

علم البيئة (Ecology):

علم مرتبط بغيره من العلوم الأخرى ولا يمكن وضع حد فاصل بينه وبين العلوم الأخرى فهو العلم الذى يبحث ويدرس تأثير العوامل البيئية الكثيرة والمعقدة على النباتات الحية ويعتبر عامل الرطوبة من أهم هذه العوامل سواء كانت رطوبة أرضية أو جوية.

بالرغم من أن التخصص الدقيق أمر ضرورى للعاملين فى فروع العلوم إلا أن ما يتقابل عند نهايات بعض العلوم مع بدايات غيرها مما يشكل ذلك نسيجاً من المعرفة له ملامح خاصة وهو أمر يستحق الإهتمام فى وقتنا المعاصر. وعند دراستنا لما يعرف بالبيئة الحيوية سواء أشير إليه بما يعرف بأقلمة المحاصيل Crop adaptation أو جغرافيا المحاصيل Ecological crop geography أو بيئة المحاصيل Crop ecology فإن الفرصة تكون متاحة على أكبر الإحتمالات لظهور تداخلات بين العلوم المختلفة. ويعالج المشتغل ببيئة المحاصيل الطريقة التى يتلائم بها النبات مع ظروف البيئة تحت العديد من العوامل المحيطة منفردة ومجمعة. وتتباين الأصناف والأنواع النباتية فى قدرتها على ذلك كما يختلف تأثير الانتخاب الطبيعى على مجموعة نباتية معينة تعيش فى مجتمع واحد من الظروف البيئية ومن ناحية أخرى يحاول منتج المحصول أن يحول من الظروف البيئية ما إستطاع من ذلك سبيل بما يتلائم مع نمو المحصول. وترتبط أقلمة المحاصيل إرتباطاً وثيقاً بفرعين من العلوم هما علم الوراثة Heredity وعلم فسيولوجيا النبات Plant physiology لذلك فإن المعلومات الأساسية عن التطور البيولوجى والوراثة تعتبر حجر الزاوية فى فهم سلوك المحاصيل ومدى تأقلمها مع البيئة كما يعمل الانتخاب الطبيعى عملاً أساسياً فى تحديد صفات ومميزات المحاصيل بالإضافة لذلك توجد علاقة وثيقة بين سلوك النبات (إستجابتها للعوامل البيئية) وبين العمليات الحيوية الدائرة بها. وتؤثر عوامل البيئة منفردة كالحرارة والرطوبة والإضاءة وغيرها وكذلك الفعل المتداخل لهذه العوامل مع الصفات الوراثية للمحصول فى تحديد سلوك النبات بما يدل على مدى إحتياج كل كائن حى لإحتياجات فسيولوجية معينة. ولا يعتبر التركيز الجغرافى للمحاصيل فى العالم من أهم مجالات علم بيئة المحاصيل فقط بل يتعداه إلى العلوم الأخرى مثل أمراض النبات والبساتين والإقتصاد الزراعى ووقاية النبات وغيرها إلا أن الأمثلة فى تأثير العوامل البيئية وسلوك الكائن الحى تتباين تبعاً لكل فرع من هذه الفروع.

الرطوبة وعلاقتها بإنتاج المحاصيل:

لا تحتاج الإشارة إلى أهمية الماء كعامل أساسي في الحياة مصداقاً للآية القرآنية "وخلقنا من الماء كل شيء حي". كما أنه في المناطق ذات درجات الحرارة المتشابهة فإن زيادة الرطوبة تكون ذات تأثير أعظم من غيرها من العوامل البيئية حيث تحدد نوع الكساء النباتي السائد وتؤدي إلى إثراء تلك المناطق بالمجموعات النباتية بما يخلق ظروف مناسبة للإختيار في مدى واسع بين المحاصيل التي يمكن إنتاجها تحت ظروف تلك المناطق. ومن ناحية أخرى فإن نقص عامل الرطوبة في منطقة ما يحدد القدرة الإنتاجية للمحاصيل النامية بها بالإضافة إلى خفض كفاءة تلك المحاصيل في إظهار صفاتها المرغوبة الأخرى.

