأسماك في الأجزاء الدنيا من الأنهار، وفي فروع الدلتاوات الكبيرة، وفي المياه الداخلية الضحلة للبحيرات، ويتميز الصيد هنا بأنه صيد تجاري.

ومن أهم الأنهار الأخرى: نهر ميكونج وبخاصة في لاوس في أسيا، ونهر الدانوب وبخاصة في المجر والتشيك والنمسا في أوربا، ونهر بارجواي في باراجواي بأمريكا الجنوبية.

***أهم الدول المنتجة لأسماك الصيد النهري الطبيعي:**

تعد الصين أولي دول العالم إنتاجا للأسماك بطريقة الصيد الطبيعي من المياه العذبة، حيث تنتج حوالي(٢,٢ مليون) طن، وهذا يعادل حوالي (٢٠٪) من جملة الصيد الطبيعي النهري لعام ٢٠١٢م، ويليها الهند(١,٤ مليون) طن، ثم ميانمار(١,٢ مليون) طن،

وبنجلاديش(٩٥٧ ألف) طن، ما يعادل حوالي(٥٨٪) من الإنتاج العالمي، وهذه تتركز في قارة أسيا وبخاصة في جنوبها الشرقي، وتنتج بقية الدول كميات تتراوح بين(٢٠٠- ٤٠٠ ألف) طن، وتنتج (١٤) دولة حوالي(٨٠٪) [١٨]

ثالثا:توليد الطاقة الكهربائية

يتم توليد الطاقة الكهربائية عن طريق تشغيل توربينات توليد طاقة كهربائية نعرف بالطاقة الكهرومائية ، وهذه التوربينات تدار بقوة اندفاع مياه الأنهار من الشلالات أو مساقط مياه الأنهار الصناعية(السدود والقناطر) ويرتبط توليد الطاقة الكهرومائية بوجود مجار أنهار تتصف بوفرة تصريفه المائي مع دوام الجريان طوال العام،واعتدال درجة الحرارة مع عدم انخفاضها إلي ما دون الصفر،وهذا يعني أن البيئة الطبيعية هي التي تحدد المواقع التي يمكن بناء السدود اللازمة لتوليد الكهرباء، وحيث أن الكهرباء تتناقص بالنقل لمسافات طويلة، لذا فالطاقة الكهرومائية أقل انتشارا من الكهروحرارية ، وهي تساهم بثلث كمية الكهرباء المستهلكة في العالم،وتنتشر الطاقة الكهرومائية في نوعين رئيسين من الدول والأقاليم هما:

١- الدول ذات الطبيعة الجبلية أي تنتشر فيها نطاقات الجبال غزيرة الأمطار،مما يوجد جريان أنهار وفيرة المياه وذات انحدار شديد يمكن

١٨)انظر: حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم فرص وتحديات،الفاو،روما،٢٠١٤

من استغلال مساقط المياه في توليد الكهرباء كما هو الحال في شما ايطاليا واليابان وسويسرا والنرويج.

٢- الدول التي يري في أراضيها أنهار طويلة وذات تصريف مائي كبير مما يسمح بإقامة السدود في المواقع الضيقة من المجري وتكون المناطق المجاورة للمجري صخرية صلبة، كما هو الحال في مصر والسودان(نهر النيل) وفي سوريا وتركيا والعراق حيث نهر دجلة والفرات،وفي الولايات المتحدة الأمريكية حيث أنهار تنيسي وميسوري،وفي روسيا الاتحادية حيث أنهار الفولجا وابخارا، وفي البرازيل حيث نهر الأمازون، وفي باكستان حيث نهر السند.

***أهم الدول التي تستخدم الأنهار في توليد الطاقة الكهرومائية:**

ويتم توليد حوالي نصف كميات الطاقة الكهرومائية في ستة بلدان فقط(كندا، الصين، البرازيل، الولايات المتحدة، روسيا، والنرويج)،وتمتلك أكبر محطات توليد الطاقة الكهرومائية:

١- **الصين:**- يوجد بها أكبر محطة تنتج حوالي (١٨,٥ جيجا وات) وهي محطة ثري جورجيس(سد الممرات الثلاث Three Gorges Dam) وهو أكبر سد هيدرومائى في العالم، ويستخدم السد قوة اندفاع مياه (نهر اليانجتسي) ويبلغ طول السد ٢٣٠٠ متر ويرتفع عن النهر بمقدار ١٨٣ متر، تم افتتاحه في العام ٢٠٠٨ ، وتنتج هذه المحطة بما يعادل(٢٣٪) من إجمالي الطاقة الكهرومائية في العالم سنة ٢٠١٢م، وتساهم الطاقة الكهرومائية في الصين حوالي(٢٢٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد، ويوجد فيها اكبر محطات توليد الطاقة الكهرومائية .

٢- **الولايات المتحدة الأمريكية:**- تساهم الطاقة الكهرومائية بحوالي(٦,٢٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد، ويوجد بها أعداد كبيرة من السدود الضخمة المشيدة علي عدة أنهار ومن أهمها محطة لتوليد الكهرباء من(سد جراند كولي) علي نهر كولومبيا بواشنطن، ووادي نهر تينسي.

٣- **البرازيل:**- ويوجد بها محطة كبيرة هي(توكوري) تنتج حوالي(٤,٨ جيجا وات) ومن أهم محطات الطاقة الكهرومائية (محطة ايتايبو) علي (نهر بارانا) علي الحدود مع بارجواي، وتساهم الطاقة الكهرومائية بحوالي(٨٦٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد.

٤- **كندا:**- وتضم محطة كبيرة تنتج (٧,٧ جيجاوات)،وتساهم الطاقة الكهرومائية بحوالي(٦١٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد، حيث تقام محطات توليد الطاقة الكهرومائية علي سدود الأنهار مثل نهر كولومبيا، وشلالات نياجرا.

٥- **روسيا:**- تمتلك محطة سد (سيانوشوسنيسكا) علي نهر ينيسي تنتج(٤,٨ جيجاوات) وتساهم الطاقة الكهرومائية بحوالي(١٨٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد، وهي من دول العالم الرئيسية، التي شيدت أعداداً كبيرة من السدود على أنهارها لتوليد الكهرباء، مثل(أنهار الفولجا، ينسي، أنجارا) إ ذ يضم الجزء الأسيوي من روسيا، عدة محطات للطاقة الكهرومائية، ويعزى ذلك إلى عدة أسباب، يأتي في مقدمتها اتساع مساحة أراضيها، مما يتطلب التركيز على استثمار الأنهار المتاحة في أقاليمها المختلفة المتباعدة مكانيا في توليد الكهرباء لاستخدامها في الأغراض المختلفة.

٦- **النرويج:**- تعد النرويج من أكثر دول العالم اعتمادا علي الطاقة الكهرومائية، حيث تساهم بأكثر من(٩٨٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد،ويرجع ذلك لتعدد الأنهار السريع الجريان وإمكانية استخدامها في إنشاء العديد من محطات توليد الكهرباء كما هو الحال في محطات خزان نهر ألتا.

كما توجد دول أخري تعتمد بنسب متباينة علي إنتاج الطاقة الكهرومائية كما هو الحال في:-

- **مصر:** التي أقامت محطات توليد الكهرباء من السدود والقناطر ومن أهمها السد العالي وخزان أسوان وقناطر أسوط ونجع حمادي ،وتساهم الطاقة الكهرومائية بحوالي(١٨٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد.

- كما تمتلك **استراليا** أكثر من(١٠٠ محطة) يقع معظمها في ولايات نيو ساوث ويلز ،وتسمانيا، وتساهم بحوالي(٦٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في البلاد،ومن أكثر الدول اعتمادا علي الطاقة الكهرومائية(النرويج، البرازيل، فنزويلا، كندا) حيث تتراوح نسبة الاعتماد مابين(٦١-٩٨٪) وتعد النرويج الأولي في اعتمادها علي الطاقة الكهرومائية(٩٨,٢٪).

***أكبر محطات لتوليد الطاقة الكهرومائية:**- ويوجد في العالم أكبر ثماني محطات لتوليد الطاقة الكهرومائية التي أصبحت أكبر مصدر للطاقة المتجددة في العالم والتي تشكل خمس الطاقة الكهربائية المولدة عالمياً وفقاً للبنك الدولي: محطة (داليس لوك آند دام) في الولايات المتحدة، وتقع على مصب(نهر كولومبيا) ومحطة (رانس باراج) في

فرنسا وتقع على مصب (نهر رانس) في منطقة بريتاني الفرنسية،ومحطة (توكوروي دام) في البرازيل وهي تعد أكبر محطات توليد الكهرباء التي تستخدم طاقة المياه في البرازيل وتقع على(نهر توكانتينس) في منطقة الأمازون ، ومحطة (نورك دام) في طاجيكستان علي (نهر فاخش) في غرب البلاد.[١٩]

رابعا:النقل النهري

يعتبر النقل النهري من أقدم أنماط النقل المعروفة في العالم، ولقد استخدمت الأنهار وغيرها من المسطحات المائية الممتدة فوق اليابس في النقل منذ زمن بعيد، لما تتميز به من امتداد في حيز غير عميق، ومحدد بضفتين، ومياهها هادئة وشبه منتظمة، مما شجع الإنسان علي ركوبها منذ أقدم العصور وبأبسط الوسائل، لذا تتصدر الأنهار طرق النقل التي استخدمها الإنسان وخاصة في البيئات التي تتوافر فيها الأنهار الصالحة للملاحة والتي أفادت في توفير وسيلة نقل سهلة تربط بين النطاقات الممتدة في أحواضها من ناحية، كما تربط بين أحواضها والمناطق البحرية التي تسهل من عمليات اتصالها بالعالم الخارجي من ناحية أخري، كما في أراضي الرافدين ومصر الفرعونية والصين والهند وغيرها من مواطن الحضارات القديمة. قد نشأت جميع الحضارات القديمة على ضفاف الأنهار، مثل الصينيون على نهر

١٩)انظر:أكبر ٨ محطات للطاقة الكهرومائية في العالم ، جريدة البورصة.
٢٨ نوفمبر، ٢٠١٤، استرجع في ٢٠١٥/٩/٤

الهوانجهو، والهنود على نهر الجانج، والبابليون في السهول المتوسطة لنهري دجلة والفرات، والفراعنة على نهر النيل.

١- **مميـزات النقـل النهـري:** تتمتـع وسـيلة النقـل النهـري بعـدة مزايـا تنافسية عاليه في نقل بعض المنقولات تتميز بها عن باقي الوسائل الأخرى أهمها:- القدرة علي نقل أنواع المنقولات ذات الأحجام كبيرة والتي لا يمثل الوقت والسرعة أهمية كبري في نقلها- انخفاض تكاليف القوة المحركة للجر- الاقتصاد في استهلاك الوقود- أقل وسائل النقل آثارا سلبية علي البيئة-توفر إمكانيات التصنيع المحلي للوحدات النهرية.- انخفاض التكاليف الاستثمارية النقل النهري- انخفاض تكلفته بسبب انخفاض نفقات القوة المحركة، والقدرة الكبيرة لوحدات النقل النهري على الحمل.- كما أن الأنهار عبارة عن مجاري مائية طبيعية لا تحتاج إلى تجهيزات أو صيانة دورية، مما يجعله أنسب وسيلة لنقل السلع كبيرة الحجم التي تشغل حيزا كبيرا وثقيلة.

ولقد كان نهر النيل وفروعه على مدار قرون عديدة منذ القدم المحور الأساسي للنقل بين مختلف أنحاء البلاد ، وكان النقل الشراعي هو الوسيلة المثلي للنقل من الجنوب إلي الشمال ، وفي العصر الحديث بدأ ظهور بعض الوحدات النهرية الكبيرة وكانت الملاحة مرتبطة بتوافر المياه وكانت شبه مستمرة في نهر النيل وفروعه فيما عدا فترات التحاريق ، وكان العديد من المنشآت التي تقام علي هذا المجرى من النوع المتحرك حتى لا تمثل عائقا أمام المراكب الشراعية.

وكان نهر (أوس) في يوركشير ببريطانيا يشكل منذ العصور الوسطي شريانا رئيسيا للنقل الداخلي في شرق بريطانيا مما أدي إلي ظهور محلات عمرانية علي جانبيه كمواني نهرية مثل(سلبي،يورك).

ولقد بدأ التوسع في استخدام المجاري النهرية في النقل خلال القرن السادس عشر في أوربا التي استخدمت الأنهار في نقل خامات الحديد ومحاصيل الحبوب،ومع بداية القرن السابع عشر بدئ في استخدام الأنهار علي نطاق واسع في نقل الأشخاص وخاصة الأنهار الفرنسية (نهر السين) ومع الثورة الصناعية خلال القرن الثامن عشر اتسع مجال استخدام النقل النهري حيث الصنادل الكبيرة الحجم لنقل الخامات والسلع المصنعة.

وتشكل بعض الأنهار الكبرى في العالم والتي تتميز أحواضها بالكثافة السكانية وبالغني الاقتصادي طرق اتصال داخل اليابس ذات أهمية كبيرة، كما هو الحال بالنسبة للمجري الأدنى لنهر النيل في مصر،ونهر البو في ايطاليا،وأنهار الهوانجهو اليانجتسي وسيكيانج في الصين، ونهر الجانج في الهند، ونهري الراين وسانت لورانس.

٢- مساوئ الأنهار:-

- تفتقد إلى ميزة الاستقامة، فالأنهار كثيرة التعاريج خاصة في مجاريها الدنيا، مما يطيل من المسافة، ويستهلك كثيراً من الوقت.

- يعيق الطرق الملاحية في بعض الأنهار وجود بعض العوائق الطبيعية كالجنادل والشلالات والخوانق، فالظاهرة الأولى الجنادل تكثر على سبيل المثال في نهر النيل في المسافة الممتدة بين جنوبي مصر وشمالي السودان، والثانية الشلالات في مجرى الكونغو بالكونغو

الديمقراطيــة ، والخوانــق فــي نهــر كلــورادو فــي الولايــات المتحــدة الأمريكية، ونهر الهوانجهو في الصين.

– تذبـذب منسـوب الميـاه فـي مجـاري بعـض الأنهـار وانخفاضـه إلـى المستوى الـذي لا يـؤمن الغـاطس الـلازم لمـرور الوحـدات الملاحيـة، ويرجـع ذلك إلـي فصيلة سقوط الأمطـار عند منـابع مثل هده الأنهـار كما في معظم أنهار جنوبي القارة الأوربية.

٣– العوامـل المـؤثرة فـي النقـل النهـري:– تتبـاين أهميـة الأنهـار كمجاري مائية في أقاليم العالم وتختلف في مستويات استخدامها تبعا لخصائص البيئة الطبيعية والبشرية والاقتصادية كالتالي:–

أ–العوامل الطبيعية:

١– **التركيب الجيولوجي:** يؤدي تباين التركيب الجيولوجي للصخور في نطاق قاع مجري النهر، وتداخل الصخور إلي اختلاف قدرة النهر علي نحت هذه الصخور، فكلما زادت مقاومة الصخور كلما قل أثر العمليات النهرية في تشكيل معالم سطح الأرض فالصخور النارية أكثر صلابة وبالتالي أكثر مقاومة للعمليات النهرية، فيقوم النهر بنحت وإزالة تكوينات الصخور اللينة من مجراها، بنما تظل التكوينات الصلبة بارزة تعترض مسار مياه النهر وهي عقبات طبيعية مثل الجنادل التي تبدو في شكل جزر صخرية تعترض مجري النهر كما في مجري نهر النيل في المسافة بين السودان ومصر والتي تعرف بالنيل النوبي، وكثرة الشلالات في نهر الكنغو ونهر الزمبيزي، كما توجد في شكل مندفعات وخوانق مثل خانق سبلوقة في مجري النيل

النوبي، وفي روافد نهر الأمازون، ونهر لولايا رافد نهر الكنغو، وتشكل تلك الظواهر عقبات طبيعية تقلل من صلاحية الأنهار للملاحة خلالها.

٢- **سطح الأرض:** لدرجة انحدار سطح الأرض دور كبير في تحديد خصائص مجري النهر التي تتراوح بين الضيق وشدة الانحدار وبالتالي سرعة جريان المياه في النهر، كما في النطاقات شديدة الانحدار، مما يشكل عقبة أمام الملاحة،أما اتساع مجري النهر والانحدار البطيء لجريان المياه كما هو الحال في المناطق المستوية السطح يشجع علي الملاحة النهرية، أي أن عامل انحدار سطح الأرض يحدد مستوي جريان مياه النهر وبالتالي سرعة الحركة،كما يحدد اتجاه الحركة الملاحية المعتمدة علي التيار المائي مما يقلل من استهلاك الوقود، كما هو الحال في مجري نهر النيل لحركة الملاحة المتجهة من جنوب مصر إلي شمالها.

٣- **المناخ:** لعنصر التساقط سواء في شكل أمطار أو في شكل ثلوج تذوب خلال فصل ارتفاع درجة الحرارة دور مباشر في تحديد مستوى المياه في مجارى الأنهار، وبالتالي تحديد مستوى الصلاحية للملاحة والتي تتوقف على عمق المياه. فبعض الأنهار تتميز بانتظام سقوط الأمطار عند منابعها خلال شهور السنة لذا تتسم بانتظام جريانها وعمق مياهها وعدم تذبذب منسوبها مما يعمل على صلاحيتها للملاحة طوال العام كما هي الحال بالنسبة لمعظم أنهار غربي أوربا خاصة أنهار المملكة المتحدة وفرنسا، ونهر النيل، وأنهار الأقاليم المدارية المطيرة، وتصلح بعض الأنهار للملاحة طوال العام رغم أن

أمطار أحواضها شتوية، إلا أن ذوبان الثلوج عند المنابع خلال شهور الصيف تعمل على استمرار جريان المياه وعدم تذبذب منسوبها كما هي الحال بالنسبة لنهر البو شمالي إيطاليا، وتتراكم الثلوج عند منابع الأنهار خلال شهور الشتاء، وتكون صالحة للملاحة صيفا رغم قلة أمطارها الصيفية حيث ذوبان الثلوج المتراكمة عند المنابع وتغذية مجرى النهر بالمياه، ومن أحسن الأمثلة على ذلك نهر الفولجا في شرقي أوربا والذي نجح الروس عن طريق إقامة بعض السدود على مجراه في جعله صالحا للملاحة النهرية معظم شهور السنة.

ونتج عن عدم توازن الأمطار الساقطة في أحواض بعض الأنهار كما في أشباه الجزر الجنوبية في أوربا توافر المياه في مجاريها وبالتالي صلاحيتها للملاحة خلال شهور الخريف والشتاء فقط، بينما لا تصلح للملاحة لانخفاض منسوب المياه وجفاف بعضها خلال شهور الصيف، مثل نهر درين في ألبانيا، ونهر أرنو في ايطاليا.

ب-العوامل البشرية المؤثرة في النقل النهري :

١- تعدد وظائف الأنهار: للأنهار عدة وظائف تتمثل بالإضافة إلى استخدامها في النقل، تساهم في توفير المياه اللازمة لاستهلاك الإنسان في نطاقات المحلات العمرانية، إلى جانب توفير المياه اللازمة لري الحقول الزراعية ، هذا التعدد في وظائف الأنهار يتطلب مد قنوات وخطوط أنابيب لنقل المياه للاستخدام البشري ، وشق بعض الترع والقنوات الخاصة التي تهدف إلى توصيل مياه الري إلى الأراضي الزراعية، وتؤدي أحيانا مثل هذه الإنشاءات البشرية إلى

انخفاض منسوب المياه في بعض الأنهار وبالتالي عدم صلاحيتها للملاحة خلال فترات تحويل المياه، ومن أحسن الأمثلة على ذلك في مصر صعوبة الملاحة في مسافات من مجرى ترعة النوبارية في غربي دلتا النيل خلال فترات تشغيل فتحات الري عند فم بعض الترع الآخذة من النوبارية وخاصة خلال شهور الصيف، كما يحدث نفس الشيء في فرعي النيل (رشيد، دمياط) خلال فترات حجز المياه أمام قناطر الدلتا.

٢- **ضبط الأنهار**: تنظم عمليات أداء وظائفها عن طريق إقامة بعض الأعمال الصناعية المتمثلة في إقامة الكباري والقناطر والسدود وشبكات الري، والأهوسة والفتحات الملاحية، وأحيانا تحويل المجرى أو مسافة منه وتوسيعه، وتعديل انحدارات القاع، أو تعميق بعض المسافات الضحلة من المجرى، وتعني مثل هذه العمليات ضبط الأنهار والسيطرة عليها وتغيير بعض مواصفاتها سواء في نطاقات المنحنيات أو في قاع المجرى أو على جوانبه مما يزيد من الكفاءة الملاحية لمجاري الأنهار، بالإضافة إلى ضمان انحدار ملائم للمجرى لتأمين الخطوط الملاحية كما في أنهار الراين ، السين ، السانت لورانس ، النيل، الهوانجهو، كما تتحدد أهمية الأنهار ومستوى كثافة تشغيلها بناء على عدة معايير تتعلق بثلاثة عناصر هي(مجرى النهر، وخصائص المياه، وحوض النهر).

***مجرى النهر**:- تتزايد أهمية النهر الملاحية بقدر توافر الأتي:

- الخلو من العقبات الطبيعية مثل الجنادل والشلالات والخوانق ، واختلاف منسوب المياه، ولقد تم التغلب علي مثل هذه العقبات

بتعميق المجرى، وإقامة الأهوسة في نطاقات اختلاف منسوب المياه والتي تعمل على رفع الصنادل والوحدات الملاحية من المستويات المنخفضة إلى المستويات المرتفعة وبالعكس، وشق مجاري ملاحية صناعية تمتد على إحدى جانبي المجرى لتخطي نطاقات المندفعات والجنادل والشلالات.

– الاستقامة: حيث تقلل استقامة المجرى من طول الخط الملاحي مما يخفض نسبيا من تكلفة النقل، كما تقضي هذه الخاصية على ظاهرة تراكم الرواسب النهرية التي تحدث كثيرا عند المنحنيات، وأحيانا يتم التغلب على تعدد منحنيات المجرى عن طريق مد قنوات مستقيمة المجرى تتجاوز المنحنيات لتكون طريقا ملاحيا مستقيما يقلل من المسافة والوقت ويخفض من التكلفة كما حدث في بعض الأجزاء من مجرى نهر الراين في أوربا .

– الاتساع والعمق: يحدد هذا العامل أبعاد المجرى الملاحي، وبالتالي يحدد كل من أبعاد الوحدات النهرية العاملة والمسافة التي تستطيع السفن أن تقطعها عند صعودها في مجرى النهر، حيث أدى اتساع مجرى نهر اليانجتسي وعمقه الكبير إلى توغل السفن المحيطية ذات الغاطس الكبير حتى مدينة اتشانج قرب مصب النهر.

– الطول: يفضل أن يكون المجرى الصالح للملاحة طويلا حتى تطول المسافة الفاصلة بين عمليتي الشحن والتفريغ مما يقلل من تكلفة النقل النهري، والعكس صحيح إذ يؤدي قصر المسافات الصالحة للملاحة في مجرى النهر إلى تكرار عمليتي الشحن والتفريغ مما يرفع من تكلفة عملية النقل وهو ما يحدث في بعض أنهار العالم

التي تتسم بتقطع وقصر المسافات الصالحة للملاحة من مجراها، كما هي الحال بالنسبة لنهر النيل جنوبي مصر وشمالي السودان حيث تمتد الجنادل في ستة نطاقات متقطعة.

***خصائص المياه:**- يكتسب المجرى النهري أهمية كبيرة في حالة توافر جريان المياه طول العام، وتتوافر هذه الخاصية في الأنهار المدارية التي تجري في النطاقات ذات الأمطار الدائمة (طول العام) لذا تشكل مثل هذه الأنهار بروافدها شبكة هائلة للنقل في حالة توافر العوامل الأخرى المساعدة على النقل النهري والتي تتعلق بالجوانب الطبيعية والبشرية والاقتصادية، ومن أمثلة هذه الأنهار الأمازون في أمريكا الجنوبية، والكونغو، ومعظم مجرى النيجر في أفريقيا.

في حين ينخفض منسوب المياه دون الغاطس الصالح للملاحة كما هي الحال بالنسبة لبعض أنهار جنوبي أسيا و خاصة أنهار شبه القارة الهندية ، والتي تصلح للملاحة خلال شهور الصيف لسقوط الأمطار الموسمية ، في حين تجف المياه في مسافات طويلة من مجاريها خلال الشتاء.

- ضآلة الرواسب العالقة: حيث تشكل في حالة تزايدها خطورة على عمق المجرى والغاطس الملاحي المسموح به مما يقلل من صلاحية النهر للملاحة مثال ذلك كثرة الرواسب التي تحملها مياه نهر الهوانجهو شمال الصين ومعظمها من تربة اللويس وتراكم الرواسب الرملية على قاع المجرى في بعض المسافات من نهر الراين.

***حوض النهر:**- تتزايد معدلات استخدام النقل النهري عند توافر المميزات التالية في حوض النهر:

– تنوع الموارد الاقتصادية وارتفاع الكثافة السكانية: وهذا يعني ارتفاع كثافة تشغيل الوحدات النهرية وبالتالي عظم حجم حركة النقل النهري رخيص التكاليف، مثال ذلك الفرق بين حجم حركة النقل النهري في حوضي النيل والسنغال في أفريقيا وحوضي اليانجتسي ودجلة والفرات في أسيا على سبيل المثال.

– الاتصال المباشر بالمسطحات البحرية والمحيطية: مما يعني أن النهر يصب في مسطحات بحرية ومحيطية مفتوحة دون عوائق وهي سمة تعني الاتصال المباشر والسهل بين حوض النهر وجهات العالم الخارجي مما ينشط حركة النقل النهري ويزيد حجمها كما هي الحال بالنسبة لأحواض انهار الراين، والسين، والسانت لورانس، اليانجتسي، في حين تضعف حركة النقل النهري ويتضاءل حجمها بشكل واضح وكبير عندما يصب النهر في مسطحات بحرية مقفلة (سرداريا، امواداريا).

***الطرق المائية الداخلية في أمريكا الجنوبية:**– تتعدد الأنهار في أمريكا الجنوبية، إلا أن معظمها غير صالحة للملاحة بسبب كثافة الغابات في أحواض تصريفها، إضافة لبعض المعوقات التي تعتري مجاريها.

– **نهر الأمازون:** يعتبر نهر الأمازون ذو الروافد المتعددة من أكبر أنظمة الأنهار في القارة، وثاني أطول أنهار العالم بعد النيل، ويقوم هذا النهر بخدمة حركة النقل والتجارة، وتستطيع السفن الكبيرة الدخول فيه وصولا إلى ميناء ميناؤس على مسافة ١٤٥٥ كم من خط الساحل، كما تستطيع السفن الصغيرة الوصول إلى٣٤٦٥ كم من

مصبه لميناء أكويتوس، وتعتبر الشلالات التي تعترض روافده عند التقائها بالأمازون من أهم العقبات الملاحية، لذا نجد أن حركة النقل في نظام نهر الأمازون قليلة جدا مقارنة بأنهار أوروبا . ويقع ميناء ميناؤس على نهر نيجرو على بعد ١٤ كم من نقطة التقائه بنهر الأمازون.

