

## (المحاضرة الثانية)

### العوامل البيئية وعلاقتها بنمو المحاصيل الحقلية :-

أن من بين العوامل التي تتحكم بنمو المحاصيل الحقلية عوامل فيزياء وكيمياء التربة وعمق التربة والملوحة ودرجات الحرارة والرطوبة النسبية ووفرة الامطار بالإضافة الى عوامل اقتصادية وسياسية واجتماعية تحد أو تشجع على زراعة محصول معين في منطقة ما، ان أفضل معيار لمعرفة ملائمة الموقع الجغرافي لمحصول ما هو مراقبة طبيعة نمو وإنتاجية ذلك المحصول في تلك المنطقة بشكل عام ربما يسمى ( دليل التربة Soil Indicator)، نجد مثلا منطقة معينة في شمال العراق تشتهر بزراعة الحنطة ، فذلك يعني أن المنطقة تنمو فيها الحنطة بصورة أفضل من غيرها من المناطق ، وهذه الحالة تشبه حالة وجود نبات الشويل في منطقة معينة لنحكم على الأرض بأنها ملحية ، أو ينتشر فيها القصب فنقول تربة قريبة الماء الأرضي ، أو ينتشر فيها الشوك فنقول أنها تربة خصبة.

العوامل المتحكمة بإنتاجية المحصول:

- 1-عوامل المناخ ( الحرارة ، الضوء ، الرياح ، الرطوبة ) .
- 2-عوامل التربة ( المعادن ، الماء ، الملوحة EC ، PH ) .
- 3-عوامل خدمة المحصول ( موعد الزراعة ، كثافة الزراعة ، طريقة الزراعة ، التسميد ، الري ، مكافحة الامراض والحشرات ) .
- 4-الأصل الوراثي .

### اولاً:- درجة الحرارة Temperature

الحرارة أهم العوامل المناخية تؤثر في توزيع ونمو وحاصل المحاصيل على سطح الكرة الأرضية. تعرف الحرارة على أنها طاقة الجسم التي تعبر عن سخونة أو برودة ذلك الجسم وتقاس الحرارة (بالمئوي) م° ( أو الفهرنهايت ) ف° ( أو الكلفن ) والمئوي هو الأكثر شيوعاً في الاستعمال وبعده الفهرنهايت وإذا أردنا أن نحول المئوي الى فهرنهايت نستعمل المعادلة الآتية:

$$\text{الفهرنهايت (ف°)} = (\text{المئوي م°} \times 1.8) + 32$$

أما إذا أردنا تحويل الفهرنهايت الى مئوي نستعمل المعادلة الآتية:

$$\text{المئوي (م°)} = (\text{الفهرنهايت} - 32) \div 1.8$$

أما إذا أردنا تحويل الكلفن الى مئوي وبالعكس نستعمل المعادلتين الآتية:

$$\text{الدرجة المئوية} = \text{الكلفن} - 273$$

$$\text{الكلفن} = \text{الدرجة المئوية} + 273$$

تؤدي الحرارة دوراً مهماً في عملية الإنبات (Germination) فالحرارة أحد عوامل الإنبات الثلاثة (الحرارة، الرطوبة، الأوكسجين) الحرارة تساعد على تشرب الماء الى داخل البذرة لكي تشرع بالإنبات تحلل النشا الى سكر بواسطة أنزيم الأميليز يحتاج الى حرارة وإنتاج الجبرلين داخل البذرة بعد التشرب يحتاج الى حرارة وهكذا تؤدي الحرارة دوراً مهماً في الفعاليات الكيموحيوية التي تحصل في النبات ابتداء من الإنبات وحتى الحصاد فعمل النبات ونموه وتطور وحاصله ينتج عن فعاليات فسيولوجية تعتمد على تفاعلات كيميائية أنزيمية وهذه التفاعلات تتأثر بدرجات الحرارة أذن لكل تفاعل أنزيم معين يتحكم به ولكل تفاعل أنزيمي درجة حرارة مناسبة ليتم ذلك التفاعل، انخفاض الحرارة وارتفاعها يؤثر على التفاعلات تلك. لذلك لكل تفاعل درجة حرارة مثلى يتم عندها ذلك التفاعل، وهكذا فالتركيب الضوئي، والتنفس وبناء البروتين والنمو والتكاثر... الخ معتمد على تفاعلات كيميائية أنزيمية تتأثر بالحرارة.

