

3- الهيدرولوجي في الأراضي الرطبة Hydrology in Wetlands :

الهيدرولوجي: إن هيدرولوجية الأراضي الرطبة هي العامل المحرك والتي تحدد تحول التربة الجافة الى غدقة وتغير مجتمعات الأحياء التي تعيش في ذلك الجزء منها ونوعية وفاعلية العمليات البايوكيميائية

تتميز هيدرولوجية الأراضي الرطبة

1- بمصادر المياه

2- الفترة المائية وهذه تضم عمق المياه والفترة الزمنية والتردد في الترطيب أو تشبع التربة وكذلك الهيدرودينامية وتشمل اتجاه و سرعة تيارات الماء. وبهذا تختلف هيدرولوجية الأراضي الرطبة عن البيئات الجافة.

تتميز بيئة الأراضي الرطبة

1- غارقة أو مشبعة بالمياه لفترة كافية خلال موسم النمو والتي يمكن أن تكون قصيرة أو فاقدة للأوكسجين خلال فترات من السنة.

2- وتختلف بيئتها عن بقية البيئات المائية بأنها ضحلة في عمقها مما يسمح لجذور النباتات بالنشوء والتكوين

3- وبعكس البيئات المائية العميقة كالانهار و البحيرات حيث أن العمق الكبير للمياه وفترات الترطيب المستمرة تعوق الجذور من التكوين.

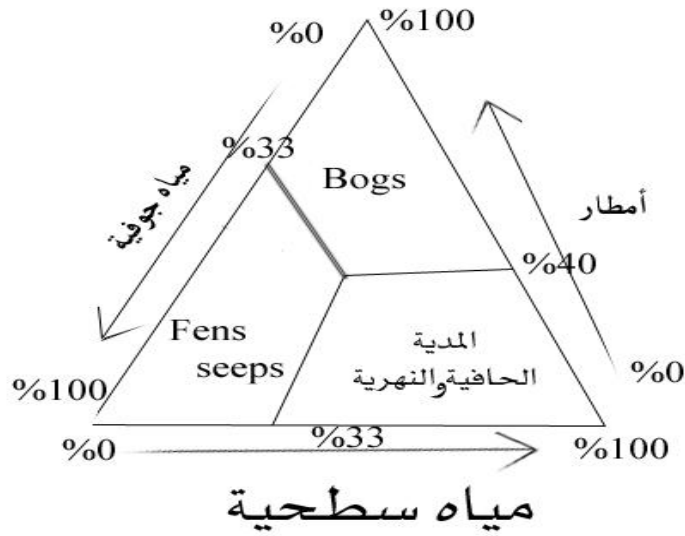
4- الترب لاهوائية تساعد وتشجع النباتات المتكيفة لهذه الظروف من النشوء والانتشار فيها.

مصادر المياه للأراضي الرطبة ثلاثة هي **1- الأمطار** **2- والمياه السطحية** **3- والمياه الجوفية**. إن نسب هذه المصادر مختلفة تعتمد كثيراً على المنطقة.

- الأراضي الرطبة التي تعتمد على الأمطار تكاد تكون **مغلقة** مع تبادل بسيط للمواد مع الأراضي الجافة أو المسطحات المائية المجاورة ويطلق عليها bogs ومثال عليها برك فيرنال vernal pool في أوروبا.

- أما الأراضي الرطبة التي تستلم مياه سطحية (كالانهار) تعتمد أن تكون نظام **مفتوح** مع تبادل كبير للمواد بين الأراضي الرطبة والبيئات المجاورة من جافة ومائية ومثال عليها غابات السهول الفائضة والأراضي الرطبة الحافية fringe wet land مثل أهوار حواف البحيرات والأهوار المصبية وغابات القرم.