***الطرق المائية الداخلية في أوروبا:**- يوجد في قارة أوروبا العديد من الأنهار الصالحة للملاحة والتي تجري في اتجاهات متعددة وتتركز معظمها في السهل الأوربي المطل على بحر البلطيق وبحر الشمال والمحيط الأطلنطي، وتربط بين هذه الأنهار شبكة قنوات مائية اصطناعية.

- **نهر الدانوب:** يعتبر نهر الدانوب الذي ينبع من الغابة السوداء الألمانية ويصب في البحر الأسود من الأنهار الكبرى، ولكنه أقل صلاحية للملاحة مقارنة بنهري الراين والفولجا، نظرا للضفاف الطينية بينه وبين نهر الراين، وتستطيع السفن الكبيرة الدخول فيه لمسافة ١٤٥كم من مدينة راتسبون الألمانية.

- **نهر الراين:** يتميز بأهميته الكبيرة في النقل النهري،ورغم مروره من عدة دول إلا أن ألمانيا تستأثر بالجزء الأكبر منه وينبع نهر الراين من سويسرا مشكلا حدا سياسيا بينها وبين ألمانيا، ويتميز الجزء الأعلى من مجراه بالانحدار الشديد وسرعة الجريان والانحناءات، وقام الألمان بتسوية مجرى النهر ليصبح بذلك مستقيما يلبي متطلبات النقل،ويعتبر صالح للملاحة في معظم حوضه ومعظم أوقات السنة، ويعتبر من الأنهار الأوروبية الهامة من الناحية الاقتصادية، وتدين له منطقة

الرور الصناعية بأهميته الاقتصادية في نقل خام الفحم بواسطة نهر الرور أحد روافده، وينتهي نهر الراين عند مصبه في بحر الشمال مكونا دلتا كبيرة وقد تتعطل الملاحة فيه شهرا بسبب تجمد مياهه ويعتبر نهر الراين من أكثر الأنهار المائية العالمية ازدهارا، وأكثف أنهار أوروبا ملاحة، وتقع عليه أكبر الموانئ النهرية في العالم وخاصة في مدن ألمانيا مثل(كولونيا) كما تعد ستراسبورج اكبر ميناء مائي داخلي في فرنسا على نهر آل.

ومن أهم الأنهار الصالحة في فرنسا أنهار(السين، الشلد، الجارون ، اللوار، الرون) وتربطها قنوات صناعية، ويعتبر نهر (السين) أهم أنهار فرنسا الذي يربط بين المناطق الغنية اقتصاديا بالعاصمة باريس التي تعتبر هبة السين، ويتميز هذا النهر بندرة فيضانه واعتدال مياهه، وتم إنشاء قنوات صناعية مائية لذا أصبح بمقدور السفن الوصول إلى روين محملة بالحمولات الثقيلة.

ويعتبر نهر (الفولجا) في روسيا الأوروبية من الأنهار الملاحية التي تستخدم في نقل الخامات والمنتجات إلى الموانى البحرية، ويربط بين موسكو وبحر قزوين وينقل عبر نصف المنقول عبر الأنهار الروسية.

***الطرق المائية الداخلية في أسيا:**- تتخذ الأنهار الآسيوية الشكل الإشعاعي تخرج من قلب القارة نحو الأطراف أهمها (الهوانجهو، سيكيانج، يا نجستي، السند، ايراوادي) وهي صالحة للملاحة.

وتعتبر الصين أكثر الأقطار الأسيوية حظا في الملاحة النهرية مثل نهر (اليانجتسي) الذي يبلغ طوله ٤٣٥٥ كم ، والذي يعد طريقا

مائيا حيويا لسير السفن المحيطية حتى مدينة هنجا الواقعة على مسافة ١٢٦٥ كم من مصبه.

كما يعتبر نهر(الهوانجهو) صالح للملاحة في حوضه الأدنى، كما يوجد قناة تمتد من الشمال للجنوب لتربط بين نهري الهوانجهو باليانجستي، وحفرت في القرن الخامس عشر ميلادي وتسمى هذه القناة بالقناة العظمى وتخدم حركة نقل الركاب والبضائع، وتعد نانكنج احد الموانئ النهرية الكبرى في أسيا على بعد ٢٥٦كم من مصب نهر الياتجستي مستقبلة السفن متوسطة الحجم.

***الطرق المائية الداخلية في أفريقيا:**- لا يوجد في قارة أفريقيا أنهارا صالحة للملاحة طوال العام لمسافات طويلة، ويعود ذلك إلى قلة سقوط الأمطار في فصل الشتاء مما يسبب تذبذبا كبيرا في كميات المياه التي تجري في أنهارها، أما السبب الثاني فهو كثرة الشلالات والمساقط المائية في مجرى الأنهار، لذا فقدت القارة الاتصال الخارجي بالعالم عبر الطرق النهرية، ورغم ذلك أمكن استغلال قطاعات محدودة من أنهار القارة لغرض الملاحة النهرية.

وتتركز معظم أنهار القارة المستغلة في الملاحة النهرية الداخلية بشكل خاص في وسط وشرق القارة وغربها، وتواجه هذه الأنهار مع موانى التصدير على المحيطين الأطلنطي والهندي مشاكل فلابد من استخدام القطارات والطرق البرية لغرض تسهيل الاتصال بمراكز الموارد المعدنية والمنتجات الزراعية بالداخل التي بعد عن الأنهار.

ومن أهم الأنهار الأفريقية(النيل، الزمبيزي، الكونغو، والنيجر) فالأنهار الثلاث الأولى يوجد بها مساقط وشلالات مائية تمنع حركة

التنقل لمسافات طويلة، أما نهر النيجر فيوجد في دلتاه الكثير من المستنقعات.

– نهر النيل: يعد نهر النيل أطول الأنهار بطول يصل أكثر من(٦٦٧٠ كم) من منابعه الاستوائية حتى مصبه البحر المتوسط، ولا يتعدى الجزء الصالح للملاحة (١٠٦٠ كم) في مجراه الأدنى بمصر.

***النقل بالقنوات المائية:**– القنوات المائية عبارة عن مجاري صناعية شقها الإنسان لاستخدامها كطرق مائية في النطاقات الفاصلة بين مجاري الأنهار أو بين المسطحات البحيرية الممتدة فوق اليابس ومن أهدافها: توصيل مجاري الأنظمة النهرية بعضها ببعض بهدف تسهيل عمليات نقل وتبادل السلع بين أحواض الأنهار مثال ذلك معظم القنوات المائية التي حفرت في قارة أوربا وبالتحديد في فرنسا وشمالي ألمانيا وروسيا الاتحادية، والربط بين أقاليم داخلية ذات أهمية اقتصادية خاصة ومنافذ بحرية بصورة مباشرة كما هي الحال بالنسبة لقناة مانشستر/ ليفربول في المملكة المتحدة على سبيل المثال، وإيجاد منفذ بديل لحوض نهري نتيجة لتجمد مياه مخرجه الطبيعي خلال فترة محددة من السنة كما هي الحال بالنسبة لقناة(ايري) في الولايات المتحدة الأمريكية، وتخطي المسافات التي يوجد بها عوائق طبيعية كالشلالات والجنادل.

وللقنوات المائية تاريخ قديم إذ شق المصريون القدماء أول قناة صناعية في العالم وهي قناة (سنوسرت الأول)(١٩٧١_١٩٢٨ ق.م) التي حفرت في شرق دلتا النيل بهدف تسهيل الملاحة بين نهر النيل

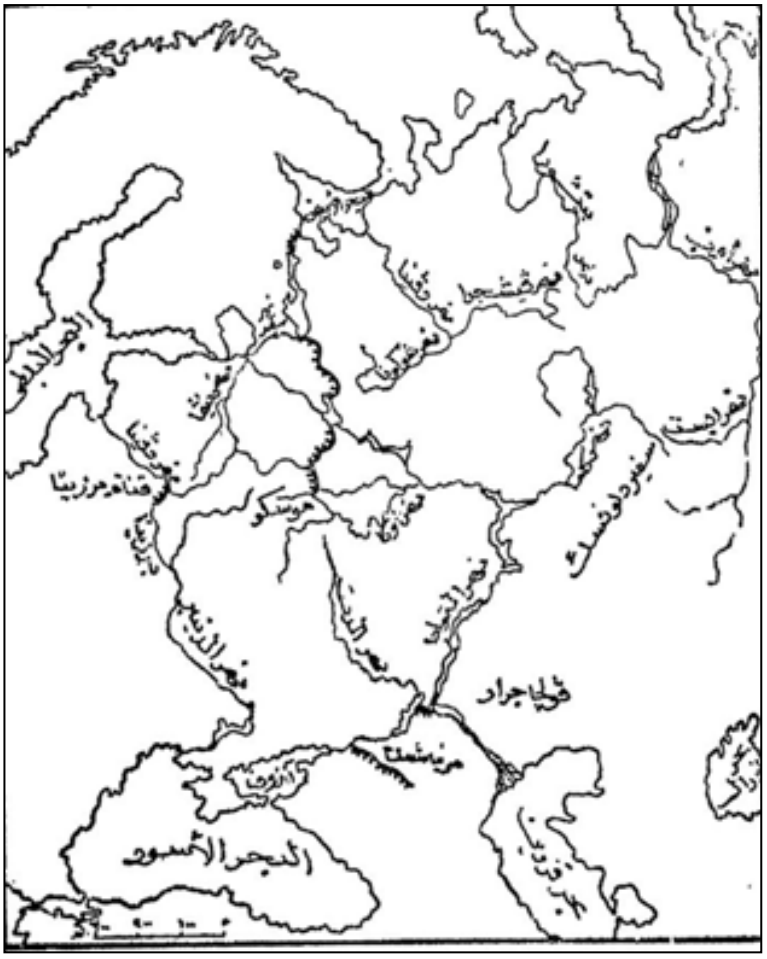
والبحر الأحمر بالإضافة إلى توفيرها لمياه الري اللازمة للأراضي الزراعية التي تخترقها.

القنوات المائية في أوربا:- شقت القنوات المائية لأول مرة في أوربا خلال عهد الإمبراطورية الرومانية؛ففي عهد الإمبراطور(دروسوس) تم بناء قناة ملاحية تربط بين نهر الراين عند مدينة أرنهيم، وشقت قناة داخل مصب نهر الراين في عام(٥١ ق.م) وعرفت بليك.

وتتصدر أوروبا قارات العالم من حيث كثافة شبكة القنوات المائية التي تجري في أراضيها وضخامة حجم الحركة عليها، وعموما يمكن تحديد القنوات المائية الموجودة بالقارة في شبكتين رئيسيتين الأولى في الغرب وترتبط أساسا بنهر الراين والثانية تمتد في الشرق وترتبط بنهر الفولجا، ومن أهم القنوات المائية في أوربا:

- **قناة الراين/الرون** في فرنسا: بطول ٣٢٠ كم وبها ١٦٤ هويس في عام ١٨٣٤، وشق مجري جديد لقناة الراين/الرون وعليها ٢٤ هويس في عام ١٩٨٥.

- **قناة البحر الأبيض** في روسيا: وهي تمتد شمال بحيرة أونيجا في شرق أوربا لتربط بين البحرين البلطي والأبيض(عام ١٩٣٣) وهي تصل حوض نهر الفولجا بالبحر الأبيض والبحر البلطي، مما سهل اتصال موسكو نهريا (نهر الفولجا) بالبحار الخمسة (الأسود والأبيض وقزوين البلطي، وبحر أزوف).



شكل(١١) القنوات المائية في روسيا الاتحادية

– **قنـاة لـودنيج:** لتـربط نهـري الـراين والـدانوب،و ومجـري جديـد لهـا لتشـكل شـريان يـربط بـين انهـار الراين،مين،الـدانوب،وتربط أحـواض الـدانوب بشبكة المجـاري المائيـة فـي كـل مـن شـمالي بوهيميـا وبولنـدا وألمانيا حيث يوجد المنفذ البحري الكبير ممثلا في ميناء هامبورج.

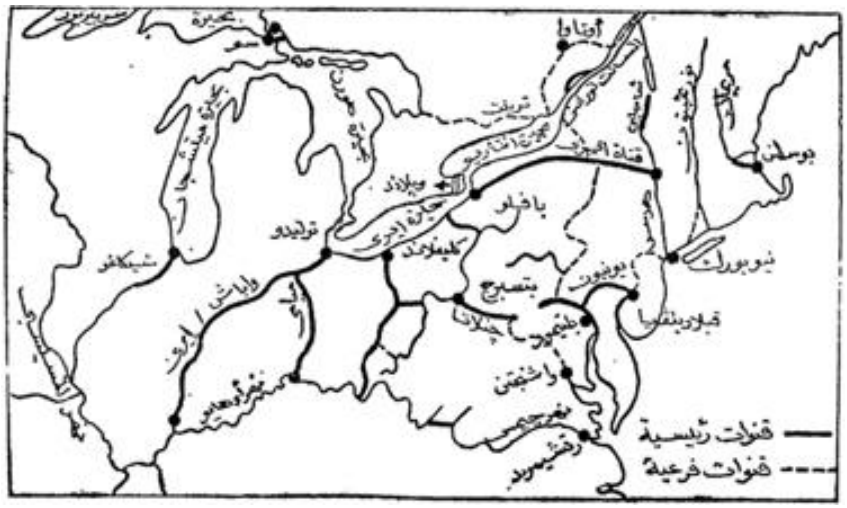
***القنوات المائية في قارة أمريكا الشمالية:**– تعتبر أنهار المسيسبي وأوهايو وسانت لورنس، والبحيرات العظمى ونهر هدسون، وشيكة

القنوات المائية التي تربط بينها من أهم الطرق المائية الداخلية في قارة أمريكا الشمالية (شكل رقم ١٢) وتوجد بين البحيرات شلالات تعيق الرحلة، لهذا شقت فنوات مائية بنين البحيرات تفاديا للشلالات ومن أهم القنوات:

يوجد في قارة أمريكا الشمالية ثاني أكثف شبكة للقنوات المائية في العالم بعد شبكة القنوات الأوربية، وتبعا لنظم التصريف النهري وخصائص الأقاليم الجغرافية في القارة فإن القنوات المائية الأمريكية تتسم: أنها تتركز في أقاليم جغرافية محددة معظمها وأهمها تمتد في النطاق الشرقي، وضالة عددها وقصر أطوالها بالقياس إلى القنوات المائية في قارة أوربا، وحداثة العهد بشق القنوات المائية والتي لم تبدأ في أمريكا الشمالية إلا مع بداية القرن التاسع عشر ،وتم إنشاء معظم القنوات المائية الأمريكية خلال الفترة الممتدة بين عامي(١٨٢٥-١٨٥١).

وأقيمت قناة (سو) لتربط بين بحيرتي سوبيريور وهورن بعيدا عن شلالات سولت سانت ماري، مما سهل الملاحة بين البحيرتين وتعرف هذه القناة أحيانا باسم قناة (سولت سانت ماري)، كما مدت مجموعة أخرى من القنوات المائية لتربط بين مجرى السانت لورانس والبحيرات العظمى من ناحية والأنظمة النهرية الأخرى الممتدة في اتجاهات متعددة ،ويعتبر نهر المسيسبي ثالث أنهار العالم من حيث الطول،ويجري من جبال روكي ليصب في خليج المكسيك، وقد لعب دورا هاما كوسيلة نقل للغرب الأمريكي قديما، وسرعات ما تدهورت ملاحته بعد استخدام سكك الحديد، ولكن بعد الحرب العالمية الثانية

استعاد نشاطه الملاحي،ويعد الشريان النقل المائي الرئيسي في الولايات المتحدة الأمريكية فيما يتعلق بنقل الخامات الثقيلة لمسافات طويلة، كما لعب نهر السانت لورنس والبحيرات العظمى في تقديم طرقا سهلة لقلب القارة الأمريكية وسعاد على نمو موانى هامة منها بفالو وشيكاغو، كما أن حركة النقل في البحيرات العظمي كثيفة، وتعتبر قناة سو أكثر الطرق ا لمائية كثافة من حيث حجم حركة النقل في العالم، ويعد نهر سانت لورنس هام جدا في دخول السفن المحيطية من المحيط الأطلسي حتى ١٤٥٥ كم داخل القارة الأمريكية، وزادت أهميه بعد ربطة بعدد قنوات ملاحية ليتصل بالمسيسبي، ولكن من مساوئه توقف الملاحظ ٦ شهور بسبب تجمد مياهه.



شكل(١٢) القنوات المائية في شمال شرق أمريكا الشمالية

ويعد نهري المسيسبي والميسوري من أكبر أنهار أمريكا الشمالية ويقع ميناء سانت لورنس على بعد ١٤ كم من التقائهما، تشكل سانت لورنس مركزا تجاريا حيويا، ومن أهم هذه القنوات:

– **قناة إلينوي/ المسيسبي:** مدت عام ١٨٤٨ بطول ١٨٠ كم تقريبا لتربط بين بحيرة ميتشجان عند شيكاغو ونهر الينوي رافد المسيسبي, مما أوجد منفذا بحريا شماليا لحوض المسيسبي، كما أوجد منفذا جنوبيا لنطاق البحيرات العظمى ممثلا في نيو أورليانز.

– **قناة ميامي:** حفرت عام ١٨٣٥ بطول ٤٠٠ كم تقريبا لتربط بين مدينة سنسناتي على نهر أوهايو، ومدينة توليدو على بحيرة إيرى.

– **قناة أوهايو:** مدت بطول ٥٠٠ كم تقريبا لتربط بين مدينة بورتسموث الواقعة على نهر أوهايو, وميناء كليفلاند على ساحل بحيرة إيرى – **قناة سولت سانت ماري** أوسو: تربط بين بحيرتي سوبيريور وهورن.

خامسا:الأنهار كحدود سياسية

تشكل بعض الأنهار حدودا جغرافية فاصلة بين الدول، وهي وظيفة سياسية للأنهار، لا تتحقق إلا إذا كانت مجاريها ومياهها عميقة، أو إذا تعددت فيها العوائق الطبيعية كالشلالات، والجنادل، والمندفعات، لكن أسهم تطور علم الهندسة في التقليل من دور الأنهار بوصفها عامل حجز وفصل بعد، ترويض الأنهار والسيطرة على مائيتها، وتجاوز خصائصها الصعبة عن طريق بناء الكباري وشق الأنفاق.

وتتميز الأنهار، التي تتخذ حدودا سياسية، بوضوح مساراتها، مما سهل تخطيط الحدود في نطاقاتها، وخاصة في الأقاليم النادرة على الرغم من بعض الصعوبات والمشكلات، التي واجهت عمليات تعيين مثل هذه الحدود، منها مشكلة(مكان رسم خط الحدود السياسية) إتباع خط المنتصف أو الامتداد إلى إحدى ضفتي النهر.

وفي بعض الأحوال، تمتد أراضي دولة ما، في شكل جيب طولي ضيق عبر أراضي دولة أو دول مجاورة، للوصول إلى مجرى نهري ليكون لها جبهة مطلة عليه، وأفضل مثال على ذلك ممر كابريفي Caprivi، الذي يبلغ طوله حوالي ٤٠٠ كيلومتر، والذي منح لناميبيا جبهة تطل بها على نهر الزمبيزي عبر أراضي أنجولا وبتسوانا.

***في قارة أسيا:-**

شكل رقم(١٣)الأنهار كحدود سياسية في أسيا

-خط الحدود السياسية بين الأردن وفلسطين المحتلة مع مجرى نهر الأردن، وخط الحدود السياسية بين العراق وإيران مع مجرى شط العرب، وخط الحدود السياسية بين تايلاند ولاوس مع مجرى نهر ميكونج، وخط الحدود السياسية بين أذربيجان وإيران مع مجرى نهر أراكس، وخط الحدود السياسية بين كوريا الشمالية والصين الشعبية مع مجرى نهر يالو، وخط الحدود السياسية بين أوزباكستان وتركمانستان مع مجرى نهر

أموداريا، وخط الحدود السياسية بين الصين الشعبية وروسيا الاتحادية مع نهرى أمور وأوسارى .

* **في قارة أفريقيا:-** خط الحدود السياسية بين السنغال وموريتانيا مع مجرى نهر السنغال، وخط الحدود السياسية بين تنزانيا وأوغندا مع مجرى نهر سمليكي، وخط الحدود السياسية بين تنزانيا وموزمبيق مع مجرى نهر روفوما، وخط الحدود السياسية بين جنوب أفريقيا وناميبيا مع المجرى الأدنى لنهر الأورانج، وخط الحدود السياسية بين جنوب أفريقيا وزيمبابوي مع المجرى الأوسط لنهر لمبوبو، وخط الحدود السياسية بين جمهورية الكونغو الديمقراطية (زائير) والكونغو مع مجرى نهر الكونغو، وخط الحدود السياسية بين زائير وأفريقيا الوسطى مع مجرى نهر أوبانجي.

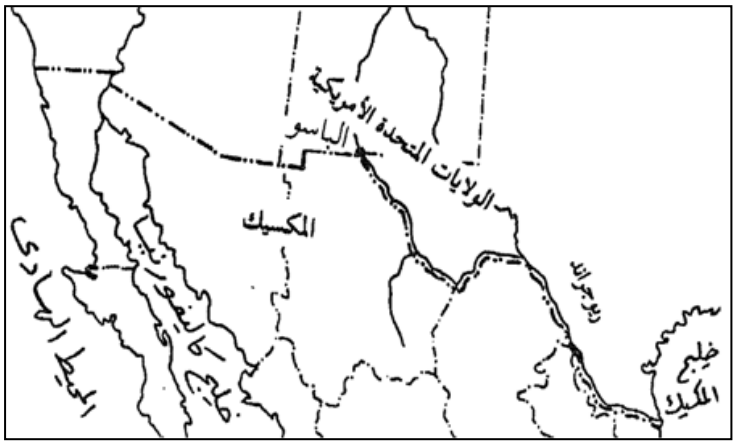
***في قارة أوروبا:-**

- خط الحدود السياسية بين تركيا واليونان مع مجرى نهر ماريتزا، وخط الحدود السياسية بين ألمانيا وبولندا مع مجرى نهر الأودر، وخط الحدود السياسية بين ألمانيا وسويسرا مع المجرى الأعلى لنهر الراين، وخط الحدود السياسية بين ألمانيا وفرنسا مع المجرى الأوسط لنهر الراين، وخط الحدود السياسية بين رومانيا وبلغاريا مع المجرى الأدنى لنهر الدانوب، وخط الحدود بين المجر وكرواتيا مع نهر الدانوب.

***في قارة أمريكا الشمالية:-**

- خط الحدود السياسية بين الولايات المتحدة الأمريكية وكندا مع مجاري أنهار سانت لورانس، وسان جون، وسانت كروكس.

– خط الحدود السياسية بين الولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك مع مجرى نهر ريوجراند.



شكل رقم(١٤) الأنهار كحدود في أمريكا الشمالية

***قي قارة أمريكا الجنوبية:-**

– خط الحدود السياسية بين البرازيل والأرجنتين مع مجرى نهر أورجواي،وخط الحدود السياسية بين البرازيل وبوليفيا مع مجرى نهر جوبوري، وخط الحدود السياسية بين البرازيل وباراجواي مع جزء من مجرى نهر بارجواي،وخط الحدود السياسية بين البرازيل وبيرو مع مجرى نهر يافاري (رافد الأمازون).

الفصل الخامس

المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية من أهم مصادر المياه العذبة السائلة في العالم، وأكبرها حجما حيث تمثل حوالي(٩٧٪) من جملة حجم المياه العذبة السائلة في العالم، وهي احد المصادر الرئيسية لمياه الأنهار الدائمة الجريان في العالم، والمياه الجوفية هي مياه ترشحت من سطح الأرض خلال طبقة التربة المسامية إلي داخل تكوينات قشرة الأرض والتي تصبح فيما بعد خزانات كبيرة للمياه الجوفية.

وتزداد استخدامات المياه الجوفية يوما بعد الأخر وسنة بعد أخري نتيجة لزيادة حفر الآبار الجوفية في كل دول العالم، وذلك لزيادة الحاجة إليها في توفير مياه الشرب لكثير من مدن العالم، ولتوفير مياه الري في الزراعة في مناطق كثيرة وبخاصة المناطق الجافة.

ونتيجة لأهمية المياه الجوفية أصبح من الضروري تقدير كمياتها وحمايتها من التلوث وتنظيم ضخ المياه لضمان استمرارية توفرها كمصدر طبيعي للمياه العذبة.

أولا: الخصائص العامة للمياه الجوفية:

١ – **التعريف والتكوين:** المياه الجوفية هي تلك المياه الموجودة تحت سطح الأرض وتشغل كل أو بعض الفراغات الموجودة في التكوينات الصخرية، ويرجع مصدرها إلي مياه الأمطار والأنهار والمياه الناتجة عن ذوبان الجليد، ومن مياه الري الزائدة، ومن مياه البحار والمحيطات.

ولقد قدر بعض الباحثين كمية المياه الجوفية المتسربة في طبقات الأرض بأنها تعادل طبقة من المياه تغطي الكرة الأرضية بسمك يتراوح بين(٦٠-١٨٠ م) تقريبا، وهي تعد من أهم مصادر المياه العذبة في العالم وأوسعها انتشارا وأكثرها حجما، حيث تقدر بحوالي(٢٢,٦٪) من جملة حجم المياه العذبة علي سطح الأرض، وهذا يعادل(٠,٦١٪) فقط من إجمالي مصادر المياه المختلفة علي سطح الأرض(عذبة ومالحة) ومن خلال دراسة حجم مصادر المياه العذبة يتضح أن:

- المياه الجوفية تشكل حوالي(٩٧,٧٤٪) من جملة حجم المياه العذبة السائلة في العالم وهي مياه سهلة الحصول عليها بأقل تكلفة من أشكال المياه الأخرى الصلبة(الثلوج) والغازية(بخار الماء).
- مياه البحيرات تشكل حوالي(١,٤٤٪) من جملة حجم المياه العذبة السائلة في العالم.
- وتشكل مياه التربة السطحية حوالي(٠,٨٠٪) من جملة حجم المياه العذبة السائلة في العالم.
- وتشكل مياه الأنهار حوالي(٠,٠٢٪) من جملة حجم المياه العذبة السائلة في العالم.

ومعني ذلك أن المياه الجوفية المرفوعة إلي سطح الأرض طبيعيا أو بشريا تمثل مصدرا هاما وسهلا وأمنا في حالة صلاحية خصائصها الطبيعية للاستعمال ووفرة كمياتها.