ويمكن التأكد من أهمية الرطوبة بالإشارة إلى الوظائف الأساسية للماء والتي لخصها

Kramer في الآتي:

- 1- يدخل في تركيب البروتوبلازم إذ يكون من 85-90% من الأنسجة الخضراء.
- 2- يعتبر الماء عامل مساعد وضروري لإتمام معظم العمليات الحيوية كالتمثيل الضوئي وعمليات الإنحلال المائي.
- 3- يذيب الماء الأملاح والغازات وغير ذلك من مكونات الخلايا وهو وسيلة نقل هذه المواد داخل النبات وخلال الجدر الخلوية وأنسجة الخشب مكوناً مذيباً مستديماً لهذه المواد يعرف بالعصير الخلوي.
- 4- الماء عنصر هام للمحافظة على إنتفاخ الخلايا والمحافظة على شكل الورقة وإنتظام عمل الثغور والتغيرات في تركيب النبات .

ولزيادة توضيح وتفهم الأهمية البالغة لدورة الماء في بيئة المحاصيل يلزم أن نشير إلى علاقة الرطوبة بنمو النبات حيث يتضمن هذا العامل الرطوبة الجوية ومياه الأمطار والتأقلم لظروف نقص وزيادة الرطوبة والنتج والإستهلاك المائي.

- التوتر الرطوبي **Moisture tension**: هو عبارة عن القوى التي تؤدي إلى مسك حبيبة التربة لجزيئات الماء وكلما زادت القوة الممسوك بها الماء لسطح حبيبة الطين زاد التوتر الرطوبي.
- الإجهاد الرطوبي **Water stress**: هو الإجهاد الذي يحدث في النبات نتيجة نقص الرطوبة مما يجعله يبذل جهد من الطاقة (عن طريق التنفس) في سبيل الحصول على الرطوبة من التربة .
- الرطوبة الجوية **Atmospheric Moisture**: يعبر عنها إما بالرطوبة الكلية Absolute humidity وهي عبارة عن كمية بخار الماء الموجود في وحدة حجمية من الهواء. أو

بالرطوبة النسبية Relative humidity وهى عبارة عن كمية الماء الموجود فى الجو كنسبة مئوية من الكمية القصوى التى يمكن لنفس الحجم من الهواء أن يحملها فى درجة حرارة وضغط معينين. وعند نقطة التشبع فإن عدد جزيئات بخار الماء الصاعد من سطح مائى هو نفس عدد الجزيئات العائدة إلى نفس السطح.

تأثير درجة الحرارة على كمية الرطوبة الجوية:

يعتمد التركيز الحقيقى لبخار الماء على درجة حرارة الجو والماء والضغط البخارى فعندما تصل درجة حرارة الماء درجة الصفر المئوى فإن الضغط البخارى لها يعادل 4.58 مم زئبق بينما يصل هذا الضغط عند 100 درجة مئوية إلى 760 مم زئبق (ضغط جوى واحد). ويمكن التعبير عن هذا التأثير لدرجة الحرارة بطريقة أخرى فعلى سبيل المثال فإن كمية الماء الموجودة فوق قدم مكعب واحد من الأرض عند خط الإستواء يحتوى على 50 رطل من بخار الماء بينما تحتوى على 18 رطل فقط عند خط عرض 50[°] شمالاً وتنخفض هذه الكمية عند خط عرض 70[°] شمالاً إلى 4-5 رطل.