- أما الأراضي الرطبة التي تعتمد أساساً على المياه الجوفية فإنها **ذات فترة ترطيب مستقرة** أكثر من النوعين الأوليين وتكون مياهها ذات تركيز عالي بمعادن الذائبة فيها مثل الكالسيوم والمغنسيوم مثال عليها fen و seeps كنموذج للأراضي الرطبة المعتمدة على المياه الجوفية



تختلف الدورة الهيدرولوجية وتعتمد على نوع الأراضي الرطبة

- 1- بعضها يستلم معظم مياهه من المطر (فيرنال بول) تكون فيها الدورة الهيدرولوجية قصيرة
- 2- أما الأراضي الرطبة التي تستلم مياهها من المياه السطحية انهار او بحيرات او الاهوار او السهول الفيضية أو المستنقعات تكون رطبة لفترة أطول وأعماق المياه أكثر.
- 3- أما الأراضي الرطبة البحرية الحافية مثال عليها السواحل المدية ومستنقعات القرم فإنها غالباً تترطب مرتين في اليوم اعتماداً على المد والجزر ولكن لفترة قصيرة نسبياً
- 4- أما الأراضي الرطبة التي يكون مصدر مياهها المياه الجوفية فإن الدورة الهيدرولوجية أكثر ثباتاً وإن مستوى المياه تقريباً ثابت مقارنة مع النوعين السابقين.

تلعب الهيدروديناميكية (Hydrodynamics) دوراً مهماً في تبادل المواد بين الأراضي الرطبة والأراضي المحيطة بها من اليابسة إلى بيئات مائية أخرى (انهار او بحيرات). في الحقيقة فإن دور الأراضي الرطبة يكون

1- كمصدر

2- ومخزن

3- وناقل

وهذه يعتمد بصورة اساسية على الهيدروديناميكية مثال على ذلك كثير من الأراضي الرطبة تتميز تياراتها بالانواع التالية

1- التيارات المائية السطحية أو القاعية.

2- بعض التيارات تكون ثنائية الاتجاه

3- البعض الأخرى بلا اتجاه. مثل على ذلك السهول الفيضية حيث تكون تياراتها بلا اتجاه وتتأثر بالانحدار أو حركة الرياح