وتتجمع المياه الجوفية في طبقات أرضية مسامية(الصخور الرسوبية مثل الحجر الرملي) أسفل سطح قشرة الأرض ترتكز فوق طبقة من

الصخور الصماء (الصخور النارية) غير المنفذة للمياه لتحول دون استمرار تحرك المياه رأسيا إلي أسفل نحو باطن قشرة الأرض.

٢- العوامل التي تتحكم في وجود المياه:

يوجد ثلاث طبقات تتحكم في وجود المياه الجوفية هي:-

١- طبقة أرضية سفلية (الطبقة المشبعة بالماء): وهي تتكون غالبا من الصخور الرملية حيث تستقر المياه المتسربة إلي باطن الأرض في هذه الطبقة لوجود طبقة صماء ترتكز عليها، ويطلق الحد الأعلى لهذه الطبقة اسم طبقة المياه المستديمة، والآبار التي تصل إليها تتسم بالعمق وباستمرار تدفق المياه منها، وهي في معظمها مياه جيدة لبعدها عن مصادر التلوث السطحي.

٢- الطبقة العلوية (تحت التشبع): وهي الطبقة العلوية للمياه الجوفية، وتتذبذب فيها المياه بين أعلي وأدني منسوب تصل إليه، ويعرف الحد الأعلى لهذه الطبقة باسم طبقة المياه غير المستقرة.

٣- طبقة سطحية: وهي تعلو الطبقة العلوية وتعرف باسم الطبقة عديمة التشبع، لأنها لا تتشبع بالماء بل تتسرب خلالها إلي باطن الأرض حيث الخزان الجوفي.

٣- ما هي مستويات المياه الجوفية؟

١- المياه الجوفية غير البعيدة عن سطح الأرض(القريبة): وهي التي توجد طبقاتها علي أعماق أقل من(٧٩٠ م) تقريبا من سطح الأرض، وتبلغ كميتها حوالي(٤٤,٣٪) من جملة حجم المياه الجوفية في العالم.

٢- المياه الجوفية البعيدة عن سطح الأرض: وهي التي توجد طبقاتها علي أعماق ما بين(٧٩٠-٣٩٦٠ م) بحوالي(٥٥,٧٪) من جملة حجم المياه الجوفية في العالم.

٤- ما هي العوامل التي تؤثر علي مستوي الماء الجوفي:-

يعتبر النطاق المائي هو الحد الأعلى للماء الجوفي، ومستوي الماء الجوفي يصعد ويهبط تبعا للعوامل التالية:-

١- نوع الرواسب، وهل هي حصوية، أم رملية أم طينية.

٢- خصائص مناخ المنطقة من حيث كميات الأمطار وفصليتها وفصول الرطوبة والجفاف ودرجة التبخر، بالإضافة إلي درجة الجريان-٣- درجة مسامية ونفاذية الطبقات التي فوق مستوي الماء الجوفي وتحته-٤- الجاذبية والخاصية الشعرية والغطاء النباتي.

٥- مدي حفر الآبار وزيادة ضخ المياه،حيث كثرة حفر الآبار وزيادة الضخ تؤدي إلي خفض مستوي الماء الجوفي.

٦- السدود، حيث تؤدي السدود المقامة علي مجاري الأنهار إلي تسرب الماء السطحي مما يزيد من مستوي الماء الجوفي.

٧- الامتداد العمراني والنشاط البشري يؤدي إلي زيادة معامل الجريان علي معامل الرشح مما يقلل من فرص تسرب الماء السطحي إلي الماء الجوفي.

٥- ما هي مصادر المياه الجوفية العذبة؟

تتعدد مصادر المياه الجوفية العذبة لتشمل:

١-مياه الأنهار والمسيلات المائية التي تشق مجاريها أو مسافات منها تكوينات رسوبية منفذة للمياه، كما هو الحال بالنسبة لمعظم الأنهار المنتشرة في قارات العالم،وفي مقدمتها نهر النيل ونهر النيجر في افريقية، ونهر الأمازون ونهر بلاتا/ بارانا في أمريكا الجنوبية، ونهر المسيسبي في أمريكا الشمالية، وأنهار الفرات ودجلة وسرداريا وأمودايا في أسيا، ونهر مري / دارلنج في استراليا.

٢- المياه الجوية: وتشمل مياه الأمطار والثلوج الذائبة.

٣- المياه الجوفية المحيطية: تتكون المياه الجوفية المالحة وهي المياه التي تسربت من البحار والمحيطات نحو الكتل اليابسة المجاورة.

٤- وتعرف وتصنف المياه الجوفية التي تتراوح بين العذبة والمالحة إلي:-أ- المياه الجوفية الفطرية أو المتخلفة: وهي مياه جوفية مختزنة في التكوينات الرسوبية المسامية منذ نشأتها، وتحتوي علي أملاح معدنية تقلل من صلاحيتها للاستخدام.

ب- مياه الصهير: وهي مياه جوفية تكونت كيمائيا في التكوينات الصخرية المسامية نتيجة للنشاط البركاني،وهي مرتفعة درجة الحرارة وذو نسبة مرتفعة من الأملاح.

٦- أشكال المياه الجوفية علي سطح الأرض:-

تتحرك المياه الجوفية في حركة دائمة رأسيا أو أفقيا من مستويات الضغط المرتفع إلي مستويات الضغط المنخفض، وتتحرك تبعا لانحدار طبقات الأرض، ومصادر تغذيتها، وطبيعة التكوينات

الأرضية، وهي حركة بطيئة وتختلف من إقليم لأخر ومن نطاق لأخر في الإقليم الواحد تبعا لنفاذية التكوينات الأرضية ودرجة انحدارها.

وللمياه الجوفية التي تكون جزءا من الدورة المائية العامة دورة خاصة بها قد تستغرق ألاف السنين في الطبقات العميقة، ونحو عام أو اقل في الطبقات القريبة من سطح الأرض.

وبالرغم من الحركة المستمرة للمياه الجوفية خلال طبقات الصخور التي تحت مستوي سطح الأرض، إلا أنه يظهر لها بعض الأشكال علي سطح الأرض تتمثل في(الينابيع، الينابيع الحارة، النافورات الحارة، الآبار الارتوازية).

١- **الينابيع:** تتكون الينابيع عند خروج الماء الجوفي إلي سطح الأرض بشكل طبيعي نتيجة لعوامل النحت المختلفة، أو نتيجة الصدوع التي تصيب سطح قشرة الأرض، ويكون خروج المياه الجوفية إلي سطح الأرض ضمن جريان مائي ضعيف أو قوي حسب كثافة ومستوي الماء الجوفي، وتندفع مياه الينابيع من خزان المياه الجوفية ، أو من الطبقات الصخرية الحاوية لها لتظهر علي سطح الأرض في شكل ينابيع تحتوي مياهها أحيانا علي نسبة من العناصر المعدنية أو الكبريتية التي أذابتها المياه الجوفية عند تحركها راسيا إلي اعلي،وتشكل مياه الينابيع مجاري مائية ضحلة علي سطح الأرض، ويرجع خروج مياه الينابيع طبيعيا إلي عدة عوامل نذكر منها:-

- ميل التكوينات الصخرية الصماء التي ترتكز عليها التكوينات المسامية الحاملة للمياه الجوفية بشدة ، حيث تندفع مياه الينبوع ذاتيا

كما في الولايات المتحدة الأمريكية في نطاق مرتفعات الأبلاش، وفي ايطاليا حيث مرتفعات الألب.

– قطع بعض الأودية الأخدودية العميقة لطبقات صخرية مسامية حاملة للمياه الجوفية مما ينتج عنه اندفاع المياه عند نقاط التقاء الحوائط أو الحافات العليا لجانبي الأخدود كما هو الحال في الينابيع المنتشرة علي طول امتداد الأخدود العظيم لنهر كلورادو في ولاية أريزونا الأمريكية.

– حدوث فوالق أو شقوق في تكوينات صخرية مسامية حاملة للمياه الجوفية ترتكز فوق تكوينات صخرية صلبة مما يؤدي إلي تغير الطبقات لتصبح في مستوي واحد تقريبا، وتحجز التكوينات الصلبة المياه الجوفية وتضغط عليها مما يؤدي لاندفاعها إلي سطح الأرض كما هو الحال في نطاق مرتفعات الأبلاش في أمريكا الشمالية.

٢– **النافورات الحارة:** تشبه الينابيع من حيث ظروف التكوين، ولكنها تختلف عنها في غزارة تدفق المياه الجوفية خلال قصبة النافورة واندفاعها إلي اعلي لعدة أمتار بتأثير عامل الضغط الهيدروستاتيكي(وهو عبارة عن منسوب سطح الماء الجوفي الثابت في حالة عدم تدفق المياه إلي أعلي) الذي يكون مستواه أعلي من منسوب سطح الأرض، حيث تتسرب المياه الجوفية أحيانا خلال فتحات الفوالق والشروخ، وتتصف المياه بارتفاع درجة حرارتها، وتكون المياه الغزيرة المتدفقة بحيرات أو مناطق مستنقعات حارة المياه، وتتحول أحيانا المياه الساخنة المندفعة في قصبة النافورة إلي غازات وأبخرة بصورة تدريجية تتدفق وتتناقص فلا تصل إلي سطح الأرض حتى

تتجمع المياه بكميات كبيرة في خزان النافورة الجوفي مما يؤدي إلي اندفاع المياه مرة أخري إلي سطح الأرض.

وتنتشر النافورات الحارة في إقليم المرتفعات الشرقية بالجزيرة الشمالية في نيوزيلندا، وفي إقليم اليلوستون بشمال مرتفعات الروكي الشرقية غربي الولايات المتحدة الأمريكية، وفي جزيرة أيسلندا في شمال أوربا، وفي هضبة التبت ، وسيبيريا في أسيا، وفي مرتفعات الأنديز بأمريكا الجنوبية.

٣- **الآبار الارتوازية:** يرجع تسميتها إلي إقليم(أرتوا) بفرنسا، وهو أول إقليم زراعي أوربي تحفر فيه هذه الآبار(عام ١١٢٦ م) وهي عبارة عن أبار تدق في التكوينات الصخرية للوصول إلي طبقة المياه الجوفية والتي يتباين بعدها عن سطح الأرض، وبالتالي يتباين عمق البئر تبعا لعدة عوامل منها(مستوي انحدار التكوينات الجيولوجية الحاوية للمياه الجوفية، وأشكال سطح الأرض ومدي تضرسه، بالإضافة إلي عامل المسافة الراسية الفاصلة بين مستوي طبقة المياه الجوفية ومنسوب سطح الأرض.

وتندفع المياه الجوفية إلي اعلي خلال قصبة البئر بتأثير الضغط الهيدروستاتيكي(حيث توجد الآبار الارتوازية عادة في نطاقات يطلق عليها الأحواض الارتوازية، وتتخذ خزانات المياه الجوفية بنطاقاتها شكل الثنيات المقعرة) لتظهر علي سطح الأرض.

وبالرغم من أن الآبار الارتوازية من صنع الإنسان،إلا أن معدل تصرفات مياهها ومدي استمرارية تدفقها تتوقف علي خصائص الخزانات الطبيعية للمياه في جوف الأرض.

وتتمثل أهم الأحواض الارتوازية في العالم وأكثرها امتدادا وأغزرها إنتاجا للمياه الجوفية عن طريق الآبار الارتوازية في استراليا، وفي إقليم السهول الداخلية في وسط الولايات المتحدة الأمريكية.

وتعتمد المجتمعات البشرية صغيرة الحجم علي المياه الجوفية أكثر من اعتماد المجتمعات الكبيرة الحجم التي تعتمد أساسا علي المياه السطحية.

٧- أهم الخصائص المميزة للمياه الجوفية:-

بالرغم من ارتفاع تكلفة الحصول علي المياه الجوفية، وقلة كمياتها عن المياه السطحية، إلا أن للمياه الجوفية خصائصها التي تعطيها الأفضلية في الاستخدام نذكر منها:-

- يمكن الحصول عليها في العديد من أقاليم العالم التي لا تتوافر فيها المياه السطحية، لأن المياه الجوفية مختزنة في طبقات قشرة الأرض طوال السنين.

- عدم تأثر المياه الجوفية بظروف الجفاف التي تسود بعض أقاليم العالم لفترات زمنية محدودة.

- خلو المياه الجوفية من الملوثات المسببة للأمراض، مما يجعل تنقيتها قبل استخدامها في أغراض الشرب والصناعة أمر غير ضروري.

- المياه الجوفية نقية وخالية من الميكروبات في معظم الأحيان نظراً لأنها أقل عرضة للتلوث بنفايات المصانع ومياه المجارى، وغيرها من مصادر التلوث.

– تخزين المياه تحت سطح الأرض يقلل نسبة الفاقد بسبب البخر الذي تعانى منه المياه السطحية كالأنهار والبحيرات.

– خزانات المياه الجوفية مأمونة ولا تتعرض لأخطار الفيضانات والزلازل، ولا تتأثر بطول الزمن، كما أن المساحات التي تشغلها يمكن استغلالها في الزراعة.

– تمتاز الخزانات الأرضية بضخامة مخزنها من المياه، فهي تمثل احتياطيا كبيرا من المياه يمكن الاستفادة منه عندما تشح المياه في الموارد السطحية.

– ثبات تركيبها الكيميائي في معظم الحالات.

– تتسم بالثبات التقريبي لدرجة حرارتها، مما يجعلها أكثر ملائمة وأفضل من المياه السطحية.

– صفاء المياه الجوفية لبعدها عن المصادر المعكرة للمياه لذا تتصف بأنها عديمة اللون في معظم الأحيان.

٨– الصعوبات التي تقابل تطوير مصادر المياه الجوفية:

بالرغم من أن للمياه الجوفية خصائص مميزة،إلا أن عمليات تطوير مصادرها لمقابلة الحاجة المتزايدة للمياه يقابلها صعوبات يتعذر التغلب عليها من أهمها:–

– الضعف النسبي لمسامية الطبقات الأرضية في بعض الأقاليم، مما يحد كثيرا من كمية مخزونها الطبيعي من المياه الجوفية الممكن الاعتماد عليها في الاستخدامات المختلفة.

– ارتفاع نسبة العناصر الذائبة في المياه الجوفية بصورة عامة تفوق مثيلتها في المياه السطحية في بعض أقاليم العالم.– ارتفاع تكلفة تنمية مصادر المياه الجوفية وتطويرها مقارنة بالمياه السطحية.

٩– مصادر تلوث المياه الجوفية:– كانت المياه الجوفية في الماضي نقية بطبيعتها، ومع ازدياد التوسع في استخدامات الإنسان مع تزايد أعداده، تعرضت المياه الجوفية في بعض مناطق العالم للتلوث، ويمكن حصر مصادر التلوث الكيميائي للمياه الجوفية في النقاط التالية:–

– العمليات الزراعية:حيث يلجأ الكثير من المزارعين إلى إضافة كميات كبيرة من الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية بهدف زيادة المحصول، وبالطبع فإن الكمية الزائدة من هذه المواد الكيماوية تذوب في المياه السطحية وتتخلل مسام التربة إلى أن تصل إلى المياه الجوفية وتلوثها.

– مياه المجارى والبيارات: ويقصد بالمجاري شبكات الصرف الصحي، حيث توجد مواسير ضخمة تمر فيها المخلفات المتنوعة، وفى كثير من الحالات تصب هذه المواسير في مصارف أو قنوات إما مكشوفة أو مغطاة، وقد تمتد هذه المصارف أو القنوات لمسافات طويلة قبل الوصول إلى محطات المعالجة (إذا كانت هناك محطات معالجة)أما البيارات: فهي عبارة عن حفر في باطن الأرض بأعماق متفاوتة، تستعمل للتخلص من الفضلات والمياه المستعملة، وتكثر في القرى وبعض المدن، وقد تتسرب بعض المواد العضوية المتحللة

والمواد الكيماوية من هذه المصارف أو البيارات إلى المياه الجوفية وتلوثها، وكثيرا ما نجد طلمبات رفع المياه بالقرب من البيارات، وهذا أمر خطير خاصة إذا استعملت تلك المياه للشرب، وفى بعض الأماكن توجد بيارات لتخزين المياه النقية،وأن عملية التخزين بهذه الطريقة تصبح سيئة للغاية إذا لم تراع فيها احتياطات شديدة، فهناك الكثير من الكائنات الدقيقة التي لا تجد أي صعوبة تذكر في الوصول إلى تلك البيارات وحيث إن الماء وسط ممتاز لتكاثر تلك الكائنات.

– ظاهرة تداخل المياه المالحة: وتقتصر هذه الظاهرة على مناطق المياه الجوفية القريبة من البحار والمحيطات، أو في بعض الآبار السطحية بالمناطق الداخلية، إذ يؤدى السحب المستمر للمياه العذبة الجوفية من تلك المناطق إلى تسرب المياه المالحة من البحر أو الأعماق إليها، وبمرور الوقت تصير المياه الجوفية مالحة بعد أن كانت عذبة، وتصبح غير صالحة للشرب أو للاستخدامات الأخرى.

– آبار الحقن: تستخدم تلك الآبار للتخلص من النفايات الإشعاعية والصناعية والكثير من المواد السامة، ويتم ذلك بحقن تلك الملوثات في أنابيب تمتد لأعماق كبيرة في جوف الأرض إلى أن تصل للطبقات الجوفية المحتوية على مياه مالحة،ويحدث التلوث للمياه العذبة التي عادة ما توجد في الطبقات العلوية إذا ما كان هناك تلف في الأنابيب يؤدى إلى تسرب الملوثات المحقونة إلى المياه، أو حدوث تصدع في الطبقات غير المنفذة) الفاصلة بين المياه العذبة والمالحة) يؤدى إلى سريان الملوثات في اتجاه طبقات المياه العذبة.

– التخلص السطحي من النفايات: وتنتشر هذه الظاهرة في كثير من

الدول الصناعية الكبرى، حيث يتم التخلص من النفايات الصلبة بدفنها في باطن الأرض على أعماق مختلفة، أما النفايات السائلة فتلقى في برك تخزين سطحية متباينة الأعماق، ويؤدى سقوط الأمطار وارتفاع منسوب المياه الجوفية إلي ذوبان بعض هذه المخلفات وتسربها إلى المياه الجوفيةالعذبة، كما قد تتسرب بعض المواد الكيميائية من برك التخزين إلى تلك المياه وتلوثها، وفي أيامنا هذه نجد أن بعض الدول الصناعية الكبرى الرأسمالية تلجأ إلى دفن مخلفاتها المتنوعة الخطيرة جداً في أماكن معينة من أراضى الدولة النامية الفقيرة مقابل مبلغ من الدولارات، أو صفقة من الصفقات.

١٠- بعض المخاطر الجيولوجية للمياه الجوفية:

تكمن المخاطر الجيولوجية للمياه الجوفية في تغير سطح الأرض (الانخسافات الأرضية) والتلوث الناتج من السطح،حيث أن العلاقة بين انخفاض المياه مبنى أساساً على كمية المياه المخزونة وكمية المياه المسحوبة، ولكن يحدث أن تختل هذه العلاقة بين كمية التخزين وكمية السحب مما يؤدى إلى حدوث انخفاض في مستوى المياه وهذا يرجع إلى سحب الماء الزائد من الآبار وذلك نتيجة لعمليات نمو المدن في المناطق التي تزداد فيها الكثافة السكانية، مع عدم وجود أي مصادر لتغذية المياه الموجودة في البئر مما يؤدى إلى زيادة معدل الاستهلاك على حساب معدل التخزين.[٢٠]

٢٠)انظر:ملوثات المياه الجوفية ومصادرها، عائشة خوجلي١ثغ١ف ذ ٠١١١١١١١١١،مركز المؤتمرات بجامعة الملك عبد العزيز.

ثانيا:المياه الجوفية في افريقية

تعد الأقاليم الصحراوية الجافة وشبه الجافة هي أكثر مناطق العالم حاجة للمياه الجوفية، وتتصدر الصحراء الكبرى بشمال افريقية صحاري العالم من حيث اتساع المساحة وامتدادها المتصل،وقد أثبتت الدراسات الجيولوجية أن طبقات ارض الصحراء الكبرى تحتوي علي كميات كبيرة من المياه الجوفية بما يعادل(١,٨٪) تقريبا من جملة المياه الجوفية في العالم.

وتشكل المياه الجوفية المصدر الثالث للموارد المائية في افريقية(مياه العيون والينابيع والآبار) وهذه توجد في الأودية الجبلية والصحراء ، وهذه تستخرج من باطن الأرض عن طريق حفر الآبار العميقة (معظم المياه الجوفية موجودة في تكوينات الكريتاسي المعروفة بالخرسان الرملي النوبي) وهذه توجد عي نطاق واسع وبخاصة في شمال القارة (في الصحراء الكبرى) وفي مناطق أخري متفرقة في جنوب القارة ووسطها ، وتستخدم بعض الدول الإفريقية هذه المياه كما هو الحال في مصر والجزائر وليبيا ؛ ففي مصر تعتمد الواحات المصرية علي مياه الآبار، وفي ليبيا تم تجميع المياه الجوفية فيما يعرف بالنهر الليبي العظيم (حيث تم استخراج المياه الجوفية بواسطة أنابيب تتجمع في خطوط رئيسية و أطلق عليها النهر الليبي العظيم)، وهذه المياه تستخدم لأغراض الزراعة والشرب وغيرها.

وقال باحثون أن بعض المناطق الصحراوية الأشد جفافا في إفريقيا يضم مخزونات هائلة من المياه الجوفية يمكن أن توفر حماية من آثار التغير المناخي لسنوات قادمة.

وأعد مركز المسح الجيولوجي البريطاني وكلية لندن، للمرة الأولى، خرائط توضح أماكن طبقات المياه الجوفية في أنحاء القارة وأحجام مخزوناتها،وأفادوا بوجود أكبر كميات للمياه الجوفية في طبقات رسوبية شمالي أفريقيا، في ليبيا والجزائر ومصر والسودان. وقدروا مخزونات المياه الجوفية في أنحاء القارة بما يعادل(١٠٠ ضعف) ما على سطحها من مياه.

وحوض الخزان الجوفي النوبي يضم أكبر شبكة طبقات للمياه المعروفة في العالم، وتقع تحت الأرض في النهاية الشرقية من الصحراء الكبرى ويقع داخل حدود الدول الأربع (مصر، السودان، ليبيا، وتشاد) يغطي مساحة تمتد على مدى أكثر من(مليوني كم^{٢}) تحتوي على حوالي(١٥٠،٠٠٠ مليار م^{٣}) من المياه الجوفية، إلا أن الباحثين حذروا في رسائل الأبحاث البيئية من أنه ليس كل تلك المخزونات المائية الجوفية قابلة للاستخراج كونها موجودة على عمق يتراوح بين(١٠٠-٢٥٠م) تحت سطح الأرض، وإنه من غير الممكن الوصول بسهولة إلى مستويات المياه الأعمق من(٥٠م) باستخدام مضخة يدوية،

وأن الاستخراج على نطاق ضيق، باستخدام المضخات اليدوية، سيكون أفضل من مشروعات الحفر الكبيرة التي يمكن أن تستنزف المخزونات سريعا وتؤدي إلى عواقب غير معلومة.

كما أن المياه الجوفية لا تشكل حلا جذريا لنقص المياه في القارة، لكنها يمكن أن تشكل جزءا مهما من إستراتيجية مواجهة زيادة حادة متوقعة في الطلب على المياه مع نمو عدد السكان،حيث تشير بعض

التقديرات إلى أن عدد الأفارقة الذين لا يمكنهم الوصول إلى مياه شرب آمنة يتجاوز(٣٠٠ مليون) شخص، وأن(٥٪) فقط من الأراضي القابلة للزراعة يقوم على الري الدائم.[٢١]

ثالثا:المياه الجوفية في مصر:-

وكانت المياه الجوفية ومازالت من مصادر المياه التي يعتمد عليها الإنسان في أنشطته المختلفة، ولقد زاد معدل اعتماد الإنسان علي المياه الجوفية في الوقت الحاضر،واتسعت دائرة التوزيع الجغرافي للأقاليم المستفيدة بها بعد تزايد أعداد السكان واتجاههم إلي المناطق الأقل في إمكاناتها المائية السطحية،وخاصة بعد تقدم طرق وأساليب الحفر ودق الآبار التي مكنت الإنسان من الوصول إلي الخزانات الجوفية للمياه مهما كان بعدها عن مستوي سطح الأرض.

وإذا نظرنا إلي موارد مصر المائية سنجد الجزء الأكبر هو نهر النيل وهذا يشكل(٥٥,٥ مليار م^{٣}) بما يعادل(٩٧٪) من استخدامات مصر من المياه، والمتبقي وهو(٣٪) معظمها المياه الجوفية.

١-التوزيع الجغرافي للمياه الجوفية:- تتوزع خزانات المياه الجوفية في مصر بين نوعين هما:

أ- المياه الجوفية المتجددة: وهذه توجد في وادي النيل بمخزون (٢٠٠مليار م٣) تقريبا،وإقليم الدلتا(٤٠٠مليار م^{٣}) تقريبا، وتعتبر تلك المياه جزءا من موارد مياه النيل، ويقدر ما يتم سحبه من مياه تلك الخزانات نحو(٦,٥ مليار م^{٣}) منذ عام٢٠٠٦، وهو في حدود السحب

٢١)انظر: أفريقيا ترقد على بحر هائل من المياه الجوفية - الوكالة العربية،استرجع في٢٠١٥/٩/٨.

الآمن والذي يبلغ أقصاه نحو(٧.٥ مليار م^{٣}) حسب تقديرات معهد بحوث المياه الجوفية، كما يتميز بنوعية جيدة من المياه تصل ملوحتها ما بين(٣٠٠-٨٠٠ جزء في المليون) في مناطق جنوب الدلتا، ومن المقدر أن يقترب السحب من هذه الخزانات حوالي(٧,٥ مليار م^{٣}) بعد عام ٢٠١٧.

ب- المياه الجوفية غير المتجددة: يمتد مخزونها تحت الصحراء الشرقية والغربية وشبه جزيرة سيناء؛ وأهمها خزان الحجر الرملي النوبي في الصحراء الغربية والذي يقدر مخزونه بحوالي(٤٠ ألف مليار م^{٣}) حيث يمتد في إقليم شمال شرق إفريقيا ويشمل أراضى مصر والسودان وليبيا وتشاد، ويعتبر هذا الخزان من أهم مصادر المياه الجوفية العذبة غير المتاحة في مصر للاستخدام نظرا لتوافر تلك المياه على أعماق كبيرة ، مما يسبب ارتفاعا في تكاليف الرفع والضخ،لذلك فإن ما يتم سحبه من تلك المياه حوالي(٠,٦ مليار م^{٣}) سنويا،وهى تكفى لري نحو(١٥٠ ألف فدان) بمنطقة العوينات في جنوب غرب مصر،ومن المتوقع أن يزداد معدل السحب السنوي إلى ما بين(٢,٥-٣ مليار م^{٣}) كحد سحب آمن واقتصادي.

