الزراعة المحمية

المحاضرة السادسة / الجزء النظري

اعداد

أ.م.د. قتيبة يسر عايد

3- الضوء Light

ان البيوت الزجاجيه والبلاستيكيه هي منشأت تستخدم للتغلب على الضروف البيئيه غير المناسبه وعليها فأن الطاقه الشمسيه يمكن ان تستخدم او تستغل بشكل اقتصادي فمثلآ يكون فصل الشتاء فصلآ غير مناسب لنمو المحاصيل الصيفيه بسبب الضروف الجوية وانخفاض درجات الحراره ما يؤدي الى عدم امكانيه الاستفاده من الطاقه الشمسيه المتاحه خلال فصل الشتاء وبعد الضوء من العوامل المهمه التي تؤثر على نمو النبات داخل البيوت الزجاجيه والبلاستيكيه وحيث الصبح التحكم في الاضاءه جزءآ مهمآ من التكنلوجيا الزراعيه المحميه ويؤثر الضوء على العديد من العمليات الفسيولوجيه في النبات عنن طريق نوعيته وطول الفتره الضوئيه ..

نوعية الضوء Light quality

ان الطاقه الشمسيه التي يستخدمها النبات والتي هي في حدود الضوء المرئي لا تمثل الا جزءآ بسيطآ من الطيف الشمسي , كما هو موضح في الشكل (20) وبغض النظر عما اذا كان الاشعاع هو اشعة كونيه ذات طول موجيه قصيره او موجات راديويه ذات اطوال موجيه طويله فأنه يعتقد بأن الاشعاع عباره عن سلسله من الموجات وكل موجه تحتوي على كميه معينه من الطاقه معتمدآ على موقعها في الطيف الشمسي وتقاس نوعية الضوء بطول الموجه Wave length وهوعبارة عن المسافه بين نقطتين متماثلتين ويمكن حساب كميه الطاقه في طول موجي معين حيث تزداد كميه الطاقه مع قطر طول الموجه اي ان العلاقه بين طول الموجه وكميه الطاقه التي تحويها علاقه عكسيه لذلك فأن اشعه اكس التي تتميز بقصر طول الموجه لها قابلية عاليه على الاختراق وليس كل الاطوال الموجيه في الطيف الشمسي ذات فائده بالنسبه للنبات فمثلآ الاشعه فوق البنفسجيه Ultraviolet تسبب تلف الخلايا النباتيه وكذلك حدوث الطفرات وعلى العكس من ذلك فأن الاطوال الموجيه التي تتراوح ما بين ال 400,700 والتي هي في حدود الضوء المرئي Visible light تعد مهمه لنمو النبات وتطوره ان طول الموجه يحدد لون الضوء حيث ان اقصر الاطول الموجيه يعطي لونآ بنفسجياً اما الاطوال الموجيه الاطول فأنها تعطي الوان مختلفه فمثلآ عند طول موجي 460 يكون الون ازرق وعند طول موجي 510 nm يكون لون اخضر وعند طول موجي 75 nm يكون لون اصفر وعند طول موجي 610 nm يكون لون برتقاليلآ اما عند طول موجي 650nm سيكون لون احمر .