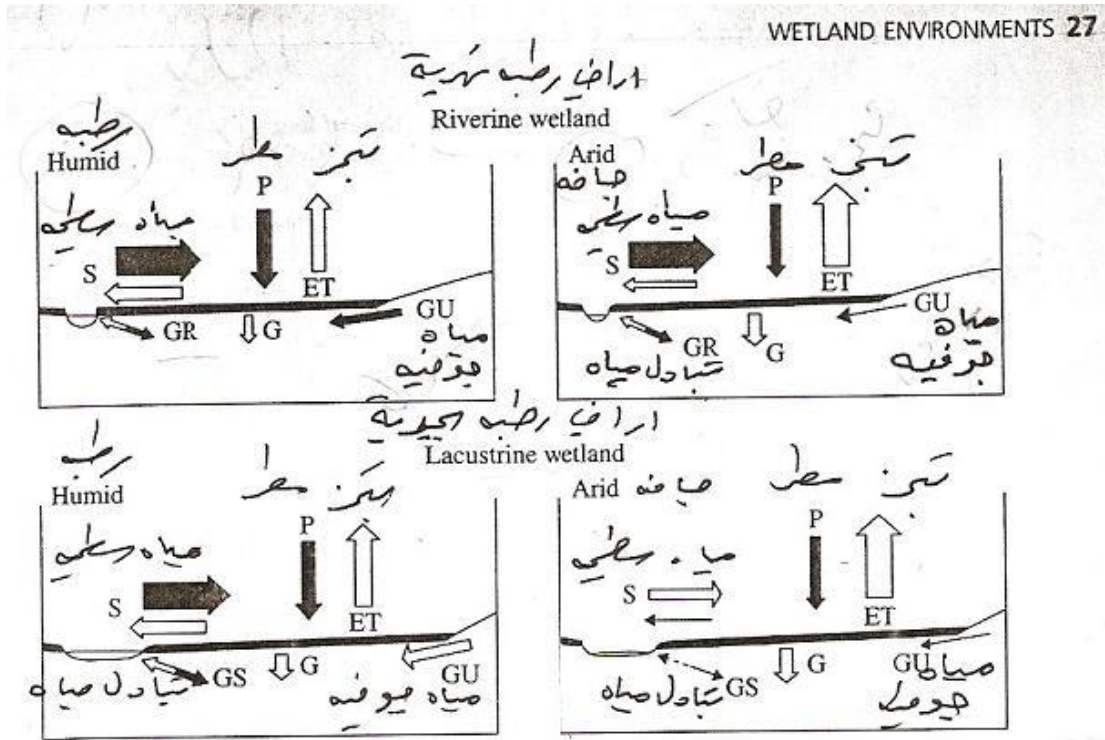
- 4- أما الأراضي الحافية مثلا ضفاف البحيرات أو الأهوار المدية ومستنقعات القرم فإن التيارات تكون ثنائية الاتجاه من خلال حركة المد والجزر
- 5- حركات الرياح ليلاً ونهاراً في الأراضي الرطبة تقوم بترسيب المواد العالقة والذائبة العضوية منها أم غير العضوية القادمة إليها مثلاً من الأنهار
- 6- أما الأراضي الرطبة ذات التيارات السطحية الجانبية فإنها مهمة في المحافظة على نوعية المياه من خلال احتجاز الرواسب والملوثات.
- 7- أما الأراضي الرطبة ذات التيارات السطحية تشكل مصدراً مهماً للكربون العضوي للبيئات المائية بشكل فتات عضوي. أما الكربون الجزيئي والكربون الذائب فإنها تنقل خارج الأراضي الرطبة إلى الأنهار والجداول حسب الانحدار أو البحيرات المجاورة أو المصببات أو المياه الشاطئية.

إن وجود أو اختفاء الماء ليس بالضرورة الطريقة المثلى للتعرف أو تصنيف الأراضي الرطبة ، لأن كمية المياه عموماً متفاوتة معتمدة على عوامل مثل نظام هطول الأمطار كمية الوفر المتساقط/ موسم الجفاف/ و نظام المد و الجزر. تظهر بعض الأراضي الرطبة أحياناً بشكل مياه مفتوحة أو بشكل سهول فيضية أو برك صغيرة .

المصادر الرئيسية للمياه في الأراضي الرطبة :

- 1- الأمطار المتساقطة و الوفر
- 2- المياه الجوفية
- 3- المياه السطحية القادمة من الأنهار و الجداول و البحيرات.

(علم الهيدرولوجي : هو دراسة حركة و خزن الماء ونتيجة لحركة المياه على مستوى الكرة الأرضية،فإن كمية كبيرة من المياه المتبخر من المياه البحرية تتساقط على الأرض بشكل مطر او الوفر Snow وتعود اخيرا الى المحيط مجددا) .



غالبية أنظمة البيئة للاراضي الرطبة هي بيئات متغيرة ونشطة *Dynamic & Active* ،وبسب الظروف البيئية مثلا (عمق الماء، سرعة التيار، العكارة، درجة الحرارة، Do.....الخ) التي تتغير يوميا وفصليا و سنويا لأنها مياه ضحلة، وحتى التغيرات البسيطة في مستوى المياه تؤدي إلى التغيرات في النباتات والحيوانات المتكيفة لها.

تقرر مواصفات الهيدرولوجية والميزانية المائية نوعية الأراضي الرطبة. عموما ويمكن تقسيم الأراضي الرطبة هيدرولوجيا حسب فيضانها السنوي، أو كل عدة سنوات، وعلية تستخدم التعابير التالية لوصف حالة المياه أي كميتها والفترة الزمنية لتوصيف حالة مصادر مياه الأراضي الرطبة.