وجدير بالذكر أن حوض الخزان الجوفي النوبي يضم أكبر شبكة طبقات للمياه المعروفة في العالم، وتقع تحت الأرض في النهاية الشرقية من الصحراء الكبرى ويقع داخل حدود الدول الأربع(مصر، السودان، ليبيا، وتشاد) ويغطي مساحة تمتد على مدى أكثر من(مليوني كم^{٢}) تحتوي على حوالي(١٥٠،٠٠٠ مليار م^{٣}) من المياه الجوفية، وبالرغم من ذلك انخفض متوسط نصيب الفرد من المياه في

مصر إلي حوالي(٧٠٠م/ سنة) وهذا يعني دخول مصر في مرحلة حرجة تعاني خلالها نقصا في المياه مما يعوق مشروعات التنمية، حيث أكدت دراسة لمنظمة الفاو عام(١٩٩٦م) علي أنه إذا كان متوسط نصيب الفرد من المياه المتاحة في الدولة أقل من(٥٠٠م^{٣}/ سنة) فإنها تعبر عن حالة نقص حاد للمياه فيها، أما إذا كان هذا المتوسط أقل من(١٠٠٠م^{٣}/ سنة) فتعتبر المياه قيدا علي التنمية الاقتصادية والاجتماعية في الدولة.[٢٢]

واستنادا إلي إمكانات المياه الجوفية وخصائصها يمكن تقسيم الأراضي المصرية إلي خمسة أقاليم رئيسية هي(وادي النيل ودلتاه- الصحراء الغربية- الصحراء الشرقية- شبه جزيرة سيناء- السهل الساحلي المطل علي البحر المتوسط).

١- **وادي النيل ودلتاه:** يقدر حجم المياه الجوفية في إقليم الوادي والدلتا بأكثر من(٦٠٠مليون م^{٣}) تقريبا، يوجد منها في الطبقات الأرضية للدلتا حوالي(٥٠٠ مليون م^{٣}) أي ما يساوي(٨٣,٣٪) من جملة حجم الخزان الجوفي في الإقليم.

وتتركز المياه الجوفية في الإقليم في التكوينات الأرضية القديمة التي تنتمي إلي عصر البلايوستوسين والتي تتألف من التكوينات الرملية والحصوية ويتخللها الطين والمارل، ويبلغ سمك هذه التكوينات(٦٠-١٠٠م) تقريبا، وفي التكوينات السطحية الحديثة التي تتألف من

٢٢)انظر:خيري حامد العشماوى،وليلى مصطفى الشريف، مصادر المياه في مصر وسبل تنميتها(مع التركيز على المياه الجوفية)،الموسوعة الزراعية الشاملة،القاهرة،٢٠١٠

الطين والرمال الناعمة المحصورة رأسيا بين السطح الخارجي للتربة الزراعية بعمق(٨-١٢م) تقريبا.

- مصادر تغذية الخزان الجوفي في الإقليم:يعد نهر النيل وفروعه وترع الري المصدر الرئيسي للمياه الجوفية في الإقليم؛ حيث تتسرب منها المياه خلال طبقات الأرض المسامية وتستقر في الخزانات الجوفية، ويمكن الوصول إليها عن طريق حفر أبار بعمق لا يتجاوز(١٥م) من سطح التربة.

وتمتد المناطق الحاوية للمياه الجوفية الصالحة للري(تقل نسبة الأملاح فيها عن ألف مليون جزء/المليون) في نطاق واسع في دلتا النيل فيما بين دمنهور والدلنجات في غرب الدلتا شمالا، وما بين طنطا وكفر الشيخ في وسط الدلتا،وبين الزقازيق والسنبلاوين في شرق الدلتا، بينما ترتفع نسبة الأملاح الذائبة في المياه الجوفية بالاتجاه نحو الشمال (البحر المتوسط) وناحية هوامش الدلتا الشرقية والغربية بعيدا عن مصادر مياه فرعي النيل في الشمال، وتتحرك المياه الجوفية في الوادي في اتجاهين(شرقي/غربي، وجنوبي شمالي).

أما في **الدلتا** فتتباين تحركاتها من منطقة لآخري تبعا لمستوي تدفق المياه وميل الطبقات الأرضية:-

- ففي شرق الدلتا: تتحرك المياه الجوفية من أسفل فرع دمياط نحو بحيرة المنزلة في الشمال الشرقي وقناة السويس في الشرق، ومن أسفل ترعة الإسماعيلية نحو الشمال.

– وفي وسط الدلتا: تتحرك المياه الجوفية من الغرب إلي الشرق في اتجاه فرع دمياط، ومن الجنوب إلي الشمال أيضا تبعا لانحدار الطبقات الأرضية.

– وفي غرب الدلتا تتحرك المياه الجوفية من الجوب إلي الشمال مع انحدار فرع رشيد، ومن الشرق إلي الغرب في اتجاه منخفض وادي النطرون.

٢– **المياه الجوفية في إقليم غرب الدلتا:** يمتد إقليم غرب الدلتا من فرع رشيد في الشرق إلي الطريق الصحراوي القاهرة/الإسكندرية في الغرب، ومن ساحل البحر المتوسط من الشمال، وهي منطقة من الأراضي الواسعة التي تتباين فيها البيئات الزراعية بين التقليدية والحديثة، وبين المروية بمياه النيل والمروية بالمياه الجوفية.

وتتكون الطبقة الحاملة للمياه الجوفية في الإقليم من الرمال والحصى والزلط ويتخللها طبقات رقيقة من الطين، ويبلغ سمك الطبقة الحاملة للمياه الجوفية في وسط الإقليم حوالي(٣٠٠م) تحت منسوب سطح البحر، ويقل سمكها بالبعد عن قلب المنطقة ليصل إلي(٣٠م) بالقرب من الخطاطبة، ثم يتزايد تدريجيا مرة أخري ليصل إلي(١٢٠م) تقريبا جنوب الخطاطبة،كما يقل سمكها بالبعد عن قلب المنطقة بالاتجاه نحو الجنوب الغربي ،ويزيد سمك الخزان الجوفي في الشمال.

ومصدر المياه الجوفية في الإقليم هو المياه المتسربة من فرع رشيد وقنوات وترع الري الأخري، كما تساهم الأمطار في تغذية الخزان الجوفي بنسبة متواضعة بسبب قلة كمياتها وتباعد فترات سقوطها وتبخر جزء كبير منها،والمياه الجوفية في الإقليم جيدة وملائمة للشرب

والزراعة، والمصدر الجيد للمياه الجوفية هنا يوجد علي أعماق(٢٠-٥٠م) وأحيانا يصل إلي عمق(١١٠م).

٣- إقليم السهل الساحلي الشمالي(البحر المتوسط): توجد المياه الجوفية العذبة فوق طبقة المياه المالحة، وبالتالي يجب استخدام المياه الجوفية هنا بمعدلات معتدلة منعا لاختلاط طبقة المياه الجوفية العذبة رقيقة السمك بالمياه المالحة.وتتركز طبقات المياه الجوفية الجيدة والأسهل في الاستخدام في الإقليم في التكوينات الرملية حديثة التكوين المنتشرة في شكل كثبان رملية بارتفاع(٢٦٠-٣٢٠م) وهذه الكثبان الرملية تتميز بقدرتها علي امتصاص مياه الأمطار المنحدرة فوقها واختزانها، وتعد هذه الكثبان الرملية موردا هاما للمياه في منطقة شماس الممتدة بين مرسي مطروح وسيدي براني، ومصدر المياه الجوفية في الإقليم هو نهر النيل وفروعه وترعه والأمطار.

٤- إقليم الصحراء الغربية: توجد المياه الجوفي في إقليم الصحراء الغربية في تكوينات الحجر الرملي النوبي،ويمتد خزان المياه الجوفية غربا حتى ليبيا وجنوبا حتى السودان.

*سمك خزان المياه الجوفية بالصحراء الغربية: أظهرت الدراسات القديمة والحديثة أن سمك الخزان الجوفي يزيد في اتجاه الشمال والشمال الشرقي، ويقل في اتجاه الجنوب والجنوب الغربي؛ إذ يقدر سمك الخزان على النحو التالي:

- منطقة الخارجة: ٨٠٠ متر- منطقة الداخلة: ١٤٠٠ متر.
- منطقة الفرافرة: ١٦٠٠ متر- منطقة البحرية: ٢٠٠٠ متر.

– واحة الفرافرة الجديدة: أكثر من ٢٠٠٠ متر–بحر الرمال العظيم: بلغ نحو ٣٠٠٠ متر–منخفض القطارة: أكثر من٣٠٠متر

– شرق العوينات: ٤٠٠ متر–واحة باريس: ٩٠٠متر.

***مصادر تغذية الخزان الجوفي:**هناك ثلاثة مصادر لتدفق المياه الجوفية إلى بحر الرمال الأعظم: – مصدر جنوبي غربي متدفق من حوض الكفرة بليبيا شرقا إلى مصر عبر الحدود الليبية، ومصدر جنوبي متدفق من شمال السودان عبر الممر المتوسط بين جبل كامل وبيير صفصاف، علاوة على التخزين الطبيعي لمياه الأمطار في الصخور المسامية تحت السطحية خلال الزمن المطير في عصر(البلايوستوسين).كما اكتشف نظم قديمة للصرف النهري أحدها قادم من فروع نهر حوض الكفرة بليبيا، والآخر من فروع نهر هضبة الجلف الكبير بمصر؛ مما يدل على أن الخزان الجوفي النوبي قد تم تغذيته لاحقا بالمياه السطحية لنهر الكفرة ونهر الجلف الكبير عبر الشقوق والفواصل التي تمتد داخل صخور الحجر الرملي النوبي المكونة للبنية الأساسية لتضاريس بحر الرمال العظيم.[٢٣]

ويقدر المخزون من المياه الجوفية في الصحراء الغربية بحوالي(٤٠٠ مليار م^{٣}) من المياه العذبة التي تتميز عن مياه نهر النيل بقلة ملوحتها، وتقدر حجم المياه الممكن استغلالها سنويا حتى

٢٣)انظر:خالد عبد القادر عودة ،منخفض الفرافرة الجديد- الخطوة الأولى للخروج من الوادي-جريدة،موقع جريدة الشعب الجديد،٢١٣/٥/٢٨،استرجع في ٢٠١٥/٩/١٠،

عمق(١٥٠م) تقريبا بحوالي(٢٥٠ مليون م^{٣}). وتختلف كمية المياه الجوفية المتاحة من منطقة لآخري داخل الإقليم حيث تستأثر الواحات الخارجة بأكبر كمية(٩٢٥ مليون م^{٣}) بما يعادل (٣٧٪) من جملة المتاح من خزان الإقليم سنويا، ويليها واحة الفرافرة بنسبة(٢٨٪) ثم واحة الداخلة(٢٠٪) ثم واحة البحرية(١٠٪) وأخيرا واحة سيوه(٥٪) من جملة المياه الجوفية المتاحة في الإقليم.ويتركز في الإقليم حوالي(٩٦٪) من جملة عدد العيون والآبار الجوفية في مصر، مما يعكس الأهمية الكبيرة للمياه الجوفية في الإقليم وإمكاناتها الكبيرة التي تشكل أساسا هاما لتنمية الإقليم في إطار موضوعي معتدل يتفق وحجم المياه المتاحة حفاظا عليها للأجيال القادمة.

***واحة البحرية:** تتميز المياه الجوفية بالواحات البحرية بانخفاض ملحوظ في درجة ملوحتها،وتقل ملوحة المياه عموما كلما ازدادت الطبقات الحاملة للمياه عمقا، وتزداد ملوحة المياه أفقيا من المناطق الغربية إلى المناطق الشمالية الشرقية،ودرجة حرارة المياه الجوفية المنتجة بالواحات البحرية تتراوح ما بين(٢٨- ٣٣م$^{\circ}$).

***واحة الفرافرة:** أما في واحة الفرافرة فإن نوعية المياه الجوفية تختلف حسب المستويات الحاملة للمياه ؛ففي طبقة الصخور الرملية النوبية مياهها عذبة جدا حيث تتراوح ملوحتها ما بين(١٢٢-٣١٠مجم/ لتر) مع انخفاض ملوحة المياه مع عمق الطبقات الحاملة لها.وتتميز المياه في مستوي الرمال العلوي بأنها عذبة وملوحتها(٢٢٥مجم/ لتر) أما مياه المستوي الأوسط فهي تتميز بزيادة المياه البكربوناتية والكلوريدية والصودية، وحرارة المياه تتراوح ما بين(٢٤، ٤٠م$^{\circ}$) ومياه المستوي

السفلي من الرمال قليلة الملوحة(١٧٥مجم/ لتر) ومياه عين الوادي تتكون من الحجر الجيري،وهي عذبة وملوحتها(٣٠٠- ٨٠٠ مجم/ لتر) وأحيانا تكون هناك عيون ملحية نتيجة لظروف التبخر وركود المياه، أما مياه طبقات الطباشير فهي اقل نوعية وتتراوح ملوحة المياه بين(٤٢٠-٥٢٥مجم/ لتر) ومعظمها مياه كبريتية وصودية.

***واحة سيوه:** تعتبر مناطق المنخفضات الشمالية بالصحراء الغربية وهى منخفضات القطارة ومنخفض واحة سيوه بجانب المنخفضات المجاورة هي مناطق الصرف الطبيعي للخزان الإرتوازى الجوفي في الصخور الرملية النوبية وما فوقها، وتتميز مناطق الصرف الطبيعي بتواجد أعداد من العيون الطبيعية المتفجرة وهى السمة السائدة في منخفض واحة سيوه ومناطق متفرقة من منخفض القطارة.

ويقع منخفض سيوه على بعد ٦٥ كيلو مترا من الحدود المصرية الليبية ،٣١٠ كيلو مترا جنوب غرب مرسى مطروح، ٣٠٧ كيلو متر جنوب الساحل الشمالي الغربي (تجاه السلوم) ويمتد المنخفض لمسافة ٧٥ كيلو متر في الاتجاه شرق غرب ، ومنزرع منها حوالي(٦/١) هذه المساحة والباقي تغطية أراضى ملحية أو صخرية أم ملاحات.

وتوجد في واحة سيوه عدد كبير من العيون الطبيعية ، والآبار اليدوية، وجميع هذه العيون أو الآبار اليدوية المحفورة بواسطة الأهالي تخترق طبقات الحجر الجيري الرملي التابع للميوسين الأوسط وهى آبار قليلة العمق وتلعب الشقوق والفوالق دورا هاما في تغذية هذه الآبار بالمياه، ويقدر عدد الآبار الرئيسية بحوالي(٢٠٠ بئر) وذلك بخلاف عدد كبير من العيون الصغيرة التي وصلت في بعض التقديرات إلى أكثر

من(١٢٠٠ عين) وكمية المياه المنتجة من هذه العيون حوالي(١٤٠-٢٠٠ مليون^{٣}/ سنة) .وخلال الثمانينات والتسعينيات تم حفر عدد من آبار المياه العميقة لاستغلال المياه الارتوازية بطبقات الحجر الرملي النوبي بواحة سيوه حيث تم اكتشاف طبقات مياه ذات ملوحة منخفضة جدا(٢٠٠-٦٠٠ جزء / المليون) على أعماق تراوحت من (٨٠٠ - ١٠٠٠ متر) ونظرا للجودة العالية لهذه المياه فقد تم قيام صناعة ناجحة لتعبئة هذه المياه في زجاجات وتسويقها مثل مياه (سيوه، صافى) وفى الوقت الحالي فإنه هناك برنامجا كبيرا لتنمية الواحة واستصلاح مساحات كبيرة فيها ويتم حاليا حفر عدد من آبار المياه العميقة بهدف استغلال مياه الحجر الرملي النوبي واستخدامها في التنمية الزراعية.[٢٤]

***إقليم الصحراء الشرقية:** تتواجد المياه الجوفية في الصحراء الشرقية في مناطق محدودة وبكميات قليلة، حيث يقتصر تواجدها علي التكوينات الرسوبية التي تتراوح بين الرملية والحصوية وهي تتركز في أقصي جنوب الإقليم حيث تكوينات الحجر الرملي النوبي، وتوجد أيضا وبكميات محدودة في الأودية الجافة التي تنتشر فيها التكوينات الرملية وتغذيها مياه الأمطار والسيول وهي هنا مياه سطحية وليست جوفية.وتتركز المياه الجوفية في الصحراء الشرقية في نطاقين ضيقين تفصل بينهما كتل جبال البحر الأحمر،حيث النطاق الشرقي المحصور بين ساحل البحر الأحمر والكتل

٢٤)انظر: خيري حامد العشماوى،وليلي مصطفي الشريف،مصادر المياه في مصر وسبل تنميتها (مع التركيز على المياه الجوفية) ٢٠١٣/٠١/١٠ – استرجع ٢٠١٥/٩/٩

الجبلية العالية،ويستمد الخزان الجوفي هنا مياهه من الأمطار القليلة التي تنحدر علي السفوح الشرقية للجبال لتظهر بعد ذلك في شكل ينابيع طبيعية مثل(بير أبرق وبير سعفة).

***إقليم شبه جزيرة سيناء:** توجد المياه الجوفية في سيناء علي مستويين راسيين:المستوي الأول العميق أو المياه الجوفية العميقة،وهي توجد في الحجر الرملي النوبي،والمستوي الثاني السطحي أو المياه الجوفية السطحية وتوجد في التكوينات الرسوبية حديثة التكوين(الزمن الرابع الجيولوجي) وهذه تنتشر عند هوامش سيناء في المناطق الشمالية المطلة علي البحر المتوسط،والمناطق الشرقية المطلة علي خليج العقبة،والمناطق الغربية المطلة علي خليج السويس.

١-حوض وادي العريش: يأتي حوض وادي العريش في الشمال بمساحة(١٧٢ألف كم^{٢}) في مقدمة سيناء من حيث وفرة المياه الجوفية المتاحة والتي يرجع مصدرها إلي مياه الأمطار والسيول،ويمتد وادي العريش لمسافة(٢٥٠ كم) فيما بين الجنوب(حيث تنبع روافده العليا من جنوبي هضبة التيه)،والشمال(حيث يصب في البحر المتوسط إلي الشرق من العريش) وتتوزع إمكانات المياه الجوفية في حوض العريش كالتالي:- النطاق الساحلي: وهو يمتد من خط الساحل نحو الجنوب لمسافة(١٠كم) تقريبا،حيث تكثر الغرود والكثبان الرملية الخازنة للمياه الجوفية علي أعماق قريبة من سطح الأرض، وتعرف محليا باسم مياه الرشح وهي توجد بالقرب من ساحل البحر المتوسط علي ارتفاع يتجاوز منسوب سطح البحر بعدة أمتار، ويأخذ منسوب المياه الجوفية في الانخفاض والبعد عن مستوي سطح الأرض بالاتجاه جنوبا،ويتم

الحصول علي المياه الجوفية هنا بعدة طرق مثل طريقة السراديب(إزالة الطبقة السطحية للرمال من بعض المسطحات حتى تظهر الطبقة الرملية الرطبة التي ترتكز فوق الطبقة المتشبعة بالمياه بحوالي المتر الواحد) وتزرع بعض محاصيل الخضر والفاكهة والنخيل هنا بدون حاجة للري الصناعي.وطريقة حفر آبار(حيث يتم حفر آبار ويركب عليها مراوح هوائية لرفع المياه الجوفية لاستخدامها في الأغراض المختلفة).

– نطاق دلتا وادي العريش: وهو يمتد إلي مسافة تتجاوز(١٥كم) من خط الساحل علي جانبي وادي العريش،وتوجد المياه الجوفية هنا في طبقتين هما:– الطبقة السطحية أو طبقة مياه الرشح(مثل السابق الإشارة إليها في النطاق الساحلي).

والطبقة الثانية هي الطبقة العميقة أو الفجرة، وتوجد علي أعماق بعيدة عن سطح الأرض بمتوسط عمق(٢٥م) وهي ذات آبار غزيرة الإنتاج عن الطبقة السطحية.

ونسبة الأملاح الذائبة في مياه النطاقين لا تتجاوز(٥٠٠جزء/المليون). ويزداد عمق الطبقات المشبعة بالمياه الجوفية وسمكها في الإقليم ويزداد إمكاناتها المائية كلما اتجهنا نحو الجنوب؛ ففي منطقة نخل في قلب سيناء توجد الطبقات الحاملة للمياه الجوفية علي أعماق(٩٥٠–٩٨٠م) من سطح ارض،وهي مياه جيدة(نسبة الأملاح فيها بين ١٦٠٠–٢٠٠٠جزء/المليون).

٢– **حوض السهل الشرقي لخليج السويس:** يتميز هذا الحوض باتساعه الكبير حوالي(١٥ألف كم^{٢}) ويتقطع سطحه بعدد كبير من

الأودية المائية التي تجري فيها مياه الأمطار، وهي أودية تنبع من النطاق الأوسط لجنوبي سيناء وتتجه نحو الغرب في اتجاه خليج السويس مثل أودية (فيران،سدري،طيبة،غرندل) وهي أودية تنحدر تدريجيا ومجاريها واسعة وغزيرة الأمطار نسبيا(١٠سم^{٣}) سنويا تقريبا،وتكثر فيها آبار المياه الجوفية وخاصة عند مصباتها حيث تتراوح أعماقها بين(١٥٠-٢٠٠م) ومن أهم آبارها الجوفية بئر موسي رقم٣ (علي عمق ١٥٠م) ،وبئر رأس المسلة(علي عمق ٣٠٠-٣٥٠م) كما تنتشر العيون الطبيعية العذبة مثل عيون موسي(علي بعد ٢٥كم من الشط علي طريق الشط/سدر) وعيون وادي أسلة قرب الطور، وعيون وادي فيران، وعين حمام موسي، وعين حمام فرعون.[٢٥]

٣- حوض السهل الغربي لخليج العقبة: تبلغ مساحته حوالي(١٣ألف كم) والمياه الجوفية فيه محدودة للغاية، وتقتصر الموارد المائية هنا علي مصدرين هما:- المياه الجوفية المتجمعة في شقوق الصخور الصلبة والممتدة في شكل جيوب صغيرة،والمياه هنا قليلة الكمية.

- مياه الآبار السطحية وهذه منتشرة في نطاقات الأودية هنا مثل(نصب، غائب، نبق، كيد، وتير، العاط الشرقي) وهي أودية أخدودية شديدة الانحدار، وتكثر فيها الآبار في مناطق دلتاواتها، ويتميز وادي(وتير) بوجود (عين الفرطاقة) الطبيعية.

كما تتعدد آبار المياه الجوفية في النطاق الهضبي في وسط سيناء وخاصة في منطقة نخل، حيث توجد الطبقات الحاملة للمياه الجوفية

٢٥)انظر:محمد خميس الزوكة،جغرافية المياه،مرجع سبق ذكره.

العذبة(لا تتجاوز نسبة الأملاح فيها ٢٠٠٠جزء/المليون) علي أعماق(٩٦٠-٩٨٠م) من سطح الأرض، وأبار (الجفجافة،الحسنة، المقيبرة، الدويدار، مدكور، الجميل، العبد، الرمانة، الحلوة) كما توجد العيون الطبيعية في مناطق متفرقة أخري من سيناء مثل عيون(الجديرات، وقديس قرب بلدة القسيمة).[٢٦]

وبالرغم من حاجة مصر للمياه لتنفيذ مشروعات التنمية، تقوم إسرائيل بسرقة ملايين الأمتار من المياه الجوفية المصرية المتواجدة في سيناء عن طريق محطات ضخمة لسحب المياه على الجهة الثانية من الحدود المصرية الإسرائيلية، وهذه المحطات مثبتة في النقب، حيث حفرت ٨٠ بئرًا بعمق ٨٠٠ متر بحيث تسحب كل المياه الجوفية المصرية المائلة تجاهها، ولقد قام مركز بحوث الصحراء برحلة بحثية في عام ٢٠٠٩ و٢٠١٠ لعمل بحث ميداني لاستكشاف كيفية سرقة المياه الجوفية من مصر، وتوصل إلي حقيقة السرقة.

والمياه الجوفية توجد في مناطق وادي جرافى والقثينة ووادي العمر امتداد النقب ولكن من يستمتع بها هم الإسرائيليون، كما أن مصر خسرت حوالي(٢٠ مليون م) من مياه الأمطار في ١٨ يناير ٢٠١٠ نتيجة لانحدار رحلات المطر تجاه الجانب الإسرائيلي، وكان من الممكن الاستفادة من تلك المياه في استصلاح الأرضي في سيناء بدلاً من انحدارها تجاه إسرائيل.[٢٧]

---

٢٦)انظر:محمد خميس الزوكة،جغرافية المياه،مرجع سبق ذكره.

٢٧)انظر: إسرائيل تسرق المياه الجوفية من سيناء،مركز بحوث الصحراء،مقالة منشورة بالبوابة نيوز) في ٢٠١٤/٢/٢٠،استرجع في ٢٠١٥/٩/٩.

***الاكتشافات الحديثة للمياه الجوفية في مصر:**

لقد تم الكشف حديثا(خلال عامي ٢٠١١-٢٠١٢م) عن مناطق جديدة تحوي مياه جوفية عذبة في الصحراء الغربية يمكن استغلالها في إقامة مشروعات زراعية ومجتمعات عمرانية، وهي عبارة عن مجموعة من الواحات والمنخفضات والقباب والسهول، تقدر مساحتها بحوالي(٣,٧٥ مليون) فدان، وتلك الواحات والمنخفضات والسهول والقباب الجديدة تتكون أرضيتها في الأساس من الخزان الجوفي النوبي وترقد عليه مباشرة، كما أن المياه الجوفية العذبة ترشح علي سطحها.

ويعد الخزان الجوفي النوبي(الحجر الرملي النوبي) وهو أهم خزان مياه في مصر حيث يستمد مياهه من السيول والأمطار التي تسقط علي وسط السودان وتشاد ويتشربها الخزان لمساميته العالية،ومن الأنهار السطحية القديمة التي نشأت من السيول والأمطار التي كانت تسقط علي هضبة الجلف الكبير قد تم تصريفها في الخزان الجوفي مباشرة تحت تلك الواحات والسهول والمنخفضات الموجودة في بحر الرمال العظيم، الذي أصبح بالتالي ملتقي انسياب المياه الجوفية أسفل سطح الأرض في الخزان الجوفي النوبي (الحجر الرملي النوبي) القادم من السودان وتشاد ومن الجلف الكبير والكفرة.

وتنساب هذه المياه في اتجاه الشمال ناحية كل من ليبيا ومصر حيث تدخلها من تحت سطح الأرض في منطقة جبل العوينات وصفصافة،بينما تدخل ليبيا في اتجاه واحة الكفرة ومنها تدخل مصر من ناحية بحر الرمال العظيم.