ولا يكون إستخدام لفظ الرطوبة النسبية الجوية كافياً للتعبير عن عامل الرطوبة فى الدراسات البيئية مما دعى العالم Costing عام 1970 إلى إستخدام لفظ الضغط البخارى Vapor pressure للتعبير عن قيمة الرطوبة الموجودة فى الجو حيث يعبر عنها الفرق بين الضغط الحقيقى لبخار الماء وبين بخار الماء اللازم لتشبع الهواء عند نفس درجة الحرارة بنقص الضغط البخارى (V.P.D.) vapor pressure deficit. ويبلغ الضغط البخارى عند تشبع الهواء على 20 درجة مئوية 17.54 مم زئبق أما عند رطوبة نسبية جوية 60% على نفس الدرجة يبلغ نحو 10.5 مم زئبق أى أن الفرق بين هاتين الحالتين نحو 7 مم زئبق ويصل هذا الفرق عند 30 درجة مئوية إلى 12 مم زئبق وذلك ما يوضح التأثير الواضح فى درجات الحرارة على عمليتى النتج والبخر.

الندى Dew:

تؤدى برودة الطبقات السطحية من الهواء الجوى ليلاً مع عدم وجود رياح إلى تكون قطرات من الندى أو حدوث صقيع إذا إنخفضت درجة الحرارة عن الصفر المئوى. ونتيجة لسرعة الإشعاع من سطح الأرض فإن طبقة الهواء الملاصقة لها قد تنخفض درجة حرارتها إلى نقطة التشبع (نقطة الندى Dew point) وعندئذ يحدث تكثف condensation لبخار الماء وإذا كانت

نقطة الندى فوق 32 درجة يكون الماء المتكثف على هيئة ندى وإذا إنخفضت عن 32 درجة مئوية فيكون الماء المتجمع على هيئة صقيع.

تتعرض أهمية الندى للنبات إلى عديد من الآراء المتعارضة ولقد أوضحت نتائج العديد من التجارب أن النباتات تمتص ماء الندى مباشرة عن طريق الأوراق كما عزي كثير من الباحثين استمرار حياة ونمو كثير من النباتات الصحراوية في ظروف أرضية أدنى من الذبول الدائم (10-12% رطوبة في الأراضي الطينية ، 4-5% رطوبة في الأراضي الرملية) إلى إستفادة هذه النباتات من ماء الندى بالنتج السالب Negative transpiration حيث ينتقل الماء من على سطح النبات إلى داخله. ولقد قدر 1959 Angus أقصى كمية لماء الندى المتكثفة بما لا يزيد عن 10% من كمية الماء التي يحتاجها النبات أثناء النهار إلا أن Shell 1959 قدر كميات الندى التي تسقط سنوياً بكميات 100-150 مم.

الضباب Fogs:

الجزئيات الأيجروسكوبية الدقيقة من بخار الماء لها القدرة على التكثف مكونة قطرات مائية دقيقة مشابهة لجزئيات الملح أو الدخان وعندما تبرد الكتلة الهوائية ذات المحتوى الرطوبي العالى والقريبة من سطح الأرض تكون ما يعرف بالضباب. وفي المناطق القريبة من خط الإستواء تكون الفرصة مهيئة على السواحل ويتكون الضباب بكثرة.

دورة مياه المطر Precipitation cycle:

** تنقسم إلى أربع خطوات رئيسية:

(1) التبخر Evaporation:

تعتبر المياه المتبخرة من المحيطات المصدر الأساسى للبخار الجوى.

(2) النقل Transpiration:

تنتقل الكتلة الهوائية الرطبة من المناطق الإستوائية التي تبرد أثناء إنتقالها تجاه القطب حاملة معها كميات كبيرة من بخار الماء. وفي الاتجاه الأخر ينتقل كثير من بخار الماء بواسطة الكتل الهوائية الغازية التي تمر فوق الأراضي الزراعية حيث تمتص الرطوبة المتبخرة من هذه الأراضي مكونة كتلاً هوائية إستوائية فوق المحيطات.

(3) التكثيف Condensation:

يتحول بخار الماء إلى الحالة السائلة عند إنخفاض درجة حرارة الهواء أو عندما تكون أقل من نقطة الندى وتسهل النويات الهيجروسكوبية كثيراً فى إتمام هذه العملية ويرتفع الهواء الساخن ويستمر فى الإرتفاع لأعلى إلى طبقة ذات حرارة منخفضة مما يساعد على تكثيف الأبخرة المائية حتى يحدث المطر.