1. حالة الفيضان المستمر *Permanently flooded* : المياه السطحية الراكدة موجودة باستمرار (*standing*) خلال السنة أو طول العام. مثلا الجزء الشمالي لهور الحويزة (أم النعاج)
2. حالة الفيضان الانتقالي *Intermittently flooded*: المياه السطحية موجودة طول السنة إلا في السنوات الجفاف الشديد. الجزء الوسطي من هور الحويزة (أم الورد)
3. حالة الفيضان شبه مستمر *Semi permanently flooded* : المياه السطحية موجودة خلال فترة النمو من السنة. مثلا اطراف الضحلة لهور الحمار
4. حالة الفيضان موسمي *Seasonal flooded*: المياه السطحية موجودة خلال فترات طويلة من السنة (فصول) خلال موسم النمو. مثلا خلال الفيضان الربيعي .

5. **حالة الفيضان التشبيعي** Saturated flooded (water logged) : التربة مشبعة بالمياه (water logged) غدقه عند السطح خلال موسم النمو، لكن مياه لا تظهر عند السطح.

6. **حالة الفيضان المؤقت**: المياه السطحية موجودة في فترات قصيرة وخلال موسم النمو مثلا الامطار الربيعية.

7. **حالة فيضان مفاجئ**: بالمياه السطحية تظهر خلال فترات مفاجئة و ليس لها موسم معين مثلا فيضان مفاجئ خلال الصيف.

حاولت الدراسات الكمية قياس أو تقدير كمية مصادر المياه المختلفة الواصلة للأراضي الرطبة كالأمطار و الأنهار و المياه الجوفية الناضحة (التيار الداخل) وكذلك الخارجة منها (التبخير و التيار السطحي الخارج و المياه الجوفية الراجعة (التيار الخارج). خلال الفترات والفصول فأن هناك اختلاف في كمية المياه الداخلة والخارجة وهذا يعادل التغير في الخزين (volume) في الأراضي الرطبة، كما أن عدد الأيام المطلوبة لإعادة تخزين مياه الأراضي الرطبة يطلق عليه turnover time، ويمكن حساب هذا من خلال Hydrological budget الموازنة الهيدرولوجية و متوفر منها عدد قليل من الأراضي الرطبة:

$$SW_i + GW_i + P = SW_o + GW_o + ET + \Delta S \pm E$$

SW_i : حجم المياه السطحية الداخلة

GW_i : حجم المياه الجوفية أداخلة

P : كمية الأمطار والندى

SW_o : حجم المياه السطحية الخارجة

GW_o : حجم المياه الجوفية الخارجة

ET : كمية التبخر

ΔS : التغير في حجم المياه (الخزين)

E : مقدار الخطأ في دقة المعلومات

إذا كانت المعادلة تعادل صفر فأن المعادلة متوازنة (أي المياه الداخلة تعادل الخارجة والتبخير يعادل الأمطار المتساقطة). مثال على ذلك في الأراضي الدبالية الأوربية حيث إن المصدر الرئيسي للمياه هو الأمطار 80% إن المصدر الرئيسي للخسارة هو التبخر 90%.

المياه الجارية السطحية وتساقط الأمطار هي السائدة كما أن المياه السطحية الخارجة والتبخير هي المصادر الرئيسية الخارجة منها. إن في كثير من الأراضي الرطبة لديها طبقة أو حجم من المياه الساكنة Standing water من ضمن المياه الداخلة إذا توفرت القياسات الهيدرولوجية، وكذلك قياسات الأعماق، ويمكن رسم منحنى لمستويات الأعماق للمياه خلال السنة أو الفصول أو السنوات. أن منحنى معدل الأعماق depth duration يستخدم لوصف النظام المائي مابين فترة الانغمار للأراضي الرطبة وما هي الأعماق على طول السنة في عدة أجزاء من العالم هناك دورة تغيرات في كمية الأمطار المتساقطة بالمقارنة مع معدل المستوى المسجل وهو ما يعرف بالسنوات الرطبة والجافة wet & drought years. ويطلق على هذه التغيرات في مستويات الأعماق لمياه الأراضي الرطبة water dry cycles (دورات الجفاف_ الفيضان). أن دورات الجفاف_ الفيضان ذات مديات من 10-20 سنة.