وبحر الرمال العظيم يتكون أساسا من تلال الحجر الرملي، وليس كما كان يعرف من قبل يتكون من كثبان رملية،كما وجدت في داخلها ويقطعها واحات وهضاب وسهول جديدة لم تذكر في تاريخ الجيولوجيا في مصر .**والمناطق الجديدة المكتشفة هي:- الفرافرة الجديدة:** وهي تقع غرب واحة الفرافرة القديمة، ويفصلها عنها هضبة جص أبو سعيد بين واحة الفرافرة وعين دالة بالقرب من الحدود المصرية الليبية، وأرضها من طفلة إسنا وترقد علي الخزان الجوفي، ومساحتها حوالي ٩٣٢كم٢ (٢٢٢ ألف فدان) ويمكن الحصول علي المياه الجوفية بحفر طبقتين من الطفلة، بينما في واحة الفرافرة القديمة لابد أن تخترق ٣ تكوينات للحصول علي المياه الجوفية، وهذا المنخفض يقع في حضن الجبل مثل واحة الداخلة لأنه تبع جيولوجية الفرافرة، ونوعية المياه الجوفية في منخفض الفرافرة الجديدة، تتميز بأنها عذبة؛إذ تتراوح ملوحة المياه بين(٠١١ -٠١٢ جزء/المليون) المليون، وتنخفض الملوحة مع عمق الطبقات الحاملة للمياه.والمنخفض الذي تقع فيه واحة الفرافرة الجديدة مروحي الشكل، ذو أرضية منبسطة، يقع بين عين دالة شمال غرب واحة الفرافرة القديمة، وبحر الرمال العظيم،وهو محاط من ناحية الشمال والشرق والغرب بجروف من الحجر الجيري البحري المنتمى إلى الإيوسين المبكر (تكوين فرافرة) ويتميز المنخفض بالارتفاع الحاد لحوائط الجروف التي تحيط به شمالا وغربا(٠٠٢-٠٣٢م) فوق منسوب سطح البحر، فيما تتدرج أرضيته في الارتفاع جنوبا وشرقا (٠٥٢-٠٥٣م) وتتكون أرضية المنخفض من الطفلة البحرية التي تنتمي إلى تكوين إسنا التابع للإيوسين المبكر، ترقد فوق

صخور الخزان الجوفي النوبي مباشرة، ويغطيها في بعض المساحة غشاء رقيق من الرمال الناعمة الحديثة بنية اللون، فيما تظهر في البعض الآخر مكاشف الطفلة أسفل غطاء رقيق من الحطام الصخري الوارد من جروف الحجر الجيري المحيطة.ويمثل هذا المنخفض حوضا مستقلا يفصله عن حوض واحة الفرافرة القديمة هضبة قص أبو سعيد، ومن ثم فإنه صالح للاستغلال الزراعي؛ لانخفاض منسوبه الأرضي،ومن المتوقع أن يكون منسوب المياه الجوفية أقرب إلى سطح الأرض، حيث اتضح أن أجزاء كبيرة من أرضية الواحة الطفلية مشبعة بالمياه الجوفية التي تخرج من الشقوق والفواصل التي تتخلل التربة تحت السطحية إلى السطح، وتنساب على السطح في صورة بحيرات ضحلة.- **وسهول الخير** التي تقع جنوب واحة سيوه، التي تبلغ فيها المساحات الصالحة للاستغلال نحو مليون فدان.

- **ومنخفض التحرير**: وهو يقع غرب واحة الفرافرة الجديدة،ومساحته(٧٤٦ كم)أي(٤٥١ فدان) وهو عبارة عن أرض مستوية ومنبسطة تميل ميلا خفيفا ناحية الشمال وهذه الأرض مشبعة برشح المياه الجوفية ، وهي تلال قوية من الحجر الرملي النوبي الذي يمثل الخزان الجوفي ومغطاة بغطاء رقيق من الرمل السائب سمكه من(١-٢سم) تقريبا، ويوجد بعده الحجر الرملي الأبيض(المشبع بالمياه الجوفية).- **وسهل النهضة** شمال الفرافرة الجديدة، ومساحته (٣٠٣كم^{٢}) وهو ممتلئ بمياه قديمة إلي جانب المياه الجوفية.[٢٨]

٢٨)انظر: -خالد عبد القادر عودة، أبحاث جيولوجية جديدة تكشف عن أهم خزان مياه في مصر – الموقع، الهيئة

الفصل السادس

الموارد المائية في الوطن العربي

***المقدمة:**

تعتبر الموارد المائية من أهم العوامل المحددة للزراعات في الوطن العربي، ويؤكد تقرير برنامج الأمم المتحدة الصادر في عام ٢٠١٣ ، أن المنطقة العربية تصنف في معظمها من بين المناطق القاحلة أو شبه القاحلة(صحراوية) حيث لايتوافر فيه أكثر من(٠,٧٪) من إجمالي المياه السطحية الجارية في العالم، ولا تقدر الموارد المائية المتجددة في البلدان العربية بأكثر من (٣٣٨ م^{٣}) تمثل نحو (٢٪) من المياه المتجددة في العالم، ويتوقع أن ينخفض نصيب الفرد من المياه في البلدان العربية إلى نحو(٥٥٠ م^{٣}) في عام ٢٠٣٠ ، وإلى أقل من(٢٠٠م^{٣}) في عدد من البلدان، ومن أهم مصادره المائية(الأمطار، الأنهار، المياه الجوفية، تحلية مياه البحر).

أولا:مياه الأمطار

تشكل مياه الأمطار أكبر مصدر للمياه الجوفية والينابيع وكثير من الأنهار التي تقع ضمن الحدود الجغرافية للبلدان العربية الأمطار هي أول مصادر المياه في العالم العربي. ومن الدول التي تعتمد عليها في بناء اقتصادها الزراعي والصناعي بصورة أساسية: المغرب، والجزائر،

العامة لتنمية الثروة السمكية،٢٠١١/١٠/٣١م،استرجع في ٢٠١٥/١٠/٨م.

وتونس، وسوريا، ولبنان، والعراق، والصومال، والسودان، والأردن، ويقدر الوارد السنوي من الأمطار ما بين(٢١٠٠ –٢٦٠٠ مليار م^{٣}). ويشغل النطاق الصحراوي الجزء الأكبر من الأراضي العربية حيث تمتد الصحراء الكبرى وصحراء الصومال في الجانب العربي الأفريقي، وصحراء بادية الشام وشبة الجزيرة العربية في الجانب العربي الآسيوي، وتغطي هذه الصحاري حوالي(٨٠٪) من جملة مساحة الوطن العربي، وهذا يعني أن الجزء الأكبر من الأراضي العربية يتسم بالجفاف وقلة الأمطار، حيث يندر أن يتجاوز نصيب هذا النطاق الصحراوي الكبير(١٠سم^{٣}) في السنة، ويرجع ذلك لعدة عوامل منها:

– وقوع الصحاري في نطاق الضغط الجوي المرتفع، وتعرضها لهبوب الرياح التجارية الشمالية الشرقية الجافة طوال العام.

– وامتداد مرتفعات الشام في اتجاه عام من الشمال إلي الجنوب واعتراضها للرياح الآتية من جهة البحر المتوسط غربا،وتصل إلي داخل اليابس جافة، مما أدي إلي تكون صحراء بادية الشام، كما أن امتداد جبال أطلس من الغرب إلي الشرق واعتراضها مسار الرياح الشمالية والشمالية الغربية ساعد علي تكون النطاق الصحراوي الممتد إلي الجنوب من السلاسل الجبلية (أطلس) كما ساعد ذلك أيضا مرور تيار كناريا البارد أمام السواحل الغربية علي المحيط الأطلنطي.

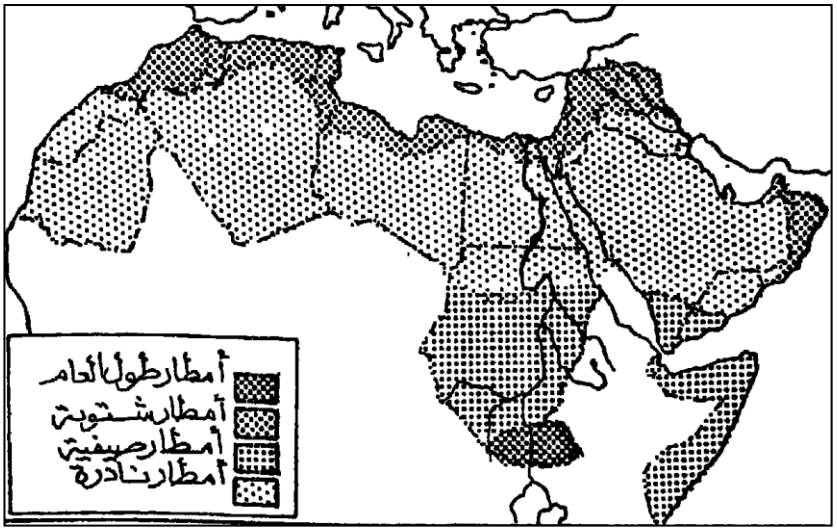
– ويرجع سبب تكون صحراء الصومال إلي اتجاه الساحل من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي وهو منخفض المنسوب ويقع في النطاق الذي تتحول فيه الرياح الموسمية من الاتجاه الجنوبي الغربي بعد عبورها خط الاستواء لتهب موازية لساحل الصومال مما أدي إلي

جفاف هذه الجهات وتكون صحراء الصومال، وليس كل الوطن العربي جاف، بل يضم مناطق واسعة تصيبها كميات كبيرة من الأمطار، وتتمثل المناطق المطيرة في الأطراف الشمالية والجنوبية،وتمتاز معظم المناطق الشمالية بسقوط الأمطار الشتوية لوقوعها ضمن مناخ البحر المتوسط، بينما تسقط الأمطار الصيفية علي الأطراف الجنوبية التي تقع ضمن المناخ المداري، وتختلف كمية الأمطار التي تسقط في كل بلد عربي من منطقة إلى أخرى كما تتذبذب في سقوطها من سنة إلى أخرى، ومن موسم إلى آخر ومن شهر إلى أخر خلال المواسم المختلفة من السنة، وتسقط الأمطار في الوطن العربي بشكل رئيس خلال فصلي الشتاء والصيف.

***فصلية سقوط الأمطار:-**

١- الأمطار الصيفية: تسقط الأمطار الصيفية علي الأطراف الجنوبية للوطن العربي، ويرجع ذلك إلي أن هذه المناطق وخاصة اليمن حيث وجود مرتفعات اليمن بمتوسط(٣٥سم^{٣}) والمملكة العربية السعودية حيث مرتفعات عسير،كما تسقط الأمطار الصيفية في جنوب السودان وجيبوتي وبعض جهات الصومال وموريتانيا ،وتسقط الأمطار لهبوب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الممطرة، والأمطار التي تسقط علي هضبة اليمن ومرتفعات عسير أمطار تضاريسية، وتتباين كمياتها تبعا لعامل الارتفاع والموقع بالنسبة للبحر الأحمر، وتسقط الأمطار علي جنوبي السودان ومعظمها تصاعدية، وهي غزيرة في الأطراف الجنوبية وتقل بالاتجاه نحو الشمال(أي بالاقتراب من

النطـاق الصـحراوي)،كما تسقط علـي جنـوب موريتانيـا أمطـار غزيـرة وتقل بالاتجاه شمالا أيضا،حيث تصل في أقصـي الجنوب قرب نهر السـنغال حـوالي(٨٠سـم^{٣}) وفـي الوسـط(١٠سـم^{٣}) وفـي الشـمال لا تتجاوز(٣سم^{٣}) وتسقط علي جنوب الصومال مع غزارتها في الجنوب في قسمايو(٣٦سم^{٣}) بينما تقل في الشمال بحيث لا تتجاوز(٣سم^{٣}) ويطـول فصـل المطـر عنـد الأطـراف الجنوبيـة وخاصـة فـي الجانـب الأفريقي، حيث يمتد إلي تسعة شهور في جنوب السودان،والي ستة شهور في وسط سهول السودان، والي ثلاثة شهور شمال الخرطوم، لينعدم سقوط الأمطار تماما بعد ذلك شمالا حيث النطاق الصحراوي، وتتساقط الأمطار الصيفية بما يعادل حوالي(٦٠٪) من جملة مياه الأمطار الساقطة علي الوطن العربي، معظمها في السودان والقرن الإفريقي واليمن وموريتانيا.



شكل رقم(١٥) فصلية سقوط الأمطار في الوطن العربي

٢-الأمطار الشتوية: تسقط الأمطار الشتوية علي الأطراف الشمالية للوطن العربي في:- المناطق الساحلية المطلة علي البحر المتوسط، والمناطق الشمالية الغربية المطلة علي المحيط الأطلنطي، بسبب تعرض هذه المناطق لمرور الانخفاضات الجوية، وتغزر الأمطار في الغرب والشمال وتقل بالاتجاه جنوبا وشرقا، والأمطار هنا إعصارية، ويبلغ متوسط المطر في طنجة حوالي(١٠٠سم^{٣}) بينما في الجزائر(٧٥سم^{٣}) وفي طرابلس ليبيا(٣٥سم^{٣}) ويزيد المتوسط علي الجبل الأخضر في برقة إلي(٦٠سم^{٣}) علي حين تسقط علي الإسكندرية بمصر(٢١سم^{٣}) وتتناقص كمية الأمطار بالابتعاد عن البحر المتوسط لتصل إلي حوالي(٤سم^{٣}) في القاهرة، وتبلغ حوالي(٢١سم^{٣}) في دمشق سوريا، وفي بيروت لبنان ترتفع إلي(٨٨سم^{٣}) بينما لا تتجاوز (١٠سم^{٣}) في بغداد،لان دمشق وبغداد يقعان في الداخل، بينما بيروت تقع علي الساحل- وعلي الشريط الساحلي الضيق في أقصي شمال موريتانيا- وعلي النطاق الساحلي الشرقي للسودان المطل علي البحر الأحمر بسبب هبوب الرياح التجارية الآتية من أسيا وتعبر البحر الأحمر وتتحمل ببخار الماء وتصطدم بسلاسل جبال البحر الأحمر، وهي أمطار تضاريسية بمتوسط سنوي(٣٠سم^{٣}) تقريبا- وعلي الركن الجنوبي الشرقي لشبه الجزيرة العربية حيث تمتد مرتفعات سلطنة عمان التي تقع في مهب الرياح الموسمية الشمالية الشرقية التي تصبح ممطرة بعد عبورها خليج

عمان،والأمطار هنا تضاريسية ومتوسطها السنوي(٣٠سم٣)،كما تسقط علي الكويت والبحرين بمتوسط(١٠سم٣) تقريبا.

-وعلي العراق لهبوب الانخفاضات الجوية وهي غزيرة فوق المرتفعات في الشمال والشمال الشرقي بمتوسط(٩٥سم٣) بينما تقل في السهول لتصل في الموصل إلي(٤٠سم٣) وتقل في بغداد إلي(١٠سم٣).

- وتتعرض مرتفعات عسير في غربي المملكة العربية السعودية لهبوب بعض منخفضات البحر الأحمر خلال شهور الشتاء مما يؤدي إلي سقوط كمية محدودة من الأمطار، وتتساقط الأمطار الشتوية بما يعادل حوالي(٤٠ ٪) من جملة مياه الأمطار الساقطة علي الوطن العربي، في بلاد المغرب العربي والشمال الإفريقي وبقية الدول العربية المطلة على ساحل البحر المتوسط.

مما سبق يتضح ضالة كميات الأمطار الساقطة في الوطن العربي بصورة عامة، ويستثني من ذلك الأطراف الشمالية والجنوبية والمناطق الجبلية المرتفعة، لذا تسود الصحراء الأراضي العربية، ولا توجد دولة عربية تخلو من الصحراء باستثناء لبنان، لذا يسود الجفاف معظم الأراضي العربية وخاصة القلب، وهذا يفسر تركز مراكز العمران في أطراف الوطن العربي، بالإضافة للمناطق التي تتوافر فيها المياه الجوفية مثل الواحات.[٢٩]

وتتراوح المعدلات السنوية لتساقط الأمطار ما بين(٢٥ سم٣،٤٠ سم٣) وقد تتجاوز(١٠٠ سم٣) في بعض المناطق، كجبال لبنان،

٢٩)انظر:محمد خميس الزوكة،جغرافية المياه،مرجع سبق ذكره.

والساحل السوري، ومرتفعات اليمن، وجنوب السودان، وأقل من(١سم^{٣}) سنويا)على مناطق شمال السودان وجنوب كل من مصر وليبيا.

ثانيا:المياه السطحية

***المدخل:**- تعاني معظم أراضي الوطن العربي من قلة المياه السطحية التي تحملها الأنهار والتي تنبع معظمها من خارج الوطن العربي كالنيل ودجلة والفرات، باستثناء أنهار المغرب ولبنان، التي تنحدر أنهارها من سلاسل الجبال المطلة على البحر المتوسط والمحيط الأطلس، وتستمد مياهها من التساقط المطري وذوبان الثلوج على سفوح الجبال.

وتتسم الموارد المائية في المنطقة العربية بالندرة سواء بصورة مطلقة من حيث تدني متوسط نصيب وحدة المساحة، أو نصيب الفرد من المياه، أوبصورة نسبية مقارنة بالمناطق الأخرى من العالم، كما تتسم بسوء توزيعها جغرافيا وصعوبة استغلال المتاح منها في كثير من المناطق، وفضلا عن ذلك تتفاقم هذه الندرة علي جميع المستويات بمرور الزمن في حين تعادل مساحة الوطن العربي(١٠٪) من مساحة اليابسة، ويعادل عدد سكانه(٥٪) من إجمالي سكان العالم، فإنه يحتوي علي(٠,٧٪) فقط من إجمالي المياه السطحية الجارية في العالم، وهناك خمسة مصادر للمياه في الوطن العربي، ثلاثة منها تقليدية وهي: الأمطار، والمياه السطحية، والمياه الجوفية، واثنان غير تقليديين هما (مياه التحلية، ومياه التنقية إعادة الاستخدام) وباستثناء الأمطار، يبلغ إجمالي الموارد المائية العربية في الوضع الراهن(

٢٥٧,٥ مليار م^{٣}) تشمل موارد تقليدية قدرها(٢٤٥,٦ مليار م^{٣}) بنسبة(٩٥,٤٪) وموارد غير تقليدية قدرها(١١,٩ مليار م^{٣}) ، تعادل(٤,٦٪) من إجمالي الموارد المائية .

وتشكل الموارد المائية السطحية الشطر الأكبر من إجمالي الموارد المائية، إذ تمثل(٨١,٢٪) من الإجمالي، وتمثل المياه الجوفية(١٤,١٪) ،أما بالنسبة للموارد غير التقليدية فتمثل كلا من موارد إعادة الاستخدام وموارد التحلية(٠,٣٨٪) ،(٠,٩٪)على الترتيب من إجمالي الموارد المائية في الوطن العربي.

ويوجد تباين واضح في توزيع الموارد المائية المتاحة بين الأقطار العربية، فبينما تشكل الموارد المائية السطحية، الجزء الأكبر من الموارد المائية بالنسبة لكل من أقاليم المشرق العربي والأوسط والمغرب العربي، فإنها لا تشكل نفس الدرجة من الأهمية بالنسبة لإقليم شبه الجزيرة العربية الذي يعتمد بشكل رئيسي علي الموارد المائية الجوفية إلي جانب التحلية إذ يستحوذ هذا الإقليم علي نحو(٨٢,٧٪) من جملة الموارد المائية الناتجة عن التحلية في الوطن العربي، وفي حين يعتبر إعادة الاستخدام مصدرا مهما للموارد المائية في إقليم المشرق العربي والإقليم الأوسط لا سيما في سوريا والعراق، فإنه يعتبر مصدرا هامشيا بالنسبة للإقليمين الآخرين.

ويقل متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية علي مستوي الوطن العربي عن خط الفقر المائي المحدد عالميا بنحو(١٠٠٠ م^{٣}) سنويا، ومع ذلك فإنه يزيد عنه في عدد قليل من الدول العربية وهي: سوريا والعراق ولبنان والصومال والمغرب وموريتانيا ويقل عن(٥٠٠ م^{٣}) في

دول كـالأردن وفلسـطين وجيبـوتي وتـونس ودول شـبه الجزيـرة العربيـة باستثناء سلطنة عمان، ويتراوح بين(٥٠٠. ١٠٠٠ م٣) في بقية الدول العربية(٣٠) .

ويتميز الوطن العربي بوجود عدة أنهار دولية وذات تصريف مائي كبير كما هو الحال في نهر النيل وروافده، ونهري دجلة والفرات وروافدهما، بالإضافة إلي العديد من الأنهار الداخلية الصغيرة التي تقع معظمها في إقليم مناخ البحر المتوسط.انظر الشكل رقم(١٦).

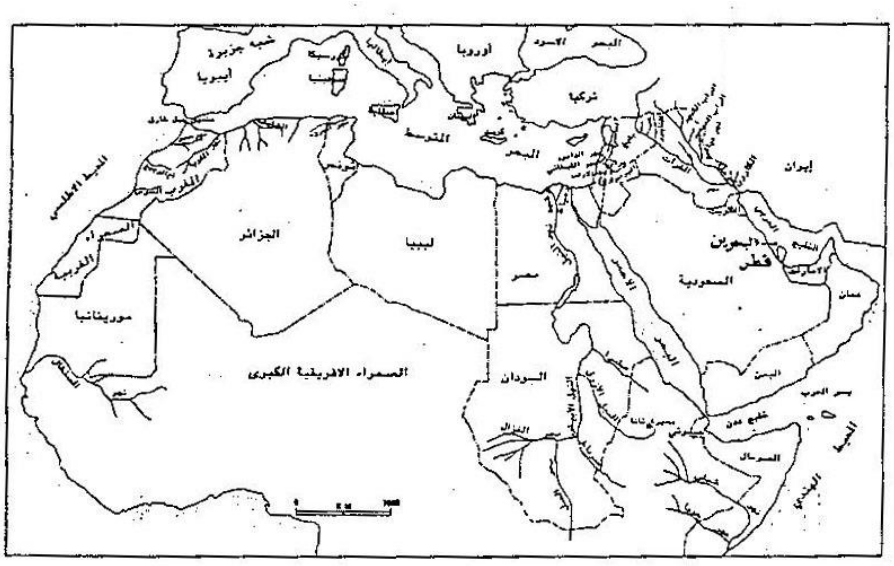
ويقدر معدل موارد المياه المتجددة سنويا في العالم العربي بنحو(٣٥٠ مليار م٣) منها نحو(١٢٥ مليار) أي (٣٥٪) منها تأتى عن طريق الأنهار من خارج المنطقة، حيث يأتي عن طريق نهر النيل(٨٤ مليار) وحوالي (٢٩ مليار) من نهر الفرات، وحوالي(٤٨ مليار) من نهر دجلة، وتنقسم أنهار الوطن العربي إلي مجموعتين رئيسيتين:

١- مجموعة الأنهار دائمة الجريان: وتشمل أنهار(النيل، دجلة، الفرات،شبيلي، جوبا) ومجموعة أخري عديدة النظم ومتباينة في حجم تصريفها المائي،وتنقسم مجموعة الأنهار دائمة الجريان إلي مجموعتين فرعيتين هما(الأنهار الكبرى،والأنهار الصغرى).

أ- الأنهار الكبرى: وهي عبارة عن الأنهار التي يزيد طول مجري النهر فيها علي كيلومترا،(نهر النيل، دجلة والفرات، وجوبا وشبيلي).

ب- الأنهار الصغرى: وهي الأنهار التي يقل طول المجري النهري عن ألف كيلومترا،وتضم دراع،أم الربيع، العاصي، سيبو،شليف، ملوية، ماجردة، الزرقاء، مليان، الليطاني.

٣٠)انظر:جامعة الدول العربية،التقرير السنوي لأوضاع الأمن الغذائي العربي،٢٠١٢



شكل(١٦) الأنهار الرئيسية في الوطن العربي

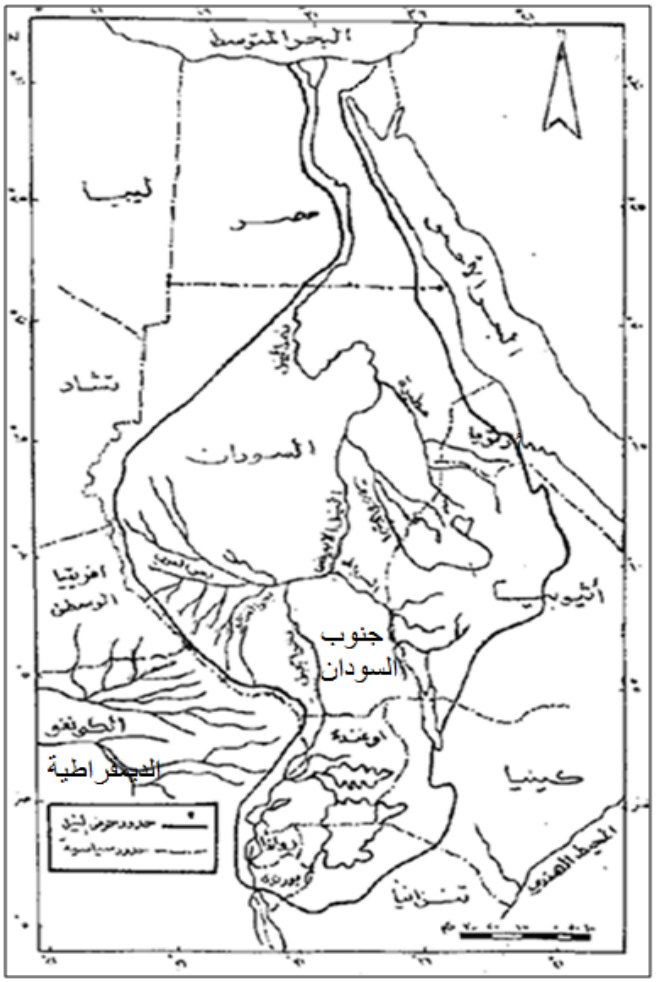
١- نهر النيل: يعد نهر النيل أطول أنهار العالم، فهو يمتد من الجنوب إلى الشمال بطول(٦٧٠٠ كم) وينبع من هضبة البحيرات الاستوائية، وهضبة الحبشة، وتشترك فيه احدي عشر دولة هي(إثيوبيا، والكونغو الديمقراطية، وكينيا، وإريتريا، وتنزانيا، ورواندا، وبوروندي، وأوغندا، والسودان، وجنوب السودان ومصر)الشكل رقم(١٧) وإذا كان السودان يشكل مجرى النيل، فإن مصر تمثل مجراه ومصبه، بينما الدول الأخرى تكون منبعه وحوضه، وتعتبر مصر أكثر الدول اعتمادا علي نهر النيل لموقعها الصحراوي وندرة الأمطار. ويبدأ نهر النيل من الجنوب حيث نهر كاجيرا الذي يصب في بحيرة فيكتوريا،ويخرج النيل من بحيرة فيكتوريا إلي بحيرة كيوجا ثم يصب في

بحيرة ألبرت التي تشمل مياه بحيرة ادوارد وجورج،ثم يتجه شمالا باسم بحر الجبل،الذي يدخل أراضي السودان(جنوب السودان حاليا) عند بلدة نيمولي ويتجه نحو الشمال والشمال الغربي ليخترق منطقة السدود النباتية، ويلتقي عند بحيرة(نو) ببحر الغزال، ويبلغ طول بحر الجبل (١٤٦٠كم) ومتوسط تصرفه المائي(٥، ٣٣ مليار م) سنويا، أما بحر الغزال فطوله (٨٢٠ كم) وروافده بحر العرب، جور، لول، لونجو) وبقرب بلدة ملكال يلقي نهر السوباط بمياهه في مجري النيل الرئيسي، ويبلغ طول مجري نهر السوباط (٦٠٠ كم) ويعد من أهم روافد نهر النيل حيث تسهم مياهه الغزيرة في استمرار تدفق مياه النهر الرئيسي نحو الشمال، حيث أن جزء كبير من مياه الأمطار الساقطة فوق هضبة الحبشة تتصرف إلي السوباط عن طريق رافده(البارو) الذي يبلغ طوله(٤٠٠كم) بمتوسط تصريف مائي سنوي(١٣ مليار م^{٣}) وبيبور بطول(٤٠٠ كم) ويبلغ متوسط تصرفه (٨ ٢ مليار م^{٣}).