شدة الاضاءة Light intensity

يعد ضوء الشمس المصدر الرئيس للطاقه ويبين الشكل (23)كميه الطاقه المتسلمه عند مستوى سطح البحر حيث يظهر ان اكثر من نصف الاشعه الشمسيه حوالي 52% هي عند طول موجي اكثر من 70nm , و 44% من الاشعه الشمسيه هي عند طول موجي يتراوح ما بين 400-300 nm ان الموجات التي طولها 230nm تترشح في الجو الخارجي قبل وصولها الى النبات ويمكن ان تتأثر كميه الطاقه التي تصل سطح الارض بعوامل متعدده منها الانعكاس, ودوران الارض , وطوبغرافيه الارض , ووجود الغيوم , والغبار ويلعب دوران الارض لوحده دورآ كبيرآ في هذه الاختلافات . ونتيجه لدوران الارض فأن الاشعه الشمسيه التي تصل سطح الارض تتغير بمقدار ثابت كما موضح في الشكل (24) . حيث يلاحظ بأن الاختلافات في شدة الاضاءة عند خط الاستواء طفيفه على مدار السنه لكن كلما ابتعدنا عن خط الاستواء بأتجاه القطبين فأن الاختلافات في شده الاضاء تزداد بين اشهر السنه .كذلك فأن شدة الاضاءة عندما تكون اقصى مايمكن في النصف الشمالي من الكرة الارضيه فأنها تكون اقل ما يمكن في النصف الجزئي من الكره

الارضيه خلال ذات الوقت من السنه . وعند خط عرض 40 او اكثر تعد الطاقه الشمسيه عاملا محدداً لنمو النباتات خلال فصل الشتاء وذكر Hanan (1968) ان عدد الايام المشمسه او عدد ساعات

الاضاءة يعد العامل الاساسي عندما يتم تقويم منطقه لمعرفه مدى ملاءمتها للبيوت الزجاجيه وفي المناطق التي يكون فيها عدد ساعات الاضاءه اقل من 4,5 ساعه يومياً خلال فصل الشتاء فأن الضوء الاضافي الصادر من مصابيح ذات شدة اضاءه عاليه يعد ضرورياً بالنسبه لنمو النباتات . ويمكن ان تتأثر شده الاضاء

بوجود سحب الدخان فقد ذكر Scuhuck واخرون (1970) ان الدخان في المناطق الصناعيه المزدحمه يمكن ان يقلل من شدة الاضاءه الكليه الى حوالي 30%, وكذلك وجود الضباب في المناطق المنخفضه يؤثر على شده الاضاءه .

طول النهار Daylength

ان الاختلافات الموجوده في طول فتره الليل والنهار تعتمد على خطوط العرض . اذ يتغير طول النهار بصوره منتظمه مع المواسم اكثر مما هو في حالة شدة الاضاءة والاختلافات الموسميه في طول النهار تعد طفيفه بالقرب من خط الاستواء .لكن كلما ابتعدنا عن خط الاستواء فأن هذه الاختلافات تزداد

تأثير الضوء Effect of Light

ان تأثير الضوء على نمو وتطور النبات يمكن ان ينقسم الى ثلاثة اقسام وهي :

1- تأثير الضوء على عملية التركيب الضوئي

2- تأثير الضوء على دراجة حرارة النبات وفقد الماء

3- تأثير الضوء على عملية التزهير

تتأثر عملية التركيب الضوئي وفقد الماء عادة بشدة الاضاءة العالية لكن عملية التزهير تتأثر بشدة اضاءة اقل من 10.8 لوكس (1 شمعة . قدم او 0.5 – 1 واط / م^2)

1- تأثير الضوء على عملية التركيب الضوئي :

في الورقة المنفردة تزداد عملية التركيب الضوئي بسرعة عند زيادة شدة الاضاءة , وتصل الى اقصى حد عند شدة اضاءة منخفضة تقدر بحوالي (86 – 108 واط / م^2) لكن عند زيادة كثافة المجموع الخضري يلزم الحصول على نفس كفاءة عملية التركيب الضوئي زيادة شدة الاضاءة الشكل (26) حيث ان المجموع الكلي لا يصل الى حالة التشبع الا عندما تصل شدة الاضاءة 500 واط/ م^2 . ويرجع السبب في ذلك الى ان الاوراق الداخلية تظلل بعضها بعضا لذا يلزم زيادة شدة الاضاءة من اجل ان تتشبع جميع الاوراق بالضوء .

