الفصل الثالث عشر
الصرف الحيوى أو البيولوچى

الصرف البيولوچى:

يقصد بالصرف – وبالتحديد الصرف الزراعى – التخلص من المياه الزائدة عن حاجة النبات سواء كانت فوق او تحت سطح الارض – وتتم عملية الصرف باحدى الوسائل الاتية:

١ – فى الاراضى ذات الحبيبات الخشنة يتم تسرب مياه الصرف خارج الفراغات المنتشرة من الحبيبات حيث يملاء جزء منها بالهواء. ويسمى الصرف بواسطة غزو او اقتحام الهواء Drainage by air invasion.

٢ – فى الاراضى ذات الحبيبات الناعمة فان الفراغات يصغر حجمها وتتماسك الحبيبات ولايحدث اقتحام او غزو للهواء عمليا، بل تحدث عملية انكماش ويكون الصرف بواسطة التماسك.

٣ – فى الاراضى ذات الحبيبات الصغيرة يفقد جزء كبير من الماء بواسطة البخر Evaporation ولذا يسمى هذا النوع من الصرف بالصرف عن طريق التجفيف.

٤ – كثيرا من المياة تفقد بواسطة البخر نتح Evapotranspiration فى المساحات التى ترودى بواسطة الترع وقنوات الرى. حيث تزرع الاشجار كى تقطع خط رشح المياه فيها. ويسمى الصرف فى هذه الحالة بالصرف البيولوجى Biological drainage.

٥ – الصرف بواسطة الجاذبية الأرضية. حيث تتسرب المياه الى اسفل ثم الى المصارف بفعل قوى الجاذبية الارضية.

٦ – قد يظهر نتيجة لزيادة المياه داخل مسام التربة مما يؤدى الى زيادة اعمدة الماء المعلق وتغير اقطاره وتحدب أسطح المياه السفلى، هذا يعمل على تقاطر اعمدة المياه الى مستوى الماء الارضى. هذا النوع من الصرف يسمى بالصرف عن طريق الخاصة الشعرية.

٧- هناك وسائل اخرى للصرف منها الصرف الكهربائى تحت تأثير الشحنات الكهربائية لحبيبات التربة الطينية او الصرف الجزيئى.

والصرف البيولوجى كأحد الوسائل المستخدمة فى خفض مستوى الماء الارضى وزيادة فقد الماء من التربة، من الموضوعات الحديثة الدراسة فى مصر حيث لم يتم تنفيذ ذلك على مستوى التطبيق حتى الان. اما من جهة دراستها فى الخارج فهو موضوع حديث البحث وذلك يرجع لتداخل وتشابك عناصر دراسته بين تخصصات متفرقة. وقد حظى هذا الموضوع بالبحث والدراسة فى كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى واستراليا.

وبتتبع نظام الصرف البيولوجى نجد انه يشتمل على عدة علاقات معقدة ومتشابكة يتحكم فيها العوامل التالية:

١ - العلاقة بين التربية والنبات.

٢- العلاقة بين التربة والبيئة فوق سطح الارض.

٣- العلاقة بين النبات والبيئة المحيطة به.

وعن طريق دراسة خصائص كل من التربة والنبات والبيئة كل على حدة والعلاقات المتشابكة بينهم، يمكن ايجاد مدخل واضح لتحقيق الهدف من الصرف البيولوجى وهو بصفة اساسية زيادة معدل البخر نتح سواء من سطح التربة (البخر) أو من سطح النبات (النتح).

واذا كانت عملية البخر عملية طبيعية تعتمد بالدرجة الاولى على الظروف المناخية فوق سطح الارض، والتى تشتمل على عناصر المناخ المختلفة (الاشعاع الشمسى - درجة الحرارة - الرطوبة النسبية ... الخ) فان عملية النتح تعتمد بالضرورة عى الظروف المناخية وعلى طبيعة النباتات النامية فوق سطح الارض. لذلك فبينما يلاحظ ثبات البخر فى بعض الحالات لاعتماده على الظروف المناخية المحيطة فانه يمكن زيادة عملية النتح عن طريق اختيار النباتات ذات الخصائص المميزة، من حيث خصائصها التركيبية والتشريحية من ناحية الجذور والسيقان والاوراق. كذلك محاولة زراعة هذه النباتات بنظم معينة علاوة على اجراء عمليات التقليم المناسبة بحيث يأخذ الغطاء النباتى الشكل والحجم الملائم لزيادة عملية النتح من النبات بقدر الامكان.