4) سقوط المطر Precipitation:

تطفو الأبخرة المائية المتكثفة فى الهواء فى صورة سحب عندا تتناقص درجة حرارتها عن نقطة الندى يتزايد حجمها ووزنها فتسقط فى صورة ماء أو صورة ثلج.

كمية وتوزيع الأمطار:

تختلف كمية المطر من منطقة لأخرى من مناطق العالم من حوالى 0.002 بوصة فى صحراء شيلى إلى نحو 9.5 بوصة فى المناطق الموسمية فى الهند. وتمثل المناطق القاحلة وشبه القاحلة حوالى 55% من مساحة العالم وفى هذه المناطق يصل سقوط المطر إلى نحو 20 بوصة سنوياً. أما المناطق الشبة رطبة تمثل 20% من المساحة الكلية حيث يسقط المطر بمعدل 20-40 بوصة سنوياً. فى حين تمثل المناطق الرطبة حوالى 11% من مساحة العالم حيث يسقط المطر بها بمعدل من 40-60 بوصة سنوياً. بينما المناطق المطيرة والتي يزيد فيها سقوط المطر عن 60 بوصة تمثل 14% من مساحة العالم.

فعالية الأمطار Effectiveness of precipitation:

ليست كمية الأمطار فى منطقة ما هى المعدل الحقيقى للإستفادة من هذا المطر بل يجب معرفة توزيع المحاصيل وكذلك مدى فعالية هذه الأمطار وإستخدامها فى مجال الزراعة أو فى المجالات الأخرى ويعبر عن ذلك بلفظ هو إقتصاديات الماء Water economy. حيث يمكن ممارسة بعض الوسائل التى تؤدى إلى الإستفادة والتحكم فى كمية المطر الساقط حتى تتلاءم مع طريقة الزراعة وغيرها من الظروف المختلفة. حيث تتميز بعض المناطق بإرتفاع كمية وإستمرار نزول الأمطار فى حين توجد مناطق أخرى تعاني من نقص الماء وتتميز منطقة تالثة بهطول الأمطار فى موسم دون الأخر مثل منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وفى هذه المناطق يمكن للإنسان أن يساهم فى تحسين إقتصاديات الماء لإنتاج محاصيل وفيرة.

ولقد حاول العديد من علماء البيئة وضع قياسات للتعرف على مدى فعالية الأمطار ولقد

إقترح Thranswal عام 1905 معادلة لقياس نسبة الأمطار إلى نسبة البخر كما يلي:

$$R = P / E \times 10$$

حيث أن:

$$R = \text{فعالية المطر} \quad P = \text{كمية المطر} \quad E = \text{معدل البخر}$$

ولقد إستخدمت نسبة P/E فى دراسة الظروف الجوية وعلاقتها بتوزيع الغطاء الخضرى ويمكن الحصول على قراءة البخر بقياس الفقد فى الماء من خزانات قياسية سواء التى توجد فوق سطح الأرض أو التى توجد تحت سطح الأرض وتسمى Sinked. ومن المعروف حالياً أن دقة

قياسات التبخير تتوقف عل كثير من الإعتبارات مثل: حجم الخزان - إرتفاع الحافة الغير مغطاة - لون الخزان وغير ذلك من العوامل.

ولقد وجد أن معدل التبخير له تأثير مباشر على تأقلم المحاصيل وإنتاجيتها فى ظروف معينة وكان Thranswal من أوائل الناس الذين حاولوا الربط بين حاجة المحاصيل من الماء وإنتاجيتها ولقد تعرف على نقاط الضعف فى حساب P/E . وكانت من نتيجة إستمراره فى دراسته أن تعرف على طريقة صحيحة لتوضيح فعالية المطر مستغلاً المفهوم الخاص بالإحتياج المائى Water requirement (وهو كمية الماء المستخدمة فى إنتاج وحدة واحدة من المادة الجافة أو كمية الماء المفقودة من دورة المطر تحت الظروف البيئية فى منطقة معينة) أو البخر والنتح Evapotranspiration (وهو مجموع كميات الماء المفقودة بالنتح والبخر من سطح مغطى تماماً بكساء خضرى وفى وجود كمية زائدة من الرطوبة). ولقد حسبت طاقة إمكانية البخر والنتح بمعادلات تجريبية متضمنة المتوسط الشهري لدرجات الحرارة وطول النهار يبدو أن عامل الرياح والرطوبة والإشعاع الشمسى تختلف جميعها نتيجة هذا العامل. وتقارن كمية الماء الواصلة إلى منطقة ما بالإحتياج المائى لها فى نفس الفترة وذلك للحصول على جهد البخر والنتح Potential evapotranspiration (PET).