تتغير أعماق المياه ليس فقط خلال فترات سنوات بل أنها تتغير خلال أشهر السنة الواحدة، كما هو معروف في الأهوار العراقية لدينا الفيضان الربيعي والصيهود الخريفي يكون التغير السنوي في مستويات المياه كبيراً يصل إلى 2متر كما في أهوار جنوب العراق و كندا و السويد.

إن مثل هذا التغيرات في معدل السنوي للمياه يؤثر بشكل رئيسي في تركيب (نوعية) وعمل الفعاليات الحيوية (مستوى الوظائف) مثل الإنتاجية الأولية، تحلل المواد العضوية، المغذيات الخ.....وعلى تكيف النباتات والحيوانات الموجودة في الأراضي الرطبة بطرق مختلفة مع الاختلافات السنوية وبين السنين لمستويات المياه.

Richter 1996 وجماعته اقترح مجموعه من الأوصاف لدورات الجفاف- الفيضان تستند إلى مجموعة الخصائص الرئيسية للنظام المائي *Water regime* :

- 1- المدى أو الحجم *magnitude*: المقدار للماء في أي وقت من السنة.
 - 2- التوقيت *timing*: عند حدوث حالة معينة تعني مثل الفيضان *high*، الصيهود *low*.
 - 3- التردد *frequency*: تردد حدوث الحالات المعينة (فيضان أو صيهود) خلال فتره زمنية معينة مثل سنة.
 - 4- الفترة *duration*: فترة بقاء الحالة مثلا بالأيام أو الساعات
 - 5- معدل التغير *rate of change*: سرعة التغير أو الاختلاف في الظروف الماء من صعود أو هبوط.
- يطلق على الفترات الزمنية لدورات الجفاف - الفيضان باسم المواسم مثلا في جنوب العراق موسم الفيضان تمتد من خلال أشهر الربيع - الصيف (أيار - تموز) و موسم الجفاف من (أيلول - كانون أول).

أن معدل تغير في مستوى الماء حرج للبيئة وإذا كان الانخفاض تدريجي ويعني توفر الغذاء كما هو الحال للطيور الخواضة كما أن الانخفاض يجب أن لا يستمر لفترة طويلة قد تؤدي إلى نفاذ المصادر الغذائية لحين مجيء فترة فيضان أخرى.