هنالك ما يسمى Hopkins bioclimatic Law والذي ينص على (أن موعد الزراعة يتأخر بمعدل 4 أيام من منطقة لأخرى عند تغير درجة واحدة في خط العرض أو 5 درجات في الطول أو اختلاف 120م عن مستوى سطح البحر)، أما النمو بشكل عام فإنه بحسب قانون Vant Haff - Arrhenius فإنه (النمو أو التفاعل) يتضاعف مع كل زيادة 10 درجات مئوية في حرارة المحيط. أن نمو ونضج المحاصيل يعتمد على معدل الوحدات الحرارية التي تحتاجها لبلوغ تلك المرحلة

لذلك فلكل نوع نباتي درجة حرارة تسمى درجة الحرارة الرئيسية ودرجة الحرارة الرئيسية تنقسم الى:

### الدرجة الدنيا (الصغرى) Minimum Temperature

وهي أقل درجة حرارة يمكن للنبات النمو فيها لكن العمليات الحيوية في النبات تكون متدنية بشكل كبير وتبلغ الدرجة الحدية لمعظم النباتات 5 درجات مئوية.

### الدرجة المثلى optimum Temperature

وهي درجة الحرارة التي يمكن للنبات أن ينمو فيها حيث تكون العمليات الحيوية للنبات في أعلى مستوياتها وتختلف هذه الدرجة حسب نوع النبات.

### الدرجة القصوى (العظمى) Maximum Temperature

وهي أعلى درجة حرارة يمكن للنبات أن ينمو فيها وتكون العمليات الحيوية للنبات في أدنى مستوياتها وتبلغ الدرجة الحدية للنبات 54 درجة مئوية.

أذن لكل محصول درجة حرارة صغرى ودرجة حرارة عظمى ودرجة حرارة مثلى ولكل مرحلة نمو من مراحل نمو نباتات المحصول هناك درجة حرارة صغرى ودرجة حرارة مثلى ودرجة حرارة عظمى.

درجة الحرارة المثلى للإنبات تتراوح بين 21 م° - 32 م° لأغلب المحاصيل.

أقل درجة حرارة للمحاصيل الشتوية 5 م° وللمحاصيل الصيفية 10 م°.

أكبر درجة حرارة للمحاصيل الشتوية (35-40 م°) وللمحاصيل الصيفية (45-50 م°)

مفهوم درجة حرارة النمو اليومية (GDD) Growing Degree Days

الوحدات الحرارية (Heat units) أو درجة الحرارة اليومية للنمو مفهوم يوضح العلاقة بين مدة النمو

ودرجة الحرارة وهذا المفهوم يحسب أو يقيس بشكل مباشر العلاقة الخطية بين النمو ودرجة الحرارة.

درجة الحرارة اليومية للنمو تعني درجة الحرارة فوق درجة حرارة الأساس.

درجة حرارة الأساس (base temperature): هي الدرجة الحرارية التي يبدأ فوقها النمو ورياضياً تحسب درجة

حرارة النمو اليومية وفق المعادلة الآتية:

معدل درجة حرارة اليوم = الصغرى + العظمى / 2 - درجة حرارة الأساس

وبتجميع الوحدات الحرارية للنمو اليومية تتجمع لدينا ولأيام عدة ومن خلالها نعرف المدة الزمنية التي

تستغرقها كل مرحلة تطورية من مراحل تطور نبات المحصول لذلك فإن الحرارة هي العامل المفاجئ ( key

factor) لتوقيت الفعاليات الحيوية وهكذا بالنسبة للتكشف والنمو. وكل العمليات الطبيعية والفسولوجية تعتمد

على الحرارة.