• ولقد دلت الدراسات المكثفة التى أجريت فى 15 عام الماضية أن قيمة النتح والبخر تتوقف على العوامل الآتية:

- 1- الإمداد الخارجى من الطاقة للأسطح المعرضة للبخر وهى طاقة أشعة الشمس بصفة رئيسية.
 - 2- قدرة الهواء على تحريك بخار الماء .
 - 3- طبيعة الكساء الخضرى خاصة قدرته على عكس الأشعة الساقطة ودرجة شغله لسطح التربة وتعمق مجموععه الجذرى.
 - 4- طبيعة الأرض خاصة محتواها المائى فى منطقة إنتشار المجموع الجذرى.
- وقد لاحظ Thorth Mother عام 1955 أن لعامل الإشعاع الشمسى أهمية عظمى فى تأثيره على بقية العوامل ويرتبط وثيقاً بالعامل الثانى أما العامل الثالث والرابع فأقل أهمية من العاملين الأولين وعلى أى الأحوال فإن الرطوبة الأرضية تعتبر عاملاً هاماً إذا كانت عند محتوى أقل من السعة الحقلية (30-35%) وفى الأراضى الجافة فأن الجزء الصافى من الإشعاع وهو الطاقة التى تستخدم فى التبخير تنقص نقصاً حاداً وينعكس الجزء الأعظم منها.
- ومن ناحية أخرى أقتراح Penman عام 1948 معادلة لقياس البخر والنتح يمكن الإعتماد عليها عن مثيلتها التى تقدم بها Thranswal وفيها إعتد فى حساباته للإحتياج المائى على أساس كمية الطاقة الساقطة على سطح الماء وتأثير هذه الطاقة على تسخين الهواء الجوى

والتبخير لذلك فإن هذه المعادلة تتضمن الإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة والضغط البخارى وسرعة الرياح على أن يأخذ على معادلة Penman صعوبة تطبيقها وأن كثير من العوامل المطلوبة غير متوفرة إلا فى محطات الأرصاد الجوية الرئيسية.

أدلة الرطوبة Moisture Index:

ترجع أهمية أدلة الرطوبة والمتحصل عليه بمقارنة الإحتياج المائى لمكان معين بالرطوبة الفائضة أو الناقصة فى تحديد أقسام المناخ. فعندما يكون الجو معتدل تتساوى كمية المطر مع الإستهلاك المائى طوال الوقت تكون المياه متاحة عند الحاجة إليها وعندئذ لا يحدث فائض أو نقص أما عندما يصبح الجو أكثر جفافاً ويكون رطباً يحدث العكس. وعندما يتواجد فائض من الماء يمكن حساب دليل الرطوبة (i-h) index of humidity أما عندما يحدث نقص مستمر يمكن حساب دليل الجفاف (i-a) index of aridity. ومن ناحية أخرى فى كثير من الأماكن يحدث نقص فى الماء فى أوقات كثيرة خلال العام الأمر الذى يمكن معه حساب كلا الدليلين وذلك تبعاً للمعادلة:

$$I_m = \frac{S^{100} D^{60}}{n}$$

حيث أن: n = الإحتياج المائى ، و S = الماء الفائض ، و D = الماء الناقص.