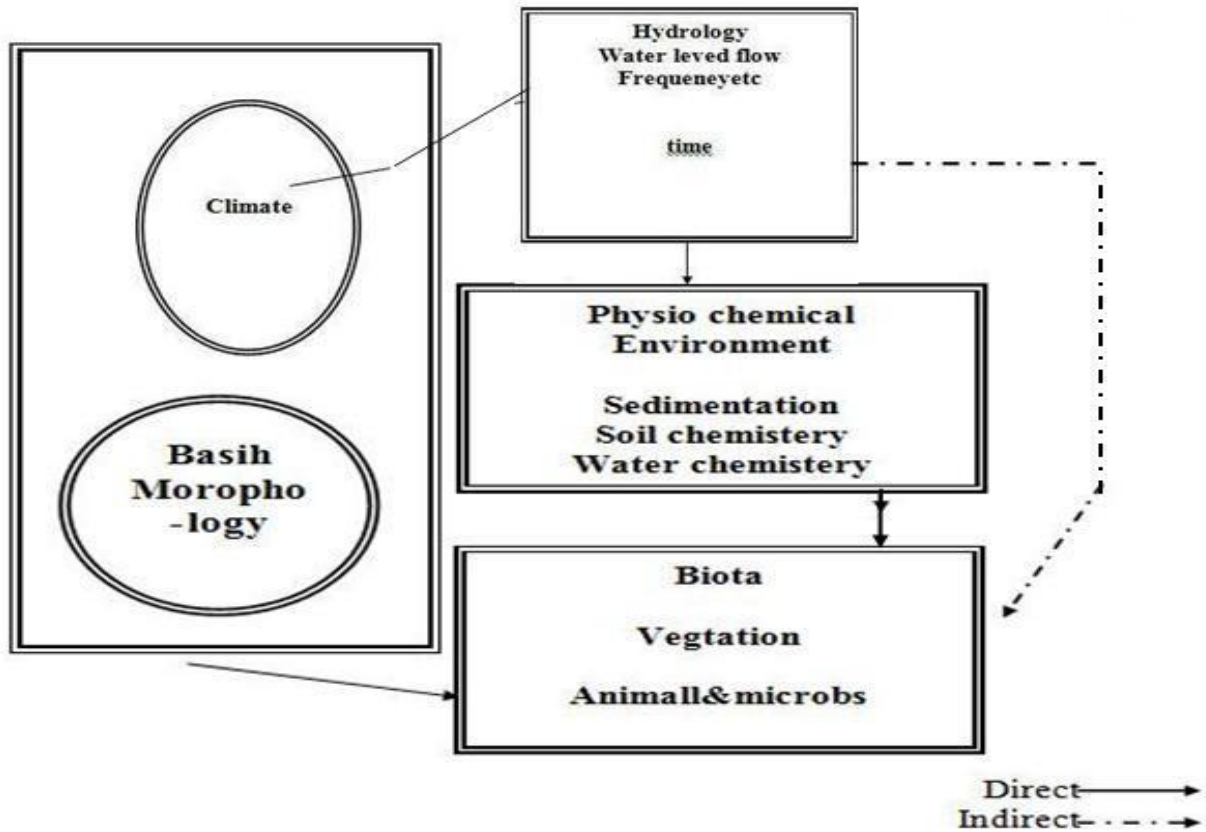
تعتبر الدورات المائية غاية في الأهمية لإبقاء الأراضي الرطبة واستمرارها وعملها (*Function*) حيث تسيطر على التفاعلات الكيميائية فيها كما أنها العامل المؤثر الوحيد والمتغير في كل أنواعها وتؤثر على عدة عوامل غير حية تضم الظروف اللا هوائية للتربة وتوفر المغذيات للنباتات وكذلك الملوحة وهذه الظروف بدورها تقرر نوعية الأحياء التي تعيش فيها.

وأخيرا فإن إكمال الدورة المائية (الهيدرولوجية) مهم في تكوين شكل الحوض والمكونات الكيميائية للماء والتربة التي تسهم في تغيير شكل ونوع الأراضي الرطبة.

العلاقة بين الدورة الهيدرولوجية ومكونات وفعاليات الأراضي الرطبة

تؤثر الهيدرولوجية على تركيب الأنواع *Species composition* والغنى *Richness* والإنتاجية *Productivity* والتراكم العضوي *Detritus accumulation* ودورة المغذيات *Nutrients cycle*، بصورة عامة أن الإنتاجية الأولية العالية في الأراضي الرطبة يكون نتيجة للتحلل لاهوائي البطيء *Anaerobic Decomposition* في الظروف للمياه الراكدة نتيجة لتوفر المغذيات النباتية مثلا (NO_3 & PO_4) بعكس الظروف في الأراضي الجافة الهوائية.

تعتبر الأراضي الرطبة مصدرا مهما منتجا للمواد العضوية لكن مع هذا تبقى معتمدة على نوعها. أن دورة المغذيات تنتعش من خلال الدورة الهيدرولوجية. إذ أن توفر المغذيات يتغير مع ارتفاع وانخفاض مستوى الماء والتيارات و الظروف الهوائية واللاهوائية للتربة.