ويتجه المجري الرئيسي لنهر النيل نحو الشمال بصورة عامة ويعرف باسم النيل الأبيض البالغ طوله(٢١٥٠ كم) ليلتقي بالنيل الأزرق عند الخرطوم، ويعد النيل الأزرق من أهم روافد النيل بالنسبة لمصر والسودان، حيث تتصرف نسبة كبيرة من أمطار هضبة الحبشة لتغذي روافد النيل الأزرق.

ويبلغ طول مجراه حوالي(١٣٥٠ كم) ومتوسط تصريفه السنوي حوالي(٤٨ مليار م^{٣}) والي الشمال من الخرطوم يلتقي بنهر عطبرة بطول (١٠٣٠ كم) وهو أخر أهم روافد النيل في شرقي السودان، ويبلغ متوسط تصريفه المائي السنوي (١٢ مليار م^{٣}) ويستمر في سيره

شمالا إلي مصر، وقبل دخوله الأراضي المصرية يعترض مجري النهر الجنادل الست التي يطلق عيها الشلالات، ويدخل أراضي مصر عند وادي حلفا(عند خط عرض ٢٢ شمالا) ويبلغ طول مجري النهر في مصر حوالي(١٥٢٠ كم) وهو يوازي(٢٢, ٧٪) تقريبا من جملة طول النهر.



شكل(١٧) نهر النيل

ولا يتصل بالنيل في طول هذه المسافة أي رافد نهري،باستثناء بعض الأودية الجافة التي تتصل به والتي قلما توجد بها مياه جارية، وتقل كمية مياه نهر النيل بشكل تدريجي بالاتجاه من الجنوب إلي الشمال نحو المصب في البحر المتوسط،وهذا يرجع لعدم وجود روافد، ولارتفاع درجة الحرارة، حيث يفقد النهر جزء من مياهه بفعل التبخر، بالإضافة إلي تعرض النهر للتفرع شمال مدينة القاهرة بحوالي(٢٠ كم) لتظهر دلتا النيل،التي تكونت نتيجة:استواء سطح الأرض مما جعلها ملائمة لبسط رواسب النهر وانتشارها أفقيا، وقلة انحدار النهر التي لا تزيد عن(١٧ مترا) في المسافة الممتدة بين القاهرة وساحل البحر المتوسط،وكثرة انحناءات وبطء تيار النهر، مما ساعد علي إلقاء النهر للجزء الأكبر من الرواسب التي يحملها فور وصوله إلي هذه المنطقة، ويرجع أيضا إلي ضحالة المنطقة الساحلية التي ترسبت فوقها الرواسب الدلتاوية، مع قلة تأثر سواحل مصر الشمالية بالتيارات البحرية القوية.

ويبلغ طول مجري نهر النيل داخل الحدود العربية(بما فيها جنوب السودان) حوالي(٢٨٠٠ كم) وهو ما يعادل(٤٢٪) من جملة طول مجراه البالغ(٦٦٧٠ كم) ويبلغ المتوسط السنوي لتصرفه المائي عند أسوان جنوب مصر حوالي(٨٤ مليار م^{٣}) حيث أقيم السد العالي في جنوب مدينة أسوان وتكونت بحيرة ناصر التي تمتد في الأرضي المصرية والسودانية.

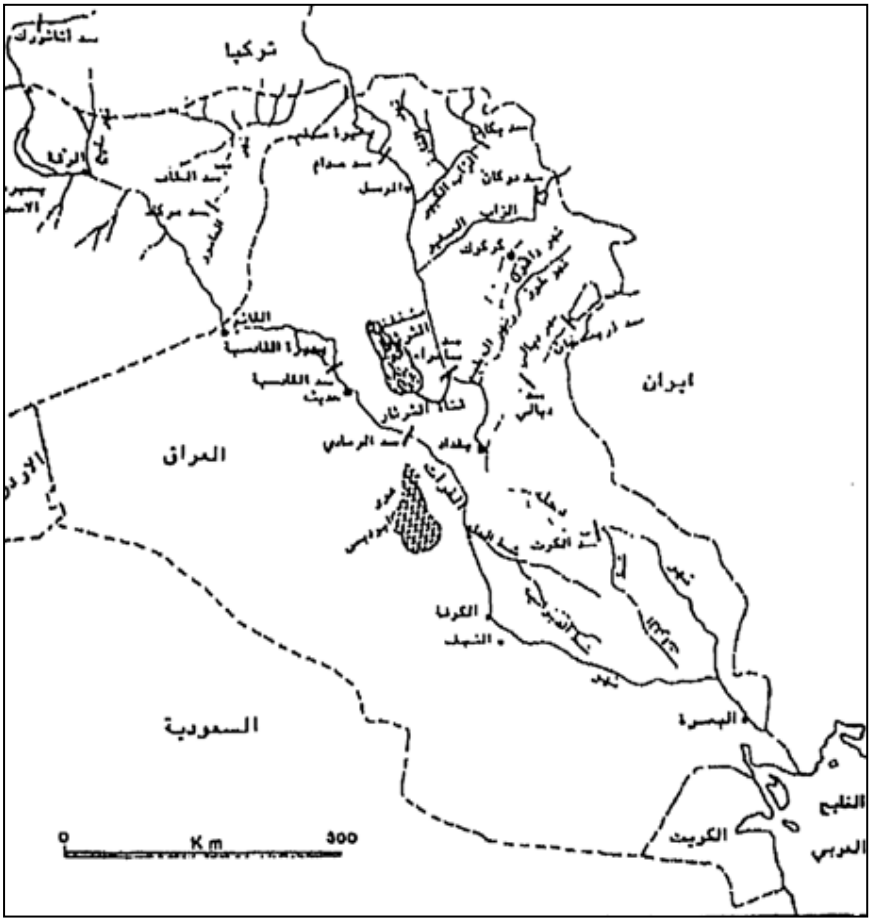
***نهر الفرات:** يعتبر نهر الفرات ثاني أطول أنهار الوطن العربي بطول(٢٢٨٠ كم) ويبلغ متوسط تصريفه السنوي حوالي(٢٩ مليار م^{٣}) وهو ينبع من هضبة الأناضول بتركيا وأهم روافده(نهر فرات صو ومراد صو) وهما يلتقيان ليشكلان نهر الفرات، ويقطع جبال طوروس عبر خانق عميق، ثم يدخل بعد ذلك الأراضي السورية، وقد أقيم سد الطبقة(سد الثورة) وتكونت بحيرة الأسد، ونهر بليخ:المتجه مجراه من الشمال(حيث توجد منابعه العليا داخل أراضي تركيا) إلي الجنوب ليصرف مياهه في نهر الفرات جنوب شرق بلدة الرقة بعد أن يكون قطع مسافة حوالي(٢٠٢ كم) وهي جملة طول مجراه، ويتركز معظم حوضه في شمالي سوريا، ويقدر تصريفه بحوالي(١٥٠ مليون م^{٣}) سنويا، ونهر الخابور: وتتوزع منابعه العليا بين تركيا وسوريا،وهو يتجه نحو الجنوب ليلتقي بنهر الفرات جنوب مدينة دير الزور، ويبلغ طول مجراه حوالي(٤٣٠ كم) ومتوسط تصريفه السنوي(١,٥ مليون م^{٣}) ومن الروافد المهمة لنهر الفرات في سوريا أيضا نهر الساجور بطول(١٠٨ كم) وبمتوسط تصرف مائي سنوي حوالي(٢٥ ١ مليون م^{٣}) ويخترق الفرات أراضي العراق في اتجاه عام نحو الجنوب ليلتقي بنهر دجلة قرب بلدة (كرمة) القريبة من البصرة.

ويبلغ طول نهر الفرات حوالي(٢٢٣٠ كم) في أراضي سوريا والعراق، بما يعادل حوالي(٧٩٪) من إجمالي طول مجراه (٢٢٨٠ كم). وتعتمد العراق علي نهر الفرات وأقيمت علية السدود مثل الرمادي والحبانية والهندية.(انظر الشكل رقم ١٨).

***نهـر دجلـة:** يعتبـر نهـر دجلـة ثالـث أنهـار الـوطن العربـي بطول(١٨٠٠ كم) يجري منها في الأراضي العراقية (١٤٠٠ كم) يبلغ متوسط تصريفه السنوي حوالي(٤٨ مليار م^{٣}) وينبع نهر دجلة من جنوب شرقي هضبة الأناضول بتركيا حيث جبال طوروس، ويدخل أراضـي العراق عند بلدة (فيشخابور) ليجري مجراه نحو الجنوب الشرقي حيث يصب في مجراه أعداد كبيرة من الأنهار تتوزع منابعها العليا في أراضي تركيا وإيران والعراق، ومن أهم روافده من الشمال إلي الجنوب: نهر الزاب الكبير: ويبلغ طول مجراه حوالي(٢٦٠ كم) ومتوسط تصريفه المائي السنوي حوالي(٢ ١٣ مليار م^{٣}) تقريبا.

ونهر الزاب الصغير: ويعرف بالصغير رغم أن مجراه أطول من نهر الزاب الكبير حيث يبلغ(٣٨٠ كم) لضآلة متوسط تصريفه المائي الذي ومن أهم روافده من الشمال إلي الجنوب: نهر الزاب الكبير: ويبلغ طـول مجـراه حـوالي(٢٦٠ كـم) ومتوسـط تصـريفه المـائي السـنوي حوالي(٢ ١٣ مليار م^{٣}) تقريبا.

ونهر الزاب الصغير: ويعرف بالصغير رغم أن مجراه أطول من نهر الزاب الكبير حيث يبلغ(٣٨٠ كم) لضآلة متوسط تصريفه المائي الذي لا يتجاوز(٧ مليار م^{٣}) سنويا، ونهر العظيم: ويبلغ طول مجراه حوالي(٢١٠ كم) ومتوسط تصريفه المائي السنوي حوالي(٧٩٠ مليون م^{٣}) تقريبا، نهر ديالي: بطول(٤٤٠ كم) ومتوسط تصريف مائي سنوي(٧, ٥ مليار م^{٣}) تقريبا، ويبلغ إجمالي طول مجري نهر دجلة حوالي(١٧١٨ كم) حتى التقاؤه بنهر الفرات عند كرمة٠



شكل (١٨) نهرا دجلة والفرات

وهنا يبلغ إجمالي تصريف النهر حوالي(٧, ٤٨ مليار م^{٣}) سنويا تقريبا، ويفقد النهر كميات كبيرة من المياه في نطاق الأهوار الممتد جنوبي العراق ليصل تصريف شط العرب حوالي(٢, ٣٥ مليار م^{٣}) سنويا تقريبا، وأقيمت علي نهر دجلة العديد من السدود العراقية مثل الموصل والثرثار والكوت والعمارة.

ثالثا:المياه الجوفية

تنقسم المياه الجوفية في الوطن العربي إلي مياه جوفية متجددة ومياه جوفية غير متجددة،وتقدر المياه الجوفية في الوطن العربي بحوالي(١٠٠ ألف كم^{٣}) يوجد منها في ليبيا حوالي (٢٥ ألف كم^{٣}) وحوالي(٢٥ ألف كم^{٣}) في كل من مصر والسودان،و(٢٥ ألف كم^{٣}) في شبه الجزيرة العربية، و(١٠ ألاف كم^{٣}) في الجزائر.[٣١]

- المياه الجوفية المتجددة:

تتمثل المياه الجوفية المتجددة في الطبقات الجوفية الواقعة في التراكيب الجيولوجية ضمن إقليم مناخ البحر المتوسط حيث تسقط الأمطار التي تتراوح بين(٣٥-٥٠ سم)

وتشمل هذه المناطق: المناطق الجبلية في كل من سوريا ولبنان وفلسطين والجبل الأخضر في ليبيا وجبال أطلس في المغرب العربي.

- المياه الجوفية غير المتجددة:

توجد المياه الجوفية غير المتجددة في الوطن العربي والتي تغطي حوالي (٨٠٪) من مساحة الوطن العربي في المناطق الصحراوية،وهي مياه قديمة جيولوجية تسربت إلي الطبقات الجوفية في الأزمنة الجيولوجية القديمة عندما كانت الصحراء العربية تشهد فترات مطيرة خلال الزمن الرابع(البلايوستوسين) ومن الخزانات الجوفية في الوطن العربي:

---

٣١)انظر:صبري فارس الهيثي،وحسن أبو سمور،جغرافية الوطن العربي،دار صفاء للنشر والتوزيع،عمان،الأردن،١٩٩٩

– في الصحراء العربية الإفريقية:–خزان العرق الشرقي والعرق الغربي في معظم صحراء الجزائر وتونس،وخزانات صحراء ليبيا مثل خزان جنوب غرب ليبيا وخزان الكفرة في جنوب شرق ليبيا،وخزان سرير في شرق ووسط ليبيا،وخزان جنوب غرب مصر ،وخزان شمال السودان.

– وفي صحراء الوطن العربي الأسيوية: حيث خزان الربع الخالي في جنوب شبه الجزيرة العربية،وخزان الرياض في وسطها،وخزان النفود في شمالها.

والمياه الجوفية في الوطن العربي، أما حديثة متجددة تتم تغذيتها بواسطة مياه الأمطار والتسريبات الناتجة عن سريان مياه الأنهار والسيول،وتوجد معظم المياه الجوفية المتجددة في الوطن العربي في المناطق الرطبة وهي المناطق الجبلية المرتفعة، وخاصة في جبال بلاد الشام ومرتفعات أطلس في المغرب العربي، ومرتفعات اليمن، وعادة تواجه هذه الأنظمة المائية مشكلات ناجمة عن تغيرات حادة في كميات التغذية، أما النوع الثاني فتسمى بطبقات المياه غير المتجددة وهي مياه قديمة أثرية بقيت مخزونة لفترات زمنية طويلة تصل إلى أكثر من ٧٠٠٠ عام . وتتميز بامتدادها الكبير وضخامة مخزونها حيث أشبعت بالمياه في فترات مطرية سابقة، وأن تغذيتها بمياه الأمطار في الوقت الحاضر قليل نسبيًا وقد تصل أعماقها إلى أكثر من ١٠٠٠ متر.

وتعد المياه الجوفية ثانِي الموارد المائية الرئيسية في المنطقة العربية وتتغذى طبقتها الضحلة والعميقة داخل الحدود أو عبرها على مياه الأمطار المتساقطة والأنهار، ففي البحرين، والأردن، ولبنان، وعمان،

وتونس، والإمارات، واليمن، تساهم المياه الجوفية بأكثر من(٥٠٪) من إجمالي ضخ المياه، ووصلت هذه النسبة في شبه الجزيرة العربية إلى (٨٤٪) كما أن البلدان التي تمتلك حصة كبيرة إلى حد ما من الموارد المائية السطحية تعتمد بصفة أكبر على المياه الجوفية لسد الطلب المتزايد على نحو ثابت؛ أما في بعض المناطق كالواحات الجنوبية لبعض بلدان الشمال الأفريقي.

فالمياه الجوفية هي مصدر المياه الأوحد المتاح، وتحتوي المساحات الشاسعة التي تغطي العديد من البلدان العربية على موارد غير متجددة للمياه الجوفية أو طبقات المياه الجوفية الحفرية، وتستخدم هذه الموارد استخداما أساسيا في التوسع والتنمية الزراعية دون الاستعانة مع وجود بعض الاستثناءات،

ومن الممكن في ظل تدهور جودة المياه السطحية أن تصبح المياه الجوفية مصدر المياه الرئيسي الصالح للاستخدام المنزلي،وتخزن طبقات المياه الجوفية المتجددة من مياه نهري دجلة والفرات، ونهر النيل ودلتاه، والوديان الجبلية الداخلية في شمال أفريقيا، ووديان شبه الجزيرة العربية مخزونا كافيا يتميز بجودة مياهه الجيدة، وتتغذى على تدفق مياه النهر والفيضانات وتستخدم هذه الطبقات على نطاق واسع في الاستخدام المنزلي للمياه والري.

ويشترك العراق، والأردن، وشبه الجزيرة العربية، وشمال أفريقيا في ملكية العديد من خزانات المياه الجوفية العميقة، كما هو الحال في اشتراك مصر والسودان وليبيا وتشاد في الخزان المائي الجوفي الذي يوجد في الحجر الرملي النوبي.

ومن أهم أحواض المياه الجوفية:

١- إقليم الصحراء الكبرى بشمال افريقية:- العرق الغربي الكبير في جنوب سلسلة جبال أطلس في الجزائر، ويتغذي الحوض من مياه الأمطار الساقطة علي حبال أطلس الشمالية،وتبلغ مساحة الحوض حوالي(٣٣٠ كم^{٢}) ويبلغ حجم المخزون المائي حوالي(١٥٠٠ مليار م^{٣}) ويتغذي طبيعيا بحوالي(٤٠٠ مليون م^{٣}) سنويا.

والعرق الشرقي الكبير في شرق العرق الغربي الكبير ويقترب من الحدود بين الجزائر وتونس،ومساحته(٣٧٥ كم^{٢}) ومخزونه المائي(٧, ١ مليار م^{٣}) ويتغذي طبيعيا بحوالي(٦٠٠ مليون م^{٣}) سنويا.

وحوض تنزرفت في جنوب العرق الغربي الكبير بالجزائر ومساحته حوالي(٢٤٠ كم^{٢}) ومخزونه المائي(٠,٤مليار م^{٣}) ويتغذي طبيعيا بحوالي(٢٠ مليون م^{٣}) وحوض فزان في جنوب غرب ليبيا بمساحة حوالي(١٧٥ كم^{٢}) وبمخزون مائي حوالي(٠,٤ مليار م^{٣})،ويتغذي طبيعيا بحوالي(٦٠ مليون م^{٣}) سنويا، وحوض الصحراء الغربية في مصر وليبيا والسودان، وتبلغ مساحته حوالي(١٨٠٠كم^{٢}) ويبلغ مخزونه المائي حوالي(٦٠٠٠ مليار م^{٣}) ويتغذي طبيعيا بحوالي(١٥٠٠ مليون م^{٣}) سنويا، وحوض دلتا النيل في مصر ويصل مخزونه المائي حوالي(٣٠٠ مليار م^{٣}) ويتغذي طبيعيا بحوالي(٢٦٠٠ مليون م^{٣}) سنويا.

٢-الأحواض الجوفية الرئيسية في المشرق العربي وشبه الجزيرة العربية:-حوض وادي حضرموت وهو ذو إمكانات محدودة من المياه

المستخدمة، حيث أن حوالي(٣٠٪) من مياهه رديئة النوعية، وتقدر التغذية الطبيعية للخزان بحوالي(٢٥٧ مليون م^{٣}) سنويا.

وحوض الأزرق في الأردن وتبلغ مساحته حوالي(١٣ألف كم^{٢}) ويتغذي طبيعيا بحوالي(٢٠ مليون م^{٣}) سنويا، وحوض عمان–الزرقا في الأردن وتبلغ مساحته حوالي(٨٥٠ كم^{٢}) ويتغذي بحوالي(٢٥ مليون م^{٣}) سنويا.[٣٢]

***استغلال المياه الجوفية:–**

هناك استغلال مفرط لموارد المياه الجوفية في الوطن العربي، حيث تعتمد البلدان العربية وبالأخص بلدان شبه الجزيرة العربية والمغرب العربي اعتمادا كبيرا على موارد المياه الجوفية (المتجددة وغير المتجددة) لتلبية الطلب المتزايد على المياه، ولإشباع حاجة الاستهلاك المحلي والري تحديدا على المياه.

وتستخدم هذه الموارد بطريقة مخططة كما في حوض السرير الليبي، وحوض المسرات والرمال الشرقية العماني، وبأسلوب عشوائي كما في طبقة مياه حوض ساق، والديسي، وطويلة، وسنا في اليمن.

ويعد الاستخدام العشوائي هو الأكثر شيوعا، حيث أدى استخدام موارد المياه الجوفية بصورة تزيد على معدلات التغذية الطبيعية إلى الانخفاض السريع في مخزون الطبقات، وزيادة التملح، وتدهور جودتها لتسرب مياه البحر إليها.

وتتعرض للتلوث نتيجة للأنشطة الزراعية والصناعية، فمثلا أدي الاستغلال المفرط في حوض سايس القريب من مدينتي مكناس وفاس

---

٣٢)انظر:سامر مخيمر،وخالد حجازي،أزمة المياه في المنطقة العربية،الحقائق والبدائل،عالم المعرفة،٢٠٩،القاهرة،١٩٩٦

المغربيتين إلى هبوط مستويات المياه إلى ٧٠ مترا تقريبا خلال(١٩٨١ – ٢٠٠٦)،وفي غزة، ترتب على الإفراط في ضخ المياه تسرب مياه البحر(٧٠-٨٠٪) من طبقة المياه الجوفية الساحلية.

ويؤثر الاستغلال المفرط للمياه الجوفية واستنزاف مواردها تأثيرا خطيرا على البيئة؛ حيث أدى تملح المياه إلى جفاف الينابيع الطبيعية، فضلا عن تدهور أو تدمير الموائل والأنظمة البيئية المحيطة بها، مما تسبب في هبوط القيمة الثقافية والتاريخية لهذه المناطق، وقد جفت على سبيل المثال معظم ينابيع واحة تدمر السورية، بما في ذلك نبع أفقا وهو الموقع السابق لمملكة زنوبيا، ونتيجة لضخ المياه المتزايد وهبوط مستويات المياه الجوفية،نضبت ينابيع مياه الواحات الجنوبية الجزائرية، وينابيع البحرين الطبيعية، ومعظم ينابيع الواحات المصرية في الصحراء الغربية، وينابيع واحة الكفرة الليبية، وينابيع واحة الإحساء في السعودية، والينابيع الطبيعة المخصصة لري واحتي توزر وقبلي في جنوب تونس، وفي دولة الإمارات زاد الضخ الشديد للمياه الجوفية في السهول الساحلية الشرقية من ملوحة المياه؛ فانقطع ري الآبار ؛ وماتت مزارع النخيل.

أما في اليمن، فقد أدى الاستخراج الزائد للمياه الجوفية من أجل الزراعة المروية المتسعة إلى تسرب المياه المالحة إلى العديد من المناطق الساحلية، وبالأخص إلى دلتا أبين الواقعة على امتداد خليج عدن، ومنطقة تهامة – ويستنفد الضخ الزائد للمياه الجوفية الأصول الوطنية؛ ففي الوقت الذي تعتمد فيه الأنشطة الاقتصادية على زيادة إجمالي الناتج المحلي على المدى القريب عبر المياه المستخرجة، فقد

تسبب الاستخدام المفرط للمياه الجوفية – وخاصة استخراج موارد المياه الحفرية في تآكل رأس المال الطبيعي، فضلا عن تهديد المناطق المروية على المدى البعيد.

رابعا:المصادر المائية غير التقليدية

تستخدم العديد من دول الوطن العربي مصادر مياه غير تقليدية لتلبية احتياجاتها من المياه، وتتمثل في تحلية مياه البحر، والمياه الجوفية ذات نسبة الملوحة العالية، إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة، ومعالجة مياه الصرف الزراعي.

١- **تحليه مياه البحر:** اتجهت بعض الدول العربية إلي توفير كميات من المياه عن طريق تحليه مياه البحر منذ عام ١٩٥١ ، فأنشأت الكويت العديد من محطات التحلية مثل الأحمدي والشعبية، وفي قطر محطة رأس عبود، وانتشرت محطات التحلية في إقليم الإحساء بالسعودية،وفي الإمارات العربية وغيرها.[٣٣]

وتعتبر تحلية مياه البحر الأكثر انتشارا في الوقت الحاضر وخاصة في شبه الجزيرة العربية والخليج العربي(دول مجلس التعاون)، حيث تصل القدرة الإنتاجية ل ٤٧ محطة تحليه بدول مجلس التعاون مجتمعه إلى حوالي(١,٦ كم^{٣}/ السنة) بما يعادل (٥٠٪) من الاحتياجات المحلية لمياه الشرب، وهذا يعادل(٦٠٪) مما ينتج في العالم من مياه التحلية، ومن المتوقع أن، تصل القدرة الإنتاجية لمحطات التحلية في دول مجلس التعاون الخليجي إلى(٣ كم^{٣}/ السنة

٣٣)انظر:عبد العباس فضيخ الغريري،وآخرون،جغرافية الوطن العربي(دراسة لمعوقات تكامله الإقليمي)دار صفاء للنشر والتوزيع،عمان،الأردن،١٩٩٩

) بحلول(عام ٢٠٢٠ م)،وسجلت دول الخليج معدلات القدرة الأعلى على تحلية المياه بنسبة(٨١٪)، والجزائر(٨,٣ ٪) وليبيا(٤ ٪)،ومصر(١,٨ ٪) ويتوقع أن يستمر ارتفاع هذه النسب حتى العقد القادم لإشباع الطلب المحلي المتزايد على المياه. وستزيد المياه المحلاة التي تبلغ(١,٨٪) من إجمالي إمدادات المياه في المنطقة إلى(٥, ٨٪) تقريبا بحلول عام(٢٠٢٥).

***الآثار البيئية الضارة لعمليات تحلية المياه:-**

مع أن محطات تحلية المياه تنتج المياه العذبة التي تزيد المعروض من المياه وتقلل من الضغط على الموارد المائية التقليدية، فإن هذه المحطات تؤثر على البيئة تأثيرا ضارا، وقد تغلبت التقنيات الحديثة على بعض هذه الأضرار، ولكن هناك تلوث لمياه البحر والحياة البحرية بسبب تسرب المحاليل الملحية، وبفعل النفايات السائلة وبقايا مواد المعالجة الكيميائية، والغازات الدفيئة التي تنبعث عند إنتاج الكهرباء والبخار لتزويد محطات التحلية بالطاقة، لأنها تستخدم البترول والغاز الطبيعي، وينبعث منها ثاني أكسيد الكربون، ويمكن سد احتياج محطات التحلية للطاقة عبر المصادر المتجددة كالرياح، والشمس.