أذن درجة حرارة النمو اليومية من السهولة حسابها لكل يوم وتجميع الوحدات الحرارية لعدد الأيام يعطي

مقدار التجميع الحراري Heat Accumulation ويعرف التجميع الحراري على أنه مجموع عدد الوحدات

الحرارية المقاسة بالمئوي والفهرنهايت لمدة زمنية معينه (عدد الأيام).

أي درجة الحرارة للنمو اليومية لليوم (1) + درجة الحرارة للنمو اليومية لليوم (2) + .... (n) ونستعمل هذه

الوحدات للتنبؤ بالمرحلة التطورية التي يصلها النبات حال تجميعه لعدد الوحدات الحرارية المطلوبة لبلوغ تلك

المرحلة.

يستخدم اصطلاح Degree-day للتعبير عن تلك الوحدات وهي عدد درجات الحرارة فوق الحد الحرج

لذلك المحصول × عدد أيام النمو. فإذا كانت درجة الحرارة الحرجة للذرة الصفراء 13م و احتاجت

100 يوم حتى تتضح تحت معدل حرارة 43م ، فإن عدد الوحدات الحرارية Degree-day أو Growing Degree-day = GDD سيكون  $100 \times 30$  والذي يساوي GDD3000 ، وذلك بعد طرح ( 43م- 13م=30م )الفرق ولما كان النمو يختلف من منطقة لأخرى لصنف من المحاصيل بحسب اختلاف درجة الحرارة فإن GDD للصنف من منطقة لأخرى سيكون شبة ثابت وهذا ما يعرف بقانون Linsser Law حيث يعوض النهار الطويل أو عدد الأيام عن معدل الحرارة العالي بين منطقة وأخرى ، انه على أساس ذلك تقسم نباتات المحاصيل الى مجموعتين هي محاصيل الجو البارد Cool season crops ومحاصيل الجو الحار Warm season crops تموت محاصيل الجو البارد بارتفاع درجة الحرارة عن 40م عادة فيما تموت محاصيل الجو الحار بانخفاض درجة الحرارة الى الصفر المئوي أو تحته بقليل بحسب طول مدة التعرض .

يمر كل محصول بمراحل تطوريه مثلا:

بادة ← نمو البادرات وتأسيسها ← التفرع ← الاستطالة .... النضج الفسيولوجي.

فمثلاً محصول الحنطة لكي يصل الى الخمس ورقات يحتاج كمعدل بعد 21 يوم من البزوغ أو تجميع 350 وحدة حرارية بعد البزوغ فإذا استعملت التقويم على أساس التاريخ فإن نسبة الخطأ  $\pm 9$  يوم بينما التجميع الحراري  $\pm 2$  يوم وهذه ممكن الاستفادة منها بمواعيد إضافة الأسمدة ومواعيد المكافحة والري والحصاد. لذلك الى نصل الى 350 وحدة نتوقع الوصول الى 5 أوراق أما المدة الزمنية بالأيام فأنها تقل بزيادة درجات الحرارة وتطول بانخفاض درجات الحرارة فتكون 21 يوم أذ ازدادت درجات الحرارة ربما تكون 12 يوم وإذا قلت درجات الحرارة وايضاً ربما تكون 28 يوم وهكذا ... بينما الوحدات الحرارية 350 ثابتة ويجب أن تجمع سواء زادت درجات الحرارة أو قصرت وإنما الذي يتغير هو عدد الأيام اللازمة لتجميعها.