الشكل أعلاه يبين تأثير المناخ والشكل المورفولوجي لحوض الأراضي الرطبة على سائر المكونات الحية وغير الحية لبيئة الأراضي الرطبة فيها حيث أن المناخ السائد يؤثر بشكل رئيسي على النظام المائي أي كمية الأمطار والمياه السطحية والجوفية والتبخر وفترات الفيضان والجفاف، كما أن للرياح تأثيرا على سرعة التيار واتجاهها وكل هذا محكوم بالوقت (يوم -أسبوع - فصل) مما يؤثر بدوره على المواصفات الفيزيائية والكيميائية لبيئة الأراضي الرطبة من خلال التأثير على كيميائية الماء والتربة مثلا إن الغازات والأملاح الذائبة والأس الهيدروجيني

كما أن إنعدام أو انخفاض التيارات المائية تؤدي إلى ترسب المواد العالقة بعمود الماء مما يؤثر بالتالي على كيميائية التربة اعتمادا على نوعية المواد المترسبة إذا كانت عضوية أو غير عضوية. فإذا كانت عضوية فإنها تزيد من كمية الدبال في التربة مما يؤدي إلى انخفاض الأس الهيدروجيني و الأوكسجين المذاب وتصبح التربة في ظروف مختزلة كيميائيا.

أم إذا كانت هذه المواد المترسبة غير عضوية فإنها تعمل على طمر الدبال وتزيد من سماكة الرواسب والتي تعمل على التبرع بأوكسجينها إلى الأحياء الدقيقة اللاهوائية أي تنتقل من حالة التأكسد إلى حالة الأختزال بفعل بكتريا متخصصة.

يؤثر النظام الهيدرولوجي بشكل غير مباشر على نوعية الأحياء بعكس الظروف الفيزيائية الكيميائية للماء والتربة التي تؤثر بشكل مباشر عليها وبالتالي فإنها تقرر نوعية الأحياء الموجودة والجدير بالذكر فإن الأحياء الموجودة في الأراضي الرطبة متخصصة للعيش فيها مثلا القصب والبردي والضفادع والأسماك والطيور الخواصة المائية وبعض اللبائن كثعالب الماء والقنادس .

وهناك نباتات وحيوانات أرضية وبحرية تغزو الأراضي الرطبة في مواسم معينة طلبا للغذاء والحماية لكنها تعود إلى بيئاتها الأصلية في أوقات لاحقة.

فوائد الأراضي الرطبة:

1- الهيدرولوجية:

و تضم خزن المياه على المستويين القصير و البعيد ، تخزين و إعادة تخزين المياه الجوفية.

تقوم الأراضي الرطبة بخزن المياه الفائضة من خلال إعادة تزويد المياه الجوفية المحلية ونعني بالمياه الجوفية بأنها المياه التي تسري تحت الأرض وبين الترسبات الصخرية التي تدعى *Aquifers* إن المياه في *Aquifers* يمكن أن تسحب إلى السطح للاستهلاك البشري.

عندما تفيض الأراضي الرطبة فإنه يكون إعادة تزويد المياه الجوفية. إن المياه عندما تصل إلى *Aquifers* فإنها تكون أنقى أكثر من قبل دخولها أولا إلى الأراضي الرطبة لأنها ترشحت من خلال المسامات البيئية بين جزئيات التربة والصخور. عندما ترتفع المياه الجوفية وتظهر على السطح وبذلك بإعادة تزويد الأراضي الرطبة والأنهار والبحيرات وعليه فإن العديد من الأراضي الرطبة مرتبطا مع بعضها البعض من خلال المياه الجوفية وخصوصا *Aquifers* إن الأراضي الرطبة تبطئ وتحتفظ بالمياه الجوفية مكونة خزير مائي.