٢- مياه الصرف المعالجة:- يتزايد استخدام البلدان العربية لمياه الصرف(الزراعي والصحي) المعالجة لسد الطلب المتزايد على المياه في المناطق الحضرية، وتنتج الدول العربية حوالي(١٣ مليار م^{٣}) من مياه

الصرف سنويا، وتعالج منها حوالي(٤٠ ٪) تقريبا، وتصرف المياه المتبقية في القنوات المائية المفتوحة، وخزانات مياه البحر والأرض، مما أدى إلى إثارة المخاوف الصحية العامة والبيئية، وإذا تم علاج المياه العادمة، بما في ذلك مياه الصرف الصحي، واستخدامها بطريقة صحيحة مع تجنب المشكلات الصحية والبيئية، فإن من الممكن تلبية بعض الاحتياجات في بعض القطاعات كالزراعة والصناعة.

وتشغل أغلب بلدان الخليج العربي محطات المعالجة بقدرات المعالجة الثلاثية والمتطورة، وتستخدم حوالي (٤٠٪) من مياه الصرف المعالجة في ري محاصيل العلف، والحدائق، وري المحاصيل غير الصالحة للطعام، وما يقرب من نصف مياه صرف المنازل يتعرض للتصريف دون المعالجة في الوديان ليتخلل طبقات المياه العميقة أو مياه البحر متسببا في تلوث البيئات الساحلية والبحرية.

وتعالج مصر كمية كبيرة من مياه الصرف خارج منطقة دلتا النيل لإعادة استخدامها في الحدائق، وفي خطط إعادة تشجير الصحراء، والمحاصيل الغذائية والصناعية، وزراعة نبات الزينة.

الفصل السابع

مشكلة المياه في الوطن العربي

المدخل: تعد مشكلة المياه في الوطن العربي نتيجة لاختلال التوازن المائي بين محدودية الموارد المائية المتاحة، والطلب المتزايد عليها، فالوطن العربي يقع ضمن المنطقة الجافة وشبه الجافة التي تعتبر من المناطق ذات الموارد المائية المحدودة مقارنة مع بقية العالم من حيث نصيب وحدة المساحة أو من حيث نصيب الفرد.

وتتسم الموارد المائية بالندرة فالمنطقة العربية من أكثر المناطق فقرا إذ لا يتجاوز المعدل السنوي للفرد من المياه (١٠٠٠م^{٣}) مقابل (٧٠٠٠م^{٣}) سنويا علي مستوي العالم ، ومتوسط نصيب الهكتار منها مقارنة بالعالم(١, ١٥٪) وتشكل مساحة الوطن العربي حوالي(١٠٪) من مساحة العالم، ويضم حوالي(٥٪) من جملة سكان العالم، ونصيبه من المياه السطحية حوالي(٠,٥٪) من إجمالي المياه السطحية الجارية في العالم، وأكثر من نصف مياهه السطحية تنبع من خارج حدود الوطن العربي، والسياسة المائية المتمثلة بالتهديدات التركية والأثيوبية والكيان الصهيوني، مقابل زيادة الطلب علي المياه للاستخدامات المختلفة، لارتفاع وتيرة التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وقد أدى هذا إلى بوادر أزمة مائية حقيقية، والمتوقع أن يزداد الطلب على المياه بكافة الاستخدامات في العقود القادمة مقابل محدودية المياه مما يعني زيادة حدة الأزمة المائية مستقبلا.

ولقد أشارت المنظمة العربية للتنمية الزراعية في تقريرها حول الأمن الغذائي ٢٠١١ إلى ارتفاع عدد سكان الوطن العربي إلى (٣٦٨) مليون نسمة في عام ٢٠١١، وتشير التقارير الصادرة عن العديد من المؤتمرات والدراسات المتخصصة أن الفجوة الغذائية في الوطن العربي ستتعاظم نتيجة لشح المياه في الوطن العربي الذي باتت مصادره أيضا مهددة، وأدى ذلك إلى تناقص مساحات الأراضي الزراعية، ويعتبر الدول التي تقل فيها حصة الفرد عن(١٠٠٠ م^{٣}) سنويا هي دول تعاني من شح المياه وندرتها، أما تلك التي تقل فيها حصة الفرد عن(٥٠٠ م^{٣}) سنويا فهي دول اعتبرت أنها تحت خط الفقر المائي المطلق.

ومجموع المياه المتاحة تقدر بحوالي(٣٤٩ مليار م^{٣}) وتشكل المياه السطحية منها حوالي(٨٥ ٪) والمياه الجوفية حوالي(١٢ ٪) ومياه التحلية والمياه المعالجة بحوالي(١٣٪) والمعروض من المياه حسب عام ٢٠٠٧، ويتوزع طلب المياه على القطاعات المختلفة: فالقطاع الزراعي حوالي(٣٥٤ مليار م^{٣}) بنسبة عجز(٢٠ ٪) تم تغطيتها من المياه الجوفية والصرف المعالجة، والقطاع الصناعي(١٠,٢ مليار م^{٣}) بنسبة (٥٪)،وقطاع الخدمات (١٢.٥ مليارم^{٣}) بنسبة(٨٪) ، والقطاع المنزلي بنسبة(٦٪) من مجموع المياه السطحية والجوفية، لذا فالواقع يؤكد بروز بوادر أزمة مائية نتيجة عدم الموازنة المائية بين محدودية المياه وزيادة الطلب علي المياه، وستزداد هذه الأزمة في العقود القادمة للأعوام ٢٠٢٠ ، ٢٠٣٠ ، حيث تشير توقعات الطلب على المياه (٤٠٩ ، ٤٩٤ مليار م^{٣}) فمن المتوقع أن يكون الطلب

علـي الميـاه لقطـاع الزراعـة حـوالي(٣٦٩،٣٨٠ مليـارم^{٣}) خـلال تلـك الفترة، مقابل محدودية المياه وتوقعات زيادة الطلب علي المياه في بقية القطاعات الأخرى، مما يعني أن الوطن العربي دخل في مشكلة المياه مما سيؤثر علي عمليات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، مما يستجوب اتخاذ مجموعة من السياسات لمواجهة مشكلة المياه العربية.

والمقصـود بالميـاه التقليديـة هـي الميـاه السـطحية والميـاه الجوفيـة المستخدمة، أما المياه غير التقليدية فتشمل المياه الناتجة عن عملية تحليه مياه البحر، والمياه الناتجة من معالجة مياه الصرف الزراعي والصرف الصحي، والمقصود بنصيب الفرد أي الكمية المتوسطة التي تخص الفرد من جملة المياه التقليدية في السنة، ويقصد بعجز الدولة أي الفرق بين الموارد المائية المتاحة واحتياجات الدولة منها.

أولا:الوضع المائي:-

هناك ١٦ دولة عربية من أصل ٢٢ دولة تقل حصة الفرد فيها عن(١٠٠٠ م^{٣}) سنويا، وإذا ما اعتبرنا خط الشح المطلق (٥٠٠ م^{٣}) للفرد سـنويا، نجـد أن ١٢ دولـة عربيـة تقـع تحـت ذلـك الخـط ، أي أن حوالي(١١٠ مليون) نسمة بما يعادل(٣٢ ٪) من سكان الوطن العربي يعيشون تحت خط الفقر المائي المطلق، وفي ظل النمو السكاني في الوطن العربي الذي يقدر بحوالي(٢,٤٪) فإن الوطن العربي سيرتفع سكانه إلى حوالي(٤٩٥ مليون) نسمة بحلول عام ٢٠٣٠.

وفي ظل استمرار الوضع على ما هو عليه في يومنا هذا بالرغم من التوقعات والعقبات الوخيمة للتغير المناخي على المصادر الطبيعية

الحالية فان الفجوة المائية سترتفع بحلول العام ٢٠٣٠ إلي(٢٤٧ مليار م^{٣}) ويكون الطلب علي المياه حوالي(٤٩٥ مليار م^{٣}) وبالتالي سيكون إجمالي العجز المائي حوالي(٢٤٧ مليارم^{٣}) وسوف ينخفض نصيب الفرد من المياه عن(٢٠٠ م^{٣}) سنويا علي المستوي العربي العام.

١- الوضع المائي الحالي(في عام ٢٠١١م):

بلغ إجمالي عدد سكان الوطن العربي حوالي(٣٣٣ مليون) نسمة، وكان إجمالي المياه التقليدية حوالي(٣٣٨ مليار م^{٣}) وبلغ المتوسط السنوي العام للفرد من المياه التقليدية حوالي(١٠٤١ م^{٣}) وبلغ إجمالي العجز المائي في الوطن العربي حوالي(٦٨ مليار م^{٣}) ويختلف الوضع المائي من إقليم إلي أخر، ومن دولة إلي أخري:

أ- علي مستوي الدولة:- يوجد ست دول لديها وفرة مائية أو بمعني أخر لا تعاني من مشكلة المياه وهي(موريتانيا،الصومال،السودان،لبنان،العراق،جزر القمر) حيث يصل متوسط نصيب الفرد فيها إلي أكثر من(١٠٠٠ ، ٣٠٠٠ م^{٣}) سنويا، فنصيب الفرد في موريتانيا هو(٣٣٩٠ م^{٣}) وفي السودان(٢٣١٢ م^{٣}) وفي جزر القمر(١٦٨٦م^{٣}) وفي لبنان(١٣٠٥م^{٣})- يوجد أربع دول تقع تحت ما يعرف بالشح المائي(أي أقل من ١٠٠٠ م^{٣}) للفرد سنويا وهي(المملكة العربية المغربية ٩١٥، ومصر ٨٧٩، وسوريا ٧٧٨ ، وجيبوتي ٦٢٥ م^{٣}).- بقية الدول العربية(١٢ دولة) تقع تحت خط الفقر المائي(أقل من ٥٠٠ م) للفرد سنويا، وهذه الدول تشكل أكثر من نصف عدد دول الوطن العربي، ويصل أقل متوسط للفرد في هذه المجموعة إلي أقل

من(١٠٠ م٣) كما في(فلسطين ٧٤م٣) و(السعودية٨١ م٣) و(اليمن ٨٩ م٣) و(الكويت ٥ م٣).

ب- أما علي مستوي الأقاليم:-

١- إقليم المغرب العربي:(الجزائر، تونس، المملكة العربية المغربية ، ليبيا، موريتانيا) ويبلغ إجمالي سكانه حوالي(٨٨ مليون) نسمة (٢٦٪) من جملة سكان الوطن العربي، ويتاح له موارد مائية تقليدية بإجمالي(٥٧ مليار م٣) بنسبة(١٧٪) من إجمالي الموارد المائية التقليدية المتاحة في الوطن العربي، وباستثناء موريتانيا التي يصل متوسط نصيب الفرد فيها سنويا إلي(٣٣٩٠ م٣)،فهناك دولة المغرب التي تقع ضمن ما يعرف بالشح المائي(٩١٥ م٣/فرد) سنويا، وتقع دولتي الجزائر وتونس ضمن ما يعرف تحت خط الفقر المائي(٣٠٠-٤٥٠ م٣/فرد) سنويا، أي أن الإقليم يعاني من مشكلة في المياه يصل عجزها إلي حوالي(٣٦ مليار م٣) بما يعادل(٥٤٪) من جملة العجز المائي في الوطن العربي.

٢- إقليم حوض النيل والقرن الأفريقي:(مصر، السودان، الصومال، جيبوتي، جزر القمر) بإجمالي (١١٤ مليون) نسمة، يعادل(٣٤٪) من إجمالي سكان الوطن العربي تقريبا، ويبلغ إجمالي الموارد المائية التقليدية المتاحة حوالي(١٦١ مليار م٣) يعادل حوالي(٦, ٤٧ ٪) من إجمالي الموارد المائية التقليدية المتاحة في الوطن العربي، وتعد كل من(جيبوتي ومصر) ضمن دول الشح المائي، حيث يقل متوسط نصيب الفرد عن(١٠٠٠م٣) سنويا ففي مصر بلغ حوالي(٨٧٩ م٣) وفي جيبوتي حوالي(٦٢٥ م٣) سنويا، بينما تعد كل من السودان

والصومال وجزر القمر ضمن دول الغني المائي حيث بلغ متوسط نصيب الفرد من المياه التقليدية مابين(١٦٠٠-٢٣٠٠م^{٣}) ويعاني عجزا كبيرا(٦٠ مليارم^{٣}) وبخاصة مصر.

٣- إقليم بلاد الشام:(الأردن، سوريا ، لبنان ، فلسطين المحتلة) بتعداد سكاني(٣٤ مليون) نسمة، أي(١٠٪) من إجمالي سكان الوطن العربي، ويتاح للإقليم حوالي(٢٣ مليار م^{٣}) من المياه التقليدية وهذه أقل من(١ ٪) من جملة موارد الوطن العربي، وتعد لبنان ضمن دول الغني المائي حيث بلغ المتوسط السنوي للفرد حوالي(١٣٠٥ م^{٣})،أما بقية دول الإقليم فهي ضمن الشح المائي كسوريا(٧٧٨ م^{٣})، كما تعد دولتي الأردن وفلسطين ضمن دول الفقر المائي حيث لا يتعدي نصيب الفرد الفلسطيني (٧٤ م^{٣}) والفرد الأردني حوالي(١٧٧ م^{٣}) سنويا، أي أن الإقليم يعاني عجزا مائيا بحوالي(٩, ١٢ مليار م^{٣}).

٤- إقليم شبه الجزيرة العربية: ويضم كلا من السعودية والإمارات العربية المتحدة والكويت وقطر والبحرين وسلطنة عمان وتعرف بدول مجلس التعاون الخليجي، ويضاف إليها كل من العراق واليمن، ويبلغ إجمالي سكان الإقليم حوالي(٩٧ مليون) نسمة بما يعادل حوالي(٢٩٪) من إجمالي سكان الوطن العربي.

ويبلغ إجمالي موارد المياه التقليدية المتاحة بالإقليم حوالي(٩٦ مليار م^{٣}) بما يعادل(٢٨ ٪) من إجمالي الوطن العربي، وباستثناء العراق التي تعد ضمن دول الغني المائي حيث بلغ متوسط نصيب الفرد من المياه التقليدية حوالي(٢٨٦٨ م^{٣}) سنويا، يعد الإقليم بصفة عامة ضمن مجموعة الفقر المائي حيث يقل المتوسط العام لنصيب الفرد

من المياه التقليدية المتاحة أقل من(٥٠٠ م٣) سنويا، فهو يصل في عمان إلي(٤٣٨ م٣) والي(١٧٧ م٣) في البحرين، والي(٨٩ م) في اليمن، وفي السعودية (٨١ م٣) ويصل إلي أدناه في الكويت (٦ م٣) للفرد سنويا، ويعاني الإقليم عجزا مائيا يقدر بحوالي(١٣ مليار م٣) بما يعادل (١٩٪) من إجمالي العجز المائي العربي.

٢-الوضع المائي في المستقبل(عام ٢٠٣٠م):-

من دراسة العرض السابق للوضع المائي في الوطن العربي يتضح أن الوطن العربي دخل في مرحلة **الفقر المائي؛** حيث بلغ متوسط العجز المائي من المياه التقليدية عام ٢٠١١ إلي (٦٨ مليار م٣) ومعه انخفض متوسط نصيب الفرد من المياه إلي أقل من(٥٠٠ م٣) سنويا في معظم دول الوطن العربي، وسوف يزداد العجز المائي ليصل إلي حوالي(٢٤٧ مليار م٣) في عام ٢٠٣٠، وينخفض نصيب الفرد السنوي من المياه التقليدية في معظم دول الوطن العربي إلي أقل من(٣٠٠ م٣).

ويرجع ذلك العجز الكبير في المياه التقليدية لعدة عوامل منها الزيادة السكانية المستمرة حيث يتوقع أن يصل إجمالي عدد سكان الوطن العربي إلي حوالي (٤٩٥ مليون) نسمة في عام ٢٠٣٠، مع ثبات كمية الموارد المائية التقليدية، وزيادة الطلب عليها، ويمكن تحليل الوضع المائي في أقاليم الوطن العربي كالتالي:

١- إقليم شبه الجزيرة العربية: ويبلغ إجمالي سكان الإقليم حوالي(١٤٤ مليون) نسمة بما يعادل حوالي(٢٩٪) من إجمالي سكان الوطن العربي، ويبلغ إجمالي الطلب علي موارد المياه التقليدية

حوالي(١٤٣,٩ مليار م^{٣}) وباستثناء العراق، تعاني دول الإقليم من العجز المائي الكبير الذي يصل إلي حوالي(٩١ مليار م^{٣}) بما يعادل(٣٦ ,٨ ٪) وهذا يجعل الإقليم في أكثر أقاليم الوطن العربي تأثرا بالعجز في موارد المياه التقليدية، بينما تكون العراق أوفر حظا في المياه التقليدية التي تحقق فائضا يقدر بحوالي(٥, ٤٣ مليار م) ويتمثل أكبر عجز مائي في السعودية حوالي(٣ ,٤١ مليار م) واليمن حوالي(٣٣ مليار م^{٣})،بينما يقل العجز المائي عن(٥ مليار م^{٣}) في بقية دول الإقليم، ويوجد أقل عجز مائي في دولة البحرين(٨٥, ٠ مليار م^{٣})

٢- إقليم المغرب العربي: ويبلغ إجمالي سكانه حوالي(١٣٠ مليون) نسمة،بما يعادل حوالي(٢٦٪) من إجمالي سكان الوطن العربي، وسوف يصل إجمالي الطلب علي المياه التقليدية حوالي(٩, ١٢٩ مليار م^{٣}) وبالتالي سيكون العجز المائي حوالي(٧٩ مليار م^{٣}) بما يعادل(٣٢٪) من إجمالي العجز المائي في الوطن العربي، وتعتبر موريتانيا الأوفر حظا ولا تعاني من فجوة مائية حيث تعتمد موريتانيا قليلة العدد في السكان على نهر السنغال، ولديها فائض بحوالي(٤ ٦ مليار م^{٣}) بينما تعاني الجزائر أكبر عجزا حيث يكون (٤٢ مليار م^{٣})،ويليها المغرب بحوالي(٩, ١٧ مليارم^{٣}) ثم تونس وليبيا بحوالي(٨-١٠ مليار م^{٣}).

٣- إقليم حوض النيل والقرن الأفريقي: بإجمالي (١٧٠ مليون) نسمة، بما يعادل(٣٤٪) من إجمالي سكان الوطن العربي تقريبا، ويبلغ إجمالي الطلب علي المياه حوالي(١٧٠ مليار م^{٣}) ويصل إجمالي

العجز المائي إلي حوالي(٤٩ مليار م^{٣}) بما يعادل (١٩٪) من إجمالي العجز المائي العربي، ويتمثل هذا العجز في مصر(٤٨ مليار م^{٣}) وفي جيبوتي(٠.٤ مليار م^{٣})،بينما نجد أن السودان والصومال وجزر القمر لا تعاني عجزا مائيا بل تحقق وفرة مائية تصل إلي(٢٧ مليار م^{٣}) في السودان،وحوالي(١٣ مليار م^{٣}) في الصومال،والي (١٥,. مليار م^{٣}) في جزر القمر.

٤- إقليم بلاد الشام: بتعداد سكاني(٥٢ مليون) نسمة، بما يعادل حوالي(١٠,٤٪) من إجمالي سكان الوطن العربي، ويبلغ إجمالي الطلب علي المياه التقليدية بالإقليم حوالي(٥١,٣ مليار م^{٣}) ، ويبلغ إجمالي العجز المائي إلي حوالي(٢٩ مليار م^{٣}) وتشهد سوريا أكبر عجز في الإقليم بحوالي(١٥,٢ مليار م^{٣})،ويليها الأردن بحوالي(٧ مليارم) وفلسطين(٦ مليار م^{٣}) .

ثانيا:أسباب أزمة الموارد المائية التقليدية في الوطن العربي:

في دراسة عن مستقبل المياه في المنطقة العربية توقعت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ظهور عجز مائي في المنطقة يقدر بحوالي(٢٦١ مليارم^{٣})عام ٢٠٣٠، وتعرف الأزمة المائية بأنها خلل في التوازن بين الموارد المائية المتجددة والمتاحة والطلب المتزايد عليها، والذي يتمثل بظهور عجز في الميزان المائي، يتزايد باستمرار ويؤدي إلى إعاقة التنمية، وهذا العجز هو الحالة التي يفوق حجم الاحتياجات المائية فيها كمية الموارد المائية المتجددة والمتاحة، ويطلق على هذا العجز

تسمية (الفجوة المائية) وعندما يصل العجز المائي إلى درجة تؤدي إلى أضرار اقتصادية واجتماعية تهدد بنية الدولة فإنه يكون قد وصل إلى ما يسمى بالأزمة المائية.

وتعاني المنطقة العربية من نقص في الموارد المائية، مما يمهد إلى حدوث صراع أو قيام تعاون إقليمي يراعي حاجات هذه الشعوب من المياه، وهناك ثلاثة محددات تفرض نفسها على قضية الأمن المائي العربي، وهي أن غالبية دول المشرق العربي ووسطه تعاني من أزمة مائية متزايدة وبدرجات مختلفة، وغالبية الأنهار العربية (دجلة، الفرات، النيل) تنبع من خارجه، مما يعني أنها عرضة لتحكم قوى أجنبية، وارتباط المشروعات الإسرائيلية بالهيمنة على مصادر المياه مع ازدياد أعداد المهاجرين بنسبة لا تتفق مع موارد المياه.

ومن أهم أسباب العجز المائي أو أزمة المياه التقليدية:

– الموقع الجغرافي: يقع الوطن العربي في المنطقة الجافة وشبه الجافة، واتساع نطاق الصحراء الغرب النادرة أو منعدمة الأمطار، أما المناطق الساحلية والجبلية القريبة منها فإنها تتعرض لسقوط الأمطار في فصول ومواسم محددة، ويسقط على الوطن العربي حوالي(٢١٠٠–٢٣٠٠ مليار م^{٣}) من الأمطار سنويا، ويتبخر منها حوالي(٩٠٪) ويتسرب حوالي(٢٪) منها إلي الخزانات الجوفية، ويجري منها علي السطح حوالي(٨٪) وتتفاوت كمية الأمطار بين دولة وأخرى.

– يفتقر الوطن العربي إلى الأنهار الداخلية الكبيرة، وأهم أنهاره هي النيل في مصر والسودان، والفرات ودجلة في سوريا والعراق، وهي أنهار دولية تستمد القسم الأكبر من مياهها من خارج المنطقة العربية.

– جميع الدول العربية تعاني من مشكلة المياه حيث أن(٦٧٪) من موارد المياه تأتي من أراضي غير عربية، ولذلك فان الدول العربية ليس لها سيطرة على الموارد المائية، وعليه فان خطط التنمية للدول العربية مهددة بتهديدات توريد المياه من خارج الأراضي العربية؛ فينبع نهر النيل من أواسط أفريقيا وتقع في حوضه احدي عشر دولة منها ثماني في منطقة المنابع من الحوض، وتتقاسم مصر والسودان مجرى النهر، وتعاني جميع دول حوض النيل، عدا مصر، من مشاكل داخلية متفاقمة وتخلف اقتصادي.

وتتقاسم تركيا وسوريا والعراق حوضي دجلة والفرات وتتحكم تركيا بحكم موقعها بجريان المياه في النهرين، وترفض تركيا إخضاع نهري الفرات ودجلة للقانون الدولي والتوصل إلى اتفاق مع سوريا والعراق لاقتسام مياههما.

– ترتبط دول الجوار الجغرافي مع الدول العربية بعلاقات استعمارية مع (إسرائيل) ومع رغبة إسرائيل في استغلال هذا العامل كعنصر ضغط سياسي وحرمان للدول العربية، فإسرائيل تعتمد في تأمين مياهها، على سرقة المياه العربية سواء من الأراضي المحتلة (فلسطين والجولان) أو من الأراضي العربية المجاورة، كالعراق وسوريا ولبنان والأردن ومصر، حيث قامت إسرائيل بالاستيلاء على مياه نهر الأردن ، واحتلال هضبة الجولان السورية بهدف السيطرة على المياه

والأراضي الخصبة في تلك المنطقة، واحتلال الجنوب اللبناني في عام ١٩٨٢م، بهدف الاستيلاء على المياه اللبنانية التي تغذي مياه نهر الأردن وبحيرة طبريا، وسرقة مياه نهر الليطاني ، ومنذ احتلال إسرائيل للأراضي الفلسطينية عمدت إلى وضع الموارد المائية تحت إدارتها، وشيدت المستوطنات على الأراضي الكائنة حول المناطق المائية، حيث يغطي الحوض الجوفي الفلسطيني(٢٥٪) من الاحتياجات المائية الإسرائيلية، كما إنها تقوم بتلويث منطقتي الحوض الساحلي الغربي بمواد عضوية ومعادن ثقيلة قادمة من مناطق الصناعات العسكرية الإسرائيلية، مما أفسد أكثر من(٨٥٪) من آبار مياه الشرب، وما زالت إسرائيل تعمل المزيد من أجل تحقيق أطماعها في المياه العربية، فهي تساهم وتدير مشروع سد النهضة الأثيوبي الذي سوف يؤثر علي حصة مصر والسودان من مياه نهر النيل.

– محاولة بعض دول الجوار من عدم الاعتراف بالمعاهدات والاتفاقات السابقة الخاصة بتنظيم استغلال مياه الأنهار كما هو الحال حاليا بمحاولة دول منابع النيل بإعادة النظر في الاتفاقات السابقة، وقيام أثيوبيا بإقامة مشروعات علي منابع النيل (مثل سد النهضة) دون التشاور مع مصر والسودان،وكذلك الحال بالنسبة لتركيا التي أقامت سدود علي نهر الفرات مما يؤثر علي حصة سوريا من المياه.

– تزايد النمو السكاني، وتزايد الحاجة إلى استعمال الماء، فمعدل النمو السكاني في الوطن العربي هو أعلى المعدلات في العالم، حيث كان عدد سكان الوطن العربي في عام ٢٠١١ (٣٣٣ مليون) نسمة،

ومن المتوقع أن يتجاوز (٥٠٠ مليون) نسمة في عام ٢٠٣٠، الأمر الذي يعني مضاعفة استهلاك المياه خلال الفترة نفسها، مما يسبب عجز مائي كبير يتجاوز(٢٠٠ مليار م^{٣}) وهذا العجز في الموارد المائية سيواكبه وسيتفاقم بسببه بطبيعة الحال عجز غذائي، وهذا ما سوف يجعل الوطن العربي يعتمد أكثر فأكثر في تغذيته على الاستيراد.