ففي الحنطة مثلاً نحتاج :-

من الزراعة للبزوغ ← 82 وحدة حرارية

البزوغ ← بدء الاستطالة 237 وحدة حرارية

بدء الاستطالة ← اكتمال الاستطالة 404 وحدة حرارية

أما طول موسم النمو فيتحدد من أول رية للمحصول حتى دخول النباتات طور النضج الفسلجي والذي يمتاز بأنه المرحلة التي لا تزداد فيها البذور في المادة الجافة فيما تركت في الحقل وربما ينقص وزنها بسبب التنفس أو نمو بعض الأحياء الدقيقة عليها، وقلما تحصد النباتات عند النضج الفسلجي حيث تترك لبضعة أيام حتى تفقد نسبة مناسبة من الرطوبة ثم تحصد.

وهكذا فإن تطبيقات التجميع الحراري في أدارة وإنتاج المحاصيل تتمثل بالتالي:-

- 1- تحديد المحصول الذي تتناسب زراعته في أي منطقة .
  - 2- تحديد المراحل التطورية لنباتات المحصول.
  - 3- التنبؤ بالوقت المناسب لإضافة الأسمدة والمبيدات ومنظمات النمو.
  - 4- تقدير مقدار الإجهاد الحراري الذي يقع على المحصول.
  - 5- التنبؤ بالنضج الفسيولوجي ووقت الحصاد.
  - 6- وسيلة لإدارة منظمات النمو والعوامل التي تساعد في عملية الحصاد.
- تؤثر درجات الحرارة في الفعاليات الآتية لنباتات المحاصيل أذ تؤثر درجة الحرارة :-
- 1- في أنبات ويزوغ البذور ومن ثم التزهير وتكون الثمار والحاصل.
  - 2- في تكون المواد الأساسية للنمو التي لها علاقه بالتركيب الضوئي الذي ينتج المادة الجافه ومن ثم الحاصل.

3- في التفاعلات الكيموحيوية التي لها علاقه بالتركيب الضوئي ومن ثم أنتاج المادة الجافه والحاصل.

4- في أخذ ثاني أكسيد الكاربون.

5- في النشاطات الأنزيمية.

6- في بزوغ وتوسع الأوراق.

7- في أنتاج البلاستيديات الخضراء.

وكل هذه التأثيرات تؤثر في التركيب الضوئي ومن ثم أنتاج المادة الجافه ومن ثم الحاصل الاقتصادي .

### ثانياً: الضوء Light :-

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي للطاقة إلى الأرض ويخترق الإشعاع الشمسي الكون الخارجي في شكل موجات كهرومغناطيسية وتقوم طبقة الأوزون المغلفة للكرة الأرضية بامتصاص الإشعاعات الضارة للنبات والإنسان وتمتص السحب جزءاً من الإشعاعات ليصل الباقي إلى النبات الذي يستفيد بحوالي 1 - 2% فقط من الطاقة الشمسية للقيام بعملياته الحيوية التي تحتاج إلى ضوء (ومن مجموع الطاقة الشمسية الممتصة ما بين 75 - 80% يستعمل لتبخير الماء 5 - 10% طاقة تخزن في التربة ولا يستفيد النبات إلا من 1 - 2%). والضوء الذي يمتصه النبات هو الضوء المنظور وتحول النباتات هذه الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في عملية التمثيل الضوئي ويمتص كلوروفيل النبات الألوان - الزرقاء والحمراء وتعكس باقي الألوان ولا يستفيد النبات إلا بجزء ضئيل من هذه الألوان. والضوء له تأثيرات عديدة على النبات توجزها فيما يلي:

- 1- تكوين المادة الخضراء واكتمال تكوين البلاستيدات الخضراء.
- 2- يدخل في عملية التمثيل الضوئي كمصدر للطاقة.
- 3- يتزايد نمو النباتات نتيجة للضوء الأزرق والأحمر.
- 4- تؤثر الموجات الضوئية في توزيع الأوكسينات وبالتالي يؤثر ذلك في عملية النمو والانتحاءات وتكوين هرمونات الأزهار.
- 5- يؤثر الضوء في فتح وغلق الثغور (عملية النتح).
- 6- يتأثر التركيب التشريحي للنبات باختلاف شدة الضوء.