ويكون التعبير عن الفترات الجافة بكمية أقل منها فى الفترات الغير جافة نظراً للرطوبة الأرضية المخزونة وفى الظروف الرطبة تكون القيم موجبة أما فى الظروف الجافة تكون سالبة. ** ويمكن حساب دليل الرطوبة ودليل الجفاف منفردين كما يلى:

$$i.h = S^{100} / n \quad \text{دليل الرطوبة:} \quad \text{☼}$$

$$i.a = D^{60} / n \quad \text{دليل الجفاف:} \quad \text{☼}$$

وقد وجد أن هذين العاملين يوضحان الملامح المناخية وبالتالي نوع الكساء الخضرى السائد فى منطقة ما.

علاقة النتج بالإستخدام المائى Transpiration Water use:

لا تنافس أى مادة من المواد التى يحتاجها النبات أثناء نموه عامل الماء من حيث الكمية والأهمية ويمتص النبات معظم إحتياجاته المائية عن طريق الجذر ولا يحتفظ النبات بالكمية الممتصة كلها ولكن يتبخر معظمها فى الهواء الجوى من الأوراق وبقية الأعضاء الهوائية الأخرى فيما يعرف بعملية النتج ويحدث فقد الماء بالنتج نتيجة تلامس الأسطح المبتلة لخلايا ميزوفيل الورقة والتى تكون المسافات البينية بها ممتلئة بالهواء الجوى الجاف ويحل الماء

الممتص الماء الموجود فى خلايا ميزوفيل الورقة محل الماء المفقود من الثغور والذى يفقد بدوره إلى الهواء الجوى الجاف فى صورة بخار ماء.

وعموماً تتضمن العلاقات المائية للنبات إمتصاصه للماء وارتفاع العصارة ثم فقده عن طريق النتح ويرجع لعملية النتح فقد الماء على صورة بخار وتتحكم العوامل البيئية كالضوء والمحتوى المائى للأوراق والحرارة فى غلق وفتح الثغور وبالتالي فى عملية النتح.

وعموماً تفتح الثغور فى الضوء مما يساعد CO_2 الموجود فى الغرف الهوائية لخلايا ميزوفيل الورقة عملية التمثيل الكربونى فعندما ينقص $C O_2$ لإستهلاكه فى التمثيل الكربونى مثلاً تنفتح الخلايا الحارسة نتيجة لزيادة النقص فى ضغط الإنتشار Difusion pressure deficit D.P.D وأمتصاص الماء الأمر الذى يؤدي إلى فتح الثغور وبالتالي زيادة معدل فقد الماء عن طريق عملية النتح ، وعلى ذلك يتحدد معدل النتح بالنقص فى الضغط البخارى ودرجة الحرارة وسرعة الرياح والإمداد الكافى للأوراق بالماء كما أن هناك عوامل خاصة بالنبات والتي تؤدي إلى التأثير فى معدل النتح ومنها :

تركيب الأوراق وتوجيهها orientation والتفاف وتجعد الورقة ، مساحة الورقة ، نسبة المجموع الجذرى إلى المجموع الخضرى والضغط الأسموزى للعصير الخلوى ووجود الفطريات والأتربة على سطح الأوراق.

ويعبر عن النسبة بين كمية الماء التى تستهلكها النباتات إلى كمية المادة الجافة المتكونة بنسبة النتح وهذه النسبة تتباين كثيراً بين المحاصيل تبعاً للعوامل البيئية خاصة الإشعاع الشمسى - الرطوبة الأرضية - خصوبة الأرض - D.P.D الأمراض - نوع النبات وكذلك معدلات المطر.

فوائد النتح:

خفض درجة حرارة الورقة.

1- منع حدوث الإنتفاخ الزائد للخلايا.

2- يؤدي النتح إلى إنتقال الماء الأرضى للنبات وبالتالي إلى إمتصاص العناصر الغذائية.

أضرار النتح:

1- سرعة فقد الماء.

2- حدوث نقص مؤقت فى توتر الخلايا.

3- حدوث الذبول فى فترات النهار.

4- قد يحدث توقف للنمو.