– الهدر المائي: بسبب طرق الري التقليدية المتبعة في الوطن العربي، حيث تؤدي طرق الري بالغمر إلى هدر المياه بمقدار(٣٧,٥٪) على حين أن المزارع العربي يستعمل (١٢ ألف م^{٣}) من الماء لري هكتار واحد، على أنّه يكفي لري الهكتار الواحد(٧٥٠٠ م^{٣}) واستخدام طرق الري التقليدية أدى إلى ضياع وفقدان كمية كبيرة من المياه سواء عن طريق التسرب أو التبخر،وإعطاء النباتات من المياه أكثر مما تحتاج إليه، وهذا أدى إلى ضعف الإنتاج وتملح التربة، ولازال الفلاح العربي ينقل المياه من المصدر إلى الحقل بواسطة قنوات ترابية مما يؤدي إلى إهدار كميات كبيرة من الماء عن طريق التسرب.

– التغيرات المناخية الطفيفة يمكن أن تؤدي إلى مشاكل كبيرة في موارد المياه في مناطق كثيرة من الوطن العربي، حيث يسوده المناخ الحار الجاف.

وتؤدي قلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة إلى اختلال التوازن المائي في معظم أجزاء الوطن العربي، كما أن حوالي(٩٠٪) من مياه

الأمطار الساقطة على الوطن العربي تتبخر بسبب ارتفاع درجات الحرارة.

– القصور في تخطيط وإدارة مشروعات الري وتطبيق الدورات الزراعية حيث يتم التركيز على زراعة محاصيل تستهلك كميات كبيرة من المياه مثل قصب السكر والأرز.

– تلوث المياه: حيث يتم التخلص من مياه الصرف غير المعالجة، أو المعالجة جزئيا في قنوات مياه الري أو في الأنهار مما يؤدي إلي أثارا بيئية ضارة وتقليل كمية المياه النظيفة المتاحة.

– تسرب المياه المالحة في السواحل نحو الطبقات المائية عندما تُستنزف المياه الجوفية.

– وعدم كفاية المخصصات المالية والتخطيط السليم، وعدم كفاية التقييم، ومحدودية المعلومات وقلة في الموارد والمهارات البشرية، وأن معظم التشريعات الحالية مثل النظم واللوائح أصبحت قديمة وغير مساعدة على تطبيق الإدارة المتكاملة والمستدامة للموارد المائية.

ثالثا:الحلول المقترحة

١ –الحلول الإدارية والفنية: يجب علي الدول العربية العمل الجاد على تطوير وتفعيل دور إدارة الموارد المائية عن طريق ما يلي:

– تبنى سياسة وطنية وإستراتيجية عامة للمياه في إطار رؤية شاملة ومتكاملة مع السياسات التنموية والسكانية.

– تطوير وتعزيز البناء المؤسسي لقطاع المياه وتعزيز القدرات الإدارية والمالية والفنية والتقنية.

– التنظيم والضبط القانوني والتشريعي لاستخدام واستغلال المياه وإتباع آليات مناسبة لتنظيم أسواق المياه.

– الحد من استنزاف المياه الجوفية وتنمية الموارد المائية، وجدية مشاركة المجتمع في تنمية هذه الموارد والحفاظ عليها بالكفاءة المطلوبة.

– توعية الواسعة والمكثفة بضرورة الاستخدام الرشيد للمياه وبالمخاطر المتعددة للاستنزاف الدائم والمفرط للموارد المائية.[٣٤]

– استخدام التقنيات الحديثة، والموارد البديلة كالطاقة الشمسية والطاقة النووية السلمية للحد من التلوث،مع وضع قوانين صارمة وملزمه للدول والأفراد لمكافحة التلوث والحد من الإضرار بموارد المياه .

– إقامة شبكة متطورة لرصد المياه السطحية والجوفية لتوفير المعلومات عنها ووضع الخطط لوقف انتشار التصحر واستصلاح الأراضي المتصحرة وصيانة الأراضي المعرضة للتصحر.

– ضرورة زيادة الاستثمارات في قطاع المياه لتجديد شبكات التوزيع والنقل وتوسيع نطاقها والمحافظة على المياه من الهدر والتبذير والتلوث ونشر الوعي في استخدام المياه عبر وسائل الإعلام.

– تنسيق السياسات المائية مع السياسات السكانية والبيئية في كل دولة عربية،بالاستفادة من مياه الأمطار لحصر المياه والاستفادة منيا دون هدرها وتسريبها إلي البحر مع مراعاة الجانب البيئي في تحقيق ذلك.

---

٣٤)انظر: فؤاد سالم بامعروف،مصادر المياه في الوطن العرق وطرق استدامتها،٢٠٠٩،مرجع سبق ذكره.

– تكوين موقف عربي موحد على مستوى العلاقات الثنائية أو العربية أو الدولية وربط قضية المياه في الوطن العربي وما تتعرض له من تحديات بالعلاقات الاقتصادية والتجارية لأهميتها في التأثير المباشر عمى اقتصاديات دول المنبع، مع اتخاذ التفاوض وسيلة مثلى لحل مشاكل المياه مع دول المنبع، ولكي تكون الأنهار دافعاً للتعاون وليس الصراع، واعتماد القوانين الدولية بقسمة المياه بشكل عادل بين الدول المشتركة في حوض النهر ودول المنبع ودول المصب لتحقيق الاستقرار بين الدول المشتركة بالمياه.

– تشكيل لجان فنية مشتركة للتنسيق في المؤتمرات الدولية والنظر في المشكلات المائية المتعلقة بالأنهار مثل(دجلة والفرات والنيل والأردن) واتخاذ مواقف موحدة إيجاد السبل المناسبة للتعاون المائي وتفعيل الاتفاقيات الموقعة بين دول المنبع ودول الحوض وتحديثيا ومتابعتها لبيان مدى تطبيقيا، واعتبار الاتفاقيات المعقودة بينيا المرجعية لحل الخلافات فيما بينيا كأساس لمتعاون واستثمار المياه لجميع الدول المشتركة ومصالح الدول العربية والمتغيرات الدولية المسارعة.[٣٥]

٢ –الحلول العملية:– تتمثل الحلول العملية في ترشيد استهلاك المياه، وتنمية الموارد المائية المتاحة، وإضافة موارد مائية جديدة.

من المتوقع ظهور عجز مائي بحوالي(٢٦١ مليار م^{٣}) عام ٢٠٣٠، حيث الأمطار في الدول العربية حوالي(٢٢٣٨ مليار م^{٣}) تسقط بمعدل(٣٠ سم^{٣}) على مناطق تشكل(٢٠٪) من مساحة الوطن

٣٥)انظر: هيفاء عبد الرحمن ياسين التكريتي،أزمة المياه في الوطن العربي واقعها واستخدامها ودوافعها والرؤية المستقبلية لمواجهة الأزمة،مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية والاقتصادية،المجلد٣ ،العدد(١) ٢٠١٣

العربي، وحوالي(١٠ – ٣٠ سم^{٣})علي مناطق أكثر جفافا بينما لا يتجاوز هذا (١٠ سم^{٣}) في المناطق الأخرى، والوطن العربي يملك مخزونا كبيرا من الموارد المائية غير المتجددة يعتبر احتياطيا ويستثمر منه حاليا(٥٪) وتقدر المياه المعالجة والمحلاة (١٠,٩ مليار م^{٣}) سنويا.

أما بالنسبة للحاجات المائية المستقبلية فهي مرتبطة بمعدلات الزيادة السكانية في العالم العربي التي أصبحت بين الأعلى في العالم؛ فمن المتوقع أن تصل إلى(٧٣٥ مليون) نسمة عام ٢٠٣٠ مقابل(٢٢١ مليون) نسمة عام ١٩٩١، ولتضييق الفجوة القائمة بين الموارد المائية المتاحة والحاجات المستقبلية، اقترحت الدراسة محورين للحل: يتمثل الأول في تنمية مصادر مائية جديدة، واستثمار مصادر مائية جوفية ممثلة في أحواض دول عدة، أما الحل الثاني فيتمثل في ترشيد استخدامات المياه وحمايتها، لذلك يجب أن ينصب اهتمام القائمين على إدارة الموارد المائية على المحافظة على موارد المياه الجوفية وزيادة كمياتها، بل وتحسين نوعيتها واعتبارها مخزونا استراتيجيا في مكامن أمنة،ومن الحلول المقترحة لتجاوز الفجوة المائية الحالية ما بين العرض والطلب (الموارد المائية المتاحة والاحتياجات الفعلية للاستهلاك) في الوطن العربي(–ترشيد استهلاك الموارد المائية المتاحة – تنمية الموارد المائية المتاحة– إضافة موارد مائية جديدة.)

أ–ترشيد استهلاك الموارد المائية المتاحة: تستخدم الزراعة المروية حوالي(٨٥) من الموارد المائية السطحية وهذه المساحة الزراعية لا تمثل سوي(٢٥) من إجمالي المساحة الزراعية في الوطن العربي،لذا

من الضروري تطوير السياسات المائية لترشيد استخدام المياه لقليل المفقود منها بشتي الوسائل مثل:- رفع كفاءة وصيانة وتطوير شبكات نقل وتوزيع المياه، تطوير نظم الري، رفع كفاءة الري الحقلي، حيث الفقد في مياه الري (٤٠-٥٠) من إجمالي المياه المنقولة بالطرق التقليدية، فيجب إتباع طرق الري الحديثة مثل الري بالرش وبالتنقيط، وإقامة نظم حديثة لنقل المياه سواء للري، أما بالنسبة للأغراض المنزلية فيجب تقليل الفقد في شبكات توزيع المياه من خلال تغيير الأجزاء القديمة وإصلاح التالف منها مع استخدام وسائل التحكم المركزي، واستخدام الأنابيب الثنائية في شبكة المياه المنزلية لتستغل المياه العذبة في الأغراض المنزلية، وتخصص المياه غير العذبة قليلة الملوحة(التحلية،والمعالجة) في الأغراض الأخرى الثانوية كري الحدائق وفي أغراض الصناعة.- تغيير التركيب المحصولي أي تقليل مساحة المحاصيل التي تستهلك كميات كبيرة من المياه كقصب السكر والأرز ،وكذلك استنباط سلالات وأصناف جديدة من المحاصيل تستهلك كميات أقل من المياه،وتتحمل درجات أعلى من الملوحة، وتكون مبكرة النضج لتوفير المياه.

ب- تنمية الموارد المائية المتاحة:- مثل:مشروعات السدود والخزانات وتقليل المفقود من المياه عن طريق البخر من أسطح الخزانات ومجاري المياه وكذلك التسريب من شبكات نقل المياه، فيمكن تقليل المفقود من التبخر من أسطح الخزانات والمجاري المائية كمشروع قناة جونجلي الذي يعمل علي اختصار الطريق المتعرج لنهر النيل في منطقة بحر الجبل،كذلك يمكن تقليل عرض المجري المائي

المتسع بإنشاء قدمه سفلية،ونقل المياه إلي الحقول الزراعية بواسطة قنوات مغطاة واستخدام المواسير لتقليل المفقود،فبحيرة ناصر تفقد سنويا نحو (١٠ مليار م^{٣}) نتيجة التبخر والتسرب،ويمكن تقليل هذا الفقد بإقامة سدود في مداخل البحيرة لحجز المياه .

ج-إضافة موارد مائية جديدة: فيمكن تحقيقه من خلال:- إضافة موارد مائية تقليدية: مثل المياه السطحية والمياه الجوفية، وهذه محدودة،ومن المقترحات(نقل الفائض المائي من بلد إلى أخر عن طريق مد خطوط أنابيب ضخمة، وإجراء دراسات واستكشافات لفترات طويلة لإيجاد خزانات مياه جوفية جديدة، حيث توجد دراسة حول نقل فائض المياه من لبنان إلي دول الخليج العربي بدلا من إهدارها في البحر ،والمشروع التركي لنقل المياه إلي سوريا والعراق.- حفر الآبار الارتوازية، وبناء السدود، والاستفادة القصوى من مصادر المياه الجوفية والأمطار وتخزينها لضمان توفر الإمدادات عند الحاجة .- التوسع في استخدام المياه الجوفية العميقة مع مراعاة أن يكون استخدام المياه الجوفية في حدود الأمان الذي يحافظ علي الاتزان المائي لمنع تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية العذبة، مع إيجاد تخطيط للسحب المتوازن بين الأحواض الجوفية وتطويرها لرفع المخزون الجوفي العميق.

د- إضافة موارد مائية غير تقليدية (اصطناعية) من خلال:-

* مياه الصرف(الصناعي أو الزراعي أو الصحي):- يمكن معالجتها بتقنيات حديثة وإعادة استخدامها في ري الأراضي الزراعية وفي الصناعة وحتى للاستخدام الآدمي (تحت شروط وضوابط معينة)

ولابد من ملاحظة عدة اعتبارات عند الاستخدام وهي(كمية ونسبة الأملاح الذائبة ،والحموضة والقلوية ،ونسبة الصوديوم،ودرجة تركز بعض العناصر الضارة بالنبات والحيوان،ونوع التربة وقوامها وطبيعتها ومقدار النفاذية،ونوع المحاصيل الزراعية التي تروي بها)- استخدام مياه الصرف الزراعي مباشرة في الري أو بعد خلطها بمياه عذبة إذا كان متوسط الملوحة (٢٠٠٠ جزء/مليون).

ويمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في (تخلط بمياه الصرف الزراعي وتروي بها الأراضي الزراعية المستصلحة،والأراضي المحيطة بالمدن، وتصرف إلي المسطحات المائية في بعض الأماكن الساحلية،وتستخدم في الأغراض الصناعية كمياه التبريد،كما يمكن إنشاء بحيرات صناعية منها لغرض التجميل البيئي والترفيهي، وري الحدائق العامة وغسيل الشوارع، ويمكن استخدامها في تغذية الخزانات الجوفية، ويمكن استخدام المياه الناتجة من تشغيل محطات توليد الكهرباء ومياه التبريد في الصناعة(أبراج التبريد) فهي خالية من الملوثات، ويتم تبريدها بوضع عوائق في مسار المياه لإطالة فترة وصولها إلي مناطق استخدامها).

*مياه التحلية: يقصد بمياه التحلية هو فصل المياه العذبة من المصادر المائية المالحة، ومعظم الدول العربية هي دول ساحلية مما يعطيها ميزة وجود مصدر للمياه بكميات لا حدود لها يمكن تحليتها والاعتماد عليها كمورد إضافي، بل في بعض الدول مثل الدول الخليجية كمصدر أساسي للمياه، وتوجد في الوطن العربي ما يعادل(٦٥٪) من الطاقة الإنتاجية الإجمالية العالمية لوحدات التحلية

المائية،وتتركز وحدات تحليه المياه في السعودية والكويت والإمارات وفي ليبيا، فعلى سبيل المثال تمثل مياه البحر المحلاة أكثر من(٧٥٪) من المياه المستخدمة في دول الخليج العربية، ترتفع النسبة إلى(٩٥٪) في دولة الكويت، ومياه التحلية تؤدي الأغراض التالية(مصدر مائي متكامل قائم بذاته ويمكن استخدامه كذلك كمصدر مياه عذبة إضافي لتكملة موارد المياه التقليدية، مورد أساسي للاعتماد عليه في حالات الطوارئ خاصة في مواسم الجفاف وعدم توفر مياه كافية، مورد بديل لنقل المياه عبر مسافات طويلة، مصدر مائي لنوعية مياه مناسبة جداً لتطبيقات صناعية وغيرها من الأغراض).[٣٦]

جدول(١) السكان والموارد المائية(بالمليون م^{٣}) في عام ٢٠١١م

الدولة	السكان م	مياه تقليدية	مياه غير	م^{٣}/فرد	عجز الدولة
الجزائر	٣٥ ,٩	١١٦٧٠	١٤٣٩	٣٢٤	٢٣
تونس	١٠ ,١	٤٥٩٥	٣٢	٤٥٥	٥ ,٥
ليبيا	٦ ,٤	٧١٠	٢٢	١١٠	٥ ,٧
المغرب	٣١, ٧	٢٩٠٠٠	١٣١	٩١٥	٢ ,٦
موريتانيا	٣, ٣	١١٤١٠	٢	٣٣٩١	٨+
مصر	٨٠, ٠	٧٠٣٠٠	٤٨٠١	٨٧٩	٤ ,٩
السودان	٣٢ ,٢	٧٤٥٠٠	٠ ,٤	٢٣١٢	٤ ,٢+
الصومال	٠ ,٩	١٤٧٠٠	٠ ,١	١٦١٢٢	١ ,٤+

٣٦)انظر: المياه في الوطن العربي، موسوعة التكامل الاقتصادي العربي الأفريقي، بوابة أفريقيا والوطن العربي،٢٠١٤/١٢/١٥م.

جيبوتي	٠,٥	٣١٠	٠,١	٦٢٥	٠,٢
القمر	٠,٧	١٢٠٠	٠٠٠	١٦٨٧	٠,٥
فلسطين	٤,٢	٣١٠	٠٠٠	٧٤	٣,٩
لبنان	٣,٦	٤٨٠٠	٥١,٣	١٣٠٥	+١,٢
سوريا	٢١,٥	١٦٨٠٠	٠٠٠	٧٧٨	٤,٨
الأردن	٥,٣	٩٣٧	١٢٠,٨	١٧٧	٤,٢
العراق	٣١,٣	٨٩٨٦٠	٧٤	٢٨٦٨	+٥٩
اليمن	٢٣,٧	٢١٠٠	٢٥	٨٩	٢,٢
الكويت	٣,٤	٢٠	٦٧٠	٦	٢,٨
الإمارات	٤,٥	١٥٠	١٢٣٩	٣٣	٣,١
البحرين	٠,٦	١١٦	١٦٤,٣	١٧٧	٠,٤
السعودية	٢٩,٥	٢٤٠٠	١٧٠٧	٨٢	٢,٥
عمان	٣,٢	١٤٠٠	١٤٦	٤٣٨	١,٧
قطر	٠,٨	٥٨	٢٣٨	٧٣	٠٥
الوطن	٣٤١ مليون	٣٣٨ مليارم^3	١٠ مليارم^3	١٠٤١ م^3	٦٨ مليارم^3

جدول(٢) الفجوة المائية في الوطن العربي عام ٢٠٣٠م

الدولة	السكان- مليون	مياه تقليدية م.م^3	الطلب بالمليارم^3	العجز بالمليارم^3
الجزائر	٥٣,٢	١١٦٧٠	٥٣,٣	٤٢,٠
تونس	١٤,٩	٤٥٩٥	١٥,٠	١٠,٤
ليبيا	٩,٥	٧١٠	٩,٦	٨,٩
المغرب	٤٦,٩	٢٩٠٠٠	٤٧,٠	١٧,٩
موريتانيا	٥,٠	١١٤١٠	٥,٠	+٦,٤
مصر	١١٨,٤	٧٠٣٠٠	١١٨,٤	٤٨,٠
السودان	٤٧,٩	٧٤٥٠٠	٤٨,٠	+٢٦,٨
الصومال	١,٤	١٤٧٠٠	١,٤	+١٣,٤

جيبوتي	٠,٧	٣١٠	٠, ٧	٠,٤
جزر القمر	١,١	١٢٠٠	١,١	٠,٢
فلسطين	٦,٢	٣١٠	٦,٠	٥, ٩
لبنان	٥,٤	٤٨٠٠	٥,٤	٠,٦
سوريا	٣٢,٠	١٦٨٠٠	٣٢,٠	١٥,٢
الأردن	٧,٨	٩٣٧	٧, ٩	٦,٩
العراق	٤٦,٤	٨٩٨٦٠	٤٦,٤	+٥, ٤٣
اليمن	٣٥,١	٢١٠٠	٣٥,١	٣٢, ٩
الكويت	٥,١	٢٠	٥,١	٥,١
الإمارات	٦,٧	١٥٠	٦,٧	٦, ٥
البحرين	٠,٩	١١٦	٠,٩	٠,٨
السعودية	٤٣,٧	٢٤٠٠	٤٣,٧	٤١,٣
عمان	٤,٧	١٤٠٠	٤,٧	٣,٣
قطر	١,٢	٥٨	١,٢	١,١
الوطن	٤٩٥ مليون	٣٣٨ مليارم^{٣}	٤٩٤, ٧ مليارم^{٣}	٢٤٧ مليارم^{٣}

فهرست الأشكال		
رقم	الموضوع	صفحة
١	الدورة المائية العامة.	١٥
٢	التوزيع الجغرافي للأمطار.	٢٨
٣	الأنهار الرئيسية في أسيا.	٣٧
٤	الأنهار الرئيسية في افريقية.	٤٤
٥	الأنهار الرئيسية في أوربا.	٥١
٦	حوض نهر اللوار.	٥٤
٧	أنهار أمريكا الشمالية.	٥٧
٨	حوض نهر المسيسبي.	٥٩
٩	الأنهار في أمريكا الجنوبية.	٦٤
١٠	الأنهار في استراليا.	٦٧
١١	القنوات المائية في روسيا الاتحادية.	١٠٣
١٢	القنوات المائية في أمريكا الشمالية.	١٠٥
١٣	الأنهار كحدود سياسية في أسيا.	١٠٧

١٤	الأنهار كحدود في أمريكا الشمالية	**١٠٩**
١٥	فصلية المطر في الوطن العربي.	**١٤٥**
١٦	الأنهار الرئيسية في الوطن العربي.	**١٥١**
١٧	نهر النيل.	**١٥٣**
١٨	نهرا دجلة والفرات.	**١٥٦**

قائمة المراجع

-احمد السروي،الملوثات المائية المصدر-التأثير- التحكم والعلاج،دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع،القاهرة،٢٠١٥.

-إبراهيم سليمان عيسي، أزمة المياه في العالم العربي:المشكلة والحلول الممكنة، دار الكتاب الحديث، القاهرة، ١٩٩٩.

-المكتب الإقليمي للدول العربية،برنامج الأمم المتحدة الإنمائي،حوكمة المياه في المنطقة العربية إدارة الندرة وتامين المستقبل،٢٠١٤.

-الفاو،البحيرات والأنهار وسيلة لسبل معيشة الملايين،المؤتمر العالمي المعني بمصايد الأسماك الداخلية،روما،٢٩ يناير،٢٠١٥.

-الفاو،حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم،روما،٢٠١٤.

-جامعة الدول العربية، التقرير الاقتصادي العربي الموحد،٢٠١٣.

- جامعة الدول العربية،التقرير السنوي لأوضاع الأمن الغذائي العربي،٢٠١٢.

- جودة حسنين جودة،وفتحي محمد أبو عيانة،قواعد الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية،دار المعرفة الجامعية،الإسكندرية،١٩٨٦.

-حمدي الطاهري، مستقبل المياه في العالم العربي، دار الكتب والوثائق القومية، القاهرة، ١٩٩١.

-حسن أبو سمور،وحامد الخطيب،جغرافية الموارد المائية،دار صفاء للنشر والتوزيع،عمان،الأردن،١٩٩٩.

- خالد عبد القادر عودة، أبحاث جيولوجية جديدة تكشف عن أهم خزان مياه في مصر ، الموقع، الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية،٢٠١١/١٠/٣١م.

-خيري حامد العشماوى،وليلى مصطفى الشريف، مصادر المياه في مصر وسبل تنميتها(مع التركيز على المياه، ٢٠٠١وفية)،الموسوعة الزراعية الشاملة،القاهرة،٢٠١٠.

-رمزي سلامة، مشكلة المياه في الوطن العربي احتمالات الصراع والتسوية، منشأة المعارف، الإس، ٢٠٠٢ة،٢٠٠١.

-سامر مخيمر ،وخالد حجازي،أزمة المياه في المنطقة العربية،الحقائق والبدائل،عالم المعرفة،العدد ٢٠٩،القاهرة،١٩٩٦.
-سمير المنهراوي،وعزة حافظ،المياه العذبة مصادرها وجودتها،الدار العربية للنشر والتوزيع،القاهرة،٢٠١١.
-شداد العتيلي،الفجوة المائية وأثرها علي الفجوة الغذائية في الوطن العربي،جامعة نايف للعلوم الأمنية،الرياض،٢٠١٣.
-شعبان كاظم خضر، الموارد المائية في الوطن العربي والعالم، المكتب المصري الحديث، القاهرة،٢٠٠٢.
-عبد القادر رزيق المخادمي،الأمن ال، ٢٠١٤العربي بين الحاجات والمتطلبات،دار الفكر ،دمشق،٢٠٠٤.
-عبد العزيز طريح شرف،الجغرافيا المناخية والنباتية،دار المعرفة الجامعية،الإسكندرية،٢٠١٠.
-عليان محمود عليان،المياه العربية من النيل إلي الفرات التحديات والأخطار المحيطة،مركز دراسات الوحدة العربية،٢٠١٤.
-فؤاد سالم بامعروف،مصادر المياه في الوطن العربي وطرق استدامتها،مجلة السودان للعلوم والثقافة،مجلد(١٠) العدد(٣) ٢٠٠٩.
- محمد السيد غلاب ،وآخرون،جغرافية العالم، ج٢،دراسة إقليمية ،افريقية واستراليا،مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ،١٩٩٨.
-محمد خميس الزوكة،جغرافية المياه،دار المعرفة الجامعية،الإسكندرية،١٩٩٨.
- محمد خميس الزوكة،جغرافية النقل، دار المعرفة الجامعية،الإسكندرية،٢٠٠٤.
-محمد إبراهيم حسن، جغرافية المياه العذبة والأنهار والبحيرات ومظاهرها الجغرافية، المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوز ، ٢٠٠٥القاهرة،٢٠١٤.
-محمد إبراهيم حسن، جغرافية المياه وأنواعها ومقوماتها الإقليمية ودورها في التوسع العمراني، مؤسسة شباب الجامعة، القاهر ، ٢٠١٤٥.

-محمد إبراهيم حسن، البيئات وتنوع مصادر المياه، دراسة إقليمية تحليلية مقارنة، المكتبة المصر ، ٢٠٠١نشر والتوزيع، القاهرة،٢٠١٤.
-محمد عبد العزيز أبو العنين،جغرافية الموارد المائية مع التطبيق علي موارد المياه في الوطن العربي،مكتبة المتنبي،الدمام،السعودية،٢٠٠٧.
-محمود الأشرم، اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت،٢٠٠١.
-مغاوري شحاتة دياب،أطماع إسرائيل في المنطقة العربية،بحث مقدم إلي ندوة أزمة مياه نهر الوزاني،مركز زايد للتنسيق والمتابعة،الإمارات العربية المتحدة،٢٠٠٢.
- مغاوري شحاتة دياب،مستقبل المياه في الوطن العربي،الدار العربية للنشر والتوزيع،القاهرة،١٩٩٨.
-هيفاء عبد الرحمن ياسين التكريتي،أزمة المياه في الوطن العربي،واقعها واستخدامها ودوافعها والرؤية المستقبلية لمواجهة الأزمة،مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية والاقتصادية،المجلد(٣) العدد(١) ٢٠١٣.