فالنباتات المحبة للشمس تتميز بوجود طبقات من النسيج العمادي وأديم أكثر سماكة (Epiderm) مع تواجد شعيرات أو زغب على السطح الخارجي عن النباتات المحبة للظل.

ويختلف تأثير الضوء من حيث النوع Quality ، الكمية Quantity وشدة الإضاءة Light Intensity

ومدة الإضاءة Duration.

أ- نوع الضوء: Quality

يختلف تأثير الضوء من حيث نوعية الضوء بالإضافة إلى مكوناته من الألوان المختلفة ويختلف النوع من حيث الموسم والموقع الجغرافي فيؤثر كل من الموسم والموقع على زاوية سقوط الضوء على سطح الأرض فزاوية السقوط تكون عمودية على خط الاستواء وتكون بزاوية أكبر كلما اتجهنا شمالاً (القطب الشمالي مثلاً).

**التأقت الضوئي: Photoperiodism**

عبارة عن اختلاف استجابة النباتات للطول النسبي لكل من الليل والنهار. مثل الأزهار وتكشف البراعم والسكون والثمار في النباتات.

ب- شدة الإضاءة:

وهي كمية الضوء الساقط على مساحة معينة خلال فترة زمنية معينة وتقاس بوحدات مختلفة أقدمها شمعة ضوئية وهي تعادل كمية الضوء الساقط على السطح من شمعة قياسية على بعد 1 قدم. وهناك وحدات أخرى أحدث مثل اللكس Lux = كمية الضوء المنظور الساقط على مساحة 1م<sup>2</sup> ويبعد 1م عن مصدر الضوء، وتحتاج النباتات على الأقل من 100 - 200 شمعة لكي تنمو ولهذا تزداد كمية المواد الكربوهيدراتية المتكونة في النباتات بزيادة شدة الضوء حتى تصل إلى حد أقصى. وتتراوح شدة الضوء ما بين 8.000 - 10.000 شمعة قدم في فصل الصيف.

ويعرف هذا الحد الأقصى بنقطة تشبع الضوء Light Saturation وهي كمية الضوء التي لا يحدث بعدها أي زيادة في كمية المواد الكربوهيدراتية، وتختلف نقطة التشبع الضوئي من محصول إلى آخر وتتراوح ما بين 5.000 – 10.000 شمعة قدم.

وعلى هذا يمكن تقسيم النباتات من حيث استجابتها إلى شدة الضوء إلى: نباتات محبة للضوء: وتحتاج على الأقل إلى 3.000 وحدة شمعية ضوئية ومعظم المحاصيل الاقتصادية تنتمي إلى هذه المجموعة.

نباتات محبة للظل: وتحتاج إلى كمية ضوء أقل ومن أمثلتها نباتات الزينة. وإذا قلت شدة الإضاءة عن 100 – 200 شمعة يؤدي هذا إلى تقليل التمثيل الضوئي بحيث تقل نواتج التمثيل الضوئي عن المستهلك بواسطة التنفس ويصبح النبات شاحب فيستطيل النبات ويقل سمك الساق ويتحول لونه إلى اللون الأبيض والشكل مغزلي.

كذلك تؤثر شدة الإضاءة على الانتحاء الضوئي فتحلل الأوكسينات المسببة للنمو وتتحرك نحو الجزء المظلم وبالتالي تؤدي إلى استطالة الخلايا البعيدة عن الضوء وبالتالي تؤدي إلى انتحاء النبات نحو الضوء. ويزيد الضوء من نسبة الإنبات في بعض المحاصيل مثل الخس وكذلك يتأثر إنبات نبات الجزر في حين تزداد نسبة الإنبات في الظلام لنباتات (الأبصال).