بجانب الحركة الثغرية فان هناك العديد من العوامل المؤثرة على معدل Transpiration ، منها ما يختص بالنبات و يختص بالبيئة.

١- عوامل النبات Plant Factors

أ- نسبة الجذور للمجموع الخضرى Root - Shoot ratio

عندما تكون جميع الظروف مواتية للنتح فان كفاءة سطح الامتصاص (سطح الجذر) والسطح الناتح (سطح الورقة) هما المتحكمان فى معدل النتح. فلو ان امتصاص الماء يكون أقل من النتح فان النبات سوف يعانى من نقص الماء داخله وبالتالى سوف يقلل النتح. وقد وجد Parker ١٩٤٩ ان النتح يزداد بزيادة نسبة الجذور الى الساق.

ب- مساحة الورقة Leaf area

من المنطق ان نفترض انه كلما كبرت مساحة الورقة زاد معدل فقد الماء. هذا الافتراض صحيح الا ان التناسب بين مساحة الورقة وفقد الماء غير صحيح. اوضح هذه الحقيقة العالم Kramer عام ١٩٥٩ . وذلك على اساس كل وحدة مساحة. الا ان نزع الاوراق من النبات (اى تقليل مساحة الاوراق) ربما يزيد معدل النتح لكل وحدة مساحة لهذا النبات. وقد توصل كل من Cullinan عام ١٩٢٠ و Kelley عام ١٩٣٢ الى ان تقليم الاشجار يزيد من معدل نتحها لكل وحدة من مساحة الورقة – الا ان الماء الكلى المفقود يكون اعلى فى الاشجار غير المقلمة.

جـ- تركيب الورقة Leaf structure

لاحظ العديد من الباحثين ان العدد الاكبر من الثغور لوحدة المساحة والامتداد الاكثر للتعريق فى اوراق النباتات الجفافية بالمقارنة بأوراق النباتات وسطية الرطوبة mesophytic وتلاحظ نفس الفروق فى تعدد الثغور والتعريق فى نفس الانواع النباتية النامية تحت ظروف رطبة وظروف الجفاف. كذلك وجد ان السطح الداخلى الكبير المبخر للاوراق تعنى اسطح جدر خلوية اكثر مما يعمل على زيادة معدل النتح.

٢- عوامل بيئية Environmental factors

اكثر العوامل البيئيه المؤثرة على معدل النتح هى:

أ- الضوء Light

يحتل الضوء المركز الاساسى بين تلك العوامل المؤثرة على النتح حيث ان له التاثير الاساسى على حركة الثغور. فثغور النباتات المعرضة للضوء تفتح وتسمح بزيادة النتح. وفى الظلام تغلق الثغور وبالطبع يتوقف النتح (الثغرى).

ب- رطوبة الهواء Humidity of air

الجو الداخلى للورقة يعتبر بصفة عامة مشبع او قريب مع التشبع بينما الجو يكون فى العادة فى حالة غير مشبعة. وكلما زاد انحدار التدرج للضغط البخارى المتكون بين الجو الداخلى والخارجى زادت بسرعة حدوث عملية النتح.

جـ- الحرارة Temperature

لو ان الظروف الاخرى ثابتة، فان الزيادة فى الحرارة (داخل المدى الحرارى الفسيولوجى). فى الغالب تسبب زيادة فى معدل النتح. هذه الظاهرة ترجع لتأثير الحرارة على الحركة الثغرية وتدرج الجهد المائى. تغلق الثغور بصفة عامة عند درجات الحرارة التى تقترب من صفر °م، وتنفتح بإطراد عندما تزداد درجات الحرارة حتى حوالى ٣٠°م. وبالاضافة لتأثير الحرارة على فتح الثغور، فان زيادة الحرارة تزيد انحدار التدرج بين الجو الداخلى والجو الخارجى للورقة.