إن خزن المياه يؤشر على قدرتها على حفظ مياه الأمطار الغزيرة والسطحية ومياه الفيضان. أنواع الأراضي الرطبة لها قابلية مختلفة في الخزن معتمدا على حجمها والعمق والمقاومة الاحتكاكية، شكل الحواف أو السواحل وبعدها عن مصادر المياه كما أنها تقلل من نقل الرسوبيات من مكان إلى آخر أو العودة للأنهار أو البحيرات وتقلل تآكل الضفاف.

2- المناخية:

تمتص سرعة الريح و التيارات المدية و تحمي الأراضي المجاورة من العواصف و الفيضانات و أضرار الأمواج المدية.

3- البيوكيميائية:

تدوير المغذيات و الاحتفاظ بالدقائق العالقة و إزالة مركبات و عناصر مهمة و استلام و تصدير مركبات الكاربون العضوية كلها الوظائف بيوكيميائية ، تقوم الأراضي الرطبة بإزالة المغذيات من المياه السطحية و الجوفية بالفلترية و كذلك بتحويل المغذيات إلى مركبات نتروجينية غير متوفرة للنباتات .

إن عملية تحويل النترات النتريجة *Denitrification* هي أهم التفاعلات التي تجري ولذلك لأن الإنسان قد زاد من كمية النترات على مستوى العالم باستخدام الأسمدة . إن زيادة النترات تؤدي إلى الأثرء الغذائي لكن *Denitrification* تحول النتروجين المتوفر بيولوجيا إلى غاز النتروجين ، و هو صورة نتروجين غير متوفر بيولوجيا ما عدا إلى بكتريا مثبتة النتروجين . إن عملية النتريجة ممكن تعقبها في العديد من الترب لكن النتريجة في ترب الأراضي الرطبة هي أسرعها على الإطلاق .

4- التحول و التتابع و الاستيطان :

إن عملية الاستيطان و التتابع تبدأ بواسطة الأعشاب البحرية مثلا هذه بدورها تعمل على تثبيت الرواسب و تزيد من قدرة الرواسب على التماسك و مسك الرواسب العالقة، إن الرواسب الممسوكة تتطور تدريجيا لتصبح مسطحات طينية. إن أحياء المسطحات الطينية التي تستوطن تشجع بقية أنواع الحياة بتحويل المواد العضوية الموجودة فيها .

5- بيئة الحياة البرية *Wildlife habitat* :

توفر الأراضي الرطبة بيئة آمنة و غنية للعديد من الأحياء مثل الأسماك و الطيور و الحشرات و المانجروف ، هناك العديد من المجتمعات النباتات التي لا يمكنها العيش إلا في البيئة النادرة للأراضي الرطبة و ظروفها الخاصة .
مثلا المانجروف تقوم بتثبيت نفسها في المياه الضحلة من منطقة المسطحات الطينية ثم تقوم بتثبيت الرواسب و مع مرور الوقت تزيد من ارتفاع التربة ، و هذا يؤدي إلى حركة أقل لتيارات المد والجزر و يؤدي بالنتيجة إلى بطائح ملحية *Salt marsh* (عملية تتابع) . إن الطبيعة الملحية للتربة تعني أنه لا يمكن استيطانها إلا من قبل أنواع خاصة من الحشائش التي تتحمل الملوحة مثل *Sedge rush* و *salt bush* ، كما أن مع عملية التتابع تحدث معها تنوع أو تغيير في الأنواع *Species diversity*

6- الأهمية للإنسان :

مع أن الوظائف السابقة قد تفيد الإنسان بصورة مباشرة أو غير مباشرة ، فإن للأراضي الرطبة دورا في الترفيه و السياحة مثل صيد الطيور و الأسماك و مشاهدة الحيوانات البرية كما أنها تفيد الإنسان في الزراعة نتيجة للقيمة الاقتصادية، كما أن صغار الأسماك و الروبيان التي تهاجر و تتغذى في الأراضي الرطبة تعود لتصاد في البحر مستقبلا .