### ج- مدة الإضاءة Duration

المقصود بها عدد ساعات الإضاءة في اليوم وتختلف من موقع إلى آخر ومن موسم إلى آخر. فعند خط الاستواء فإن عدد ساعات النهار 12 ساعة طول العام أما عند خط عرض 25) مثلاً تتراوح عدد ساعات النهار من 10.5 ساعة شتاءً إلى 13.75 ساعة صيفاً وعند خط عرض 45) تتراوح ما بين 8 ساعات شتاءً إلى 16 ساعة صيفاً عند القطب الشمالي تتراوح ما بين صفر شتاءً إلى 24 ساعة صيفاً وتنقسم النباتات من حيث استجابتها لمدة الإضاءة إلى تأثيرها على نشوء الأزهار ويمكن تقسيمها إلى نوعين:

#### 1- نباتات محايدة أي Neutral:

وهذه لا تتأثر بعدد ساعات النهار ومن أمثلتها: القطن - اللوبيا - زهرة الشمس - الباميا.

#### 2- نباتات تتأثر بساعات الإضاءة:

نباتات النهار الطويل: وهذه تحتاج لنشوء التزهير إلى عدد ساعات إضاءة تزيد عن حد معين من الساعات على الأقل وأن ساعات الإضاءة تتزايد في أثناء فترة نشوء التزهير ومن أمثلة المحاصيل: الحنطة، الشعير، الباقلاء، البرسيم، البزاليا، الكتان، الشوفان.

## نباتات النهار القصير:

وهذه تحتاج إلى ساعات إضاءة أقل من حد معين ويجب أن تتناقص ساعات النهار باستمرار ومن أمثلتها: الأرز، الذرة الصفراء، الذرة البيضاء، فول الصويا، فستق الحقل والدخن.

فإذا نقلنا نبات نهار قصر من المنطقة الاستوائية إلى المنطقة المعتدلة يؤدي هذا إلى عدم إزهار النباتات وتستمر في النمو الخضري. والعكس عند زراعة محاصيل النهار الطويل في موسم نهار قصير يؤدي هذا إلى تقصير فترة النمو الخضري. وتختلف الأصناف المختلفة لمحصول ما في استجابتها لساعات الإضاءة. قد نجح مربى النباتات إلى انتخاب أصناف لا تتأثر بطول النهار. كذلك تؤثر الفترة الضوئية في تكوين الدرنات في البطاطس وتكوين الأبطاء في النجيليات.

## الضوء وعملية التمثيل الضوئي:

وجد أن النباتات تنقسم إلى ثلاثة أنواع من حيث مسار دورة البناء الضوئي.

### أ- نباتات ثلاثية الكربون C3:

في هذا النوع من النباتات نجد أن أحد النواتج الوسيطة في تكوين سكر الكلوكوز في عملية التمثيل الضوئي هو حامض ثلاثي ذرات الكربون (حامض فوسفوكلسرات) Phosphoglyceric acid مثل نباتات القمح - الشعير - الأرز - فول صوليا - البرسيم - البنجر - البطاطس.

### ب- نباتات رباعية الكربون C4:

والنباتات في هذا النوع تنتج أحماض وسطية رباعية الكربون مثل حمض المالك والأسبارتيك (Malic, Aspartic). ومن الأمثلة عليها الذرة الشامية - الذرة الرفيعة - الدخن.

### ج- النباتات العصارية CAM:

وهي نباتات تشابه في مسار CO<sub>2</sub> نباتات C<sub>4</sub>. مثل الصبار. وعند مقارنة كفاءة التمثيل الضوئي للاستهلاك المائي للنوعين C<sub>3</sub> و C<sub>4</sub> نجد أن كفاءة النوع الرباعي الكربون يفوق نباتات C<sub>3</sub>.

## كيفية تعديل شدة الإضاءة:

في حالة زيادة شدة الضوء عن الحد اللازم. يمكن تعديل شدة الإضاءة عن طريق:

أ- اختيار المحصول المناسب (محاصيل المناطق الاستوائية تحتاج إلى شدة ضوء أعلى من محاصيل المناطق المعتدلة).

ب- تعديل كثافة النباتات. ج- تقليم النباتات.

د- تحميل المحاصيل. و- إنتاج أصناف من المحاصيل تتحمل شدة الإضاءة.