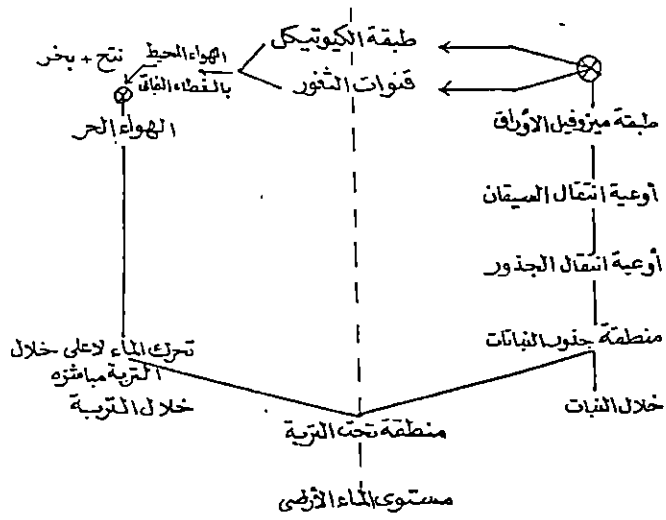
د- الرياح Wind

الزيادة فى معدل النتح كنتيجة للرياح لايتناسب مع سرعة الرياح ولكن لاحظ العديد من الباحثين انه عندما تتعرض النباتات للرياح فجأة فينتج زيادة حادة فى معدل النتح يعقبها تناقص لهذه الزيادة وعموما فإن تأثير الرياح على النتح عملية معقدة الدراسة.

هـ- ماء التربة المتيسر لنبات Avaliability of soil water

وهى عملية لها اهميتها العميقة فى معدل النتح حيث ان ماء التربة المتاح لجذور النبات وكفاءة امتصاصه لها اهميتها القصوى على معدل النتح.

البيئه المحيطة بالنبات



⊗ الانتقال من الطور السائل الى بخار الماء

العلاقات المتشابكة بين التربه والبيئة والنبات
فى امتصاص وفقد الماء

شكل رقم (٩٢)

اما عن العلاقات المتشابكة بين التربة والبيئة والنبات فى امتصاص وفقد الماء فى فيمكن توضيحها فى الشكل الاتى (شكل رقم ٢)

يتضح من هذا الشكل العلاقات الاتية:

أ- يوجد ثلاث مناطق للماء اثناء حركته من الارضى الى الهواء هى:

١- المنطقة خلال التربة

٢- المنطقة خلال النبات

٣- المنطقة خلال البيئة المحيطة بالنبات

ب- يوجد طورين للماء خلال حركته من التربة الى الهواء

١- الطور السائل

٢- بخار الماء

لذا فان زيادة حركة الماء من التربة الى النبات والجو الخارجى لابد ان تعتنى بكل هذه العلاقات.

البخر نتح Evapotranspiration

يقصد بالبخر «محصلة الفقد من المياه عن طريق النبات ومن خلال سطح التربة ايضا» . ويعبر عنه بالمعادلة

$$E = E_S + E_T \quad \text{m m/hour or m m/day.}$$

حيث

E = Evapotranspiration

E_S = Evaporation

E_T = Transpiration

وتتأثر عملية البخر نتح بعدة عوامل منها:

١ – عوامل تعود الى المنـاخ **Atmospheric Factors**

٢ – عوامل تعود الى التربـة **Soil Factors**

٣ – عوامل تعود الى النبات **Plant Factors**

اما عن عوامل النبات فهى:

١ – تأثير الشكل الظاهرى والهندسى وطول النباتات على حركة الغازات وتغطية تلك النباتات لسطح التربة.

وقد اوضح Dalton هذا من خلال معادلته.

$$F(u) = \frac{1.22 \times 10\, u^{-4}}{\{In\ (Z/Zo)^{2}\}}$$

حيث

F (u) = Wind speed in meters per unit time

Z = Height at which U is measured (Cm).

Zo = The roughness Parameters (Cm).

وقد وجد فى اريزونا ان البخر نتح اليومى للبرسيم الحجازى يزيد بزيادة طول النباتات وكثافة تغطيتها للتربة فعندما تراوحت اطوال النباتات بين ١٠ – ٢٠ ، ٢٥ – ٢٨ ، ٤٦ – ٤٧ سم كان متوسط البخر نتح على الترتيب ٦,٦٢ ، ٦٨,٠ ، ٧,٩٢ على التوالى (FAO/ UNESO, 1976)

٢ – تأثير المساحة التى يغطيها الكساء الخضرى او مايعرف Leaf area index او دليل مساحة الاوراق.

وقد درست من خلال المعادلة

$$E_A/E_O = (E + 1) / \{(E + 1 + R_S\, F(u)\}$$

حيث

E_A = Actual evaporation

E_O = Potential evaporation

E = Temperature

R_S = Surface property or resistance

F (u) = Wind Spead.

وقد اوضح Penman عام ١٩٦٣ ان اعلى بخر نتح امكن الحصول عليه كان عند تغطية نصف مساحة سطح التربة بواسطة النباتات المزروعة. كما اشار Watterson and Iyer عام ١٩٧٤ ان كثافة الغطاء الخضرى تساعد بدرجة معنوية على التخلص من الماء الارضى الزائد. حيث يرتفع مستوى الماء الارضى بعد تلك العمليات الزراعية نتيجة نقص البخر نتح.

٣- تأثير الثغور وعددها وفتحها على معدل البخر نتح:

يتراوح عدد الثغور فى معظم الانواع النباتية بين ١,٠٠٠ - ٢٠,٠٠٠ ثغر فى السنتيمتر المربع الواحد (Wilson and Loomis, 1962) بينما وجد (salis bury, 1955) فى البرسيم الحجازى ان عدد الثغور يصل الى ٣٠,٧٠٠ ثغر فى السنتيمتر المربع، موزعه على كلا سطحى الورقة (١٦,٩٠٠ بالسطح العلوى و ١٣,٨٠٠ بالسطح السفلى). ويتراوح هذا العدد ببعض الاشجار الخشبية بين ٤٥,٠٠٠ - ٦٨,٠٠٠ ثغر فى السنتيمتر المربع (Yocum 1975).

الانواع النباتية المستخدمة للصرف البيولوجى:

من الانواع النباتية التى استخدمت بنجاح لهدف الصرف البيولوجى والتى تعمل على محاولة الاحتفاظ بمستوى الماء الارضى وعدم ارتفاعه فى المناطق التى تعانى من عمليه سوء الصرف:

١- البرسيم الحجازى	**Medicago sativa**
٢- الكافور	**Eucalypts Sp.**
٣- الاكسيا	**Acacia Sp.**
٤- الاثل او العبل	**Tamarix Sp.**
٥- البرسوبس	**Prosopis Sp.**

هذه الانواع النباتية عادة معمرة وتستمر بالتربه لسنوات عديدة وبالتالى تستنزف كميات كبيرة من المياه وتخرجها فى الهواء عن طريق النتح من الاوراق. وهى فى نفس الوقت تحول دون صعود المياه المحملة بالاملاح الى سطح التربة فتمنع تركيز الاملاح وتزهرها فى الطبقات السطحية، كما انها تعمل على خفض درجة الحرارة السطحية للتربة نتيجة التظليل الذى تضفيه على الارض مما ينقص من معدل البخر.

والبرسيم الحجازى والكافور والاكاسيا بما لهم من تركيب تشريحى ومورفولوجى مميز تقف على قمة الانواع النباتى التى لها صفات تمكنها من القيام بالصرف البيولوجى، حيث تمتاز بتعمق الجذور علاوة على التغطية الخضرية لمساحات كبيرة من التربة لفترات طويلة. هذا علاوة على ان الاوراق بما تحمله من ثغور على كلا السطحين تتيح لتلك الانواع نتح مكثف.