ويبين الشكل (27) تأثير مستويات مختلفة من شدة الاضاءة وتركيز ثاني اوكسيد الكربون على معدل عملية التركيب الضوئي لنبات الخيار. حيث يظهر ان معدل عملية التركيب الضوئي يزداد بزيادة كل من شدة الاضاءة وتركيز ثاني اوكسيد الكربون . وتختلف الاحتياجات الضوئية باختلاف الانواع النباتية ومرحلة نمو النبات وظروف النمو السابقة .

2- تأثير الضوء على درجة حرارة النبات وفقد الماء :

ان جزء بسيطا من الطاقة الشمسية تقدر بـ 5% فقط تستخدم في نمو النبات ولذللك يجب التخلص من الطاقة المتبقية .

وهنالك عدة طرق لتخلص من هذه الطاقة وهي :

1- الانعكاس 2- النفاذية 3- الحمل

4- اشعاعات حرارية نتيجة زيادة درجة حرارة النبات 5- النتح

وتعد عملية النتح الطريقة الرئيسية للتخلص من الطاقة الزائدة .حيث ان الاساس في عملية النتح هو تحويل الماء في النبات الى غاز يمر من خلال الثغور الى الخارج . اعتمادا على الظروف فان 70-90% من ضوء الشمس يستخدم في تبخير الماء . فاذا ما اغلقت الثغور لسبب ما فان عملية النتح تتوقف , ويصحب ذلك ارتفاع درجة حرارة النبات الشكل (29) كذلك فاذا ما جفت التربة او حدث ضرر للمجموعة الجذرية او زادت كمية الماء المفقود من قبل النبات عن كمية الماء الممتص من قبل الجذور فان النبات سوف يذبل وفي هذه الحالة سترتفع درجة حرارة النبات .

3- تأثير الضوء في عملية التزهير :

يلزم بعض المحاصيل التعرض لفترات معينة من الضوء و الظلام لتزهر ولا تؤثر الاضاءة على ازهار المحاصيل وحسب , بل انها تؤثر على التعبير الجنسي في العائلة القرعية فتزداد نسبة الازهار المذكرة الى الازهار المؤنثة بزيادة شدة الاضاءة وطول الفترة الضوئية التي تتعرض لها النباتات .

وتقسم النباتات حسب استجاباتها للفترة الضوئية اللازمة لا زهارها الى ثلاثة اقسام رئيسية :

1- نباتات النهار الطويل (LDP) Long- Day Plants

وهي النباتات التي تزهر اذا تعرضت الى فترة ضوئية اطول من الفترة الضوئية الحرجة , ويسرع ازهار مثل هذه النباتات بزيادة المدة الضوئية التي تتعرض لها مثل القرنفل .

2- نباتات النهار القصير (SDP) Short – Day Plants

وهي النباتات التي تزهر اذا تعرضت الى فترة ضوئية اقل من الفترة الضوئية الحرجة , ويسرع ازهار مثل هذه النباتات بزيادة فترة الظلام التي تتعرض لها مثل الداوودي .

3- النباتات المحايدة Day –Neutral Plant

وهي النباتات التي لا توجد علاقة بين ازهارها وطول الفترة الضوئية التي تتعرض لها مثل الطماطم والخيار و الفلفل

تعد الاوراق مناطق استجابة النبات للفترة الضوئية لكي تزهر سواء اكانت نباتات نهار طويل ام نباتات نهار قصير.

كيفية استجابة النباتات لتأثير طول الفترة الضوئية :

ترجع استجابة النباتات لتأثير طول الفترة الضوئية الى وجود صبغة تعرف بالفايتوكروم Phytochrome في اوراق النبات الشكل (30) يبين مخططا بسيطا لصبغة وهي تستجيب للبيئة في احد الطرق الثلاثة الاتية .

1- طول الموجة للضوء الساقط على الانسجة الخضراء .

2- طول فترة الظلام .

3- درجة الحرارة التي يحدث عندها التحويل الظلامي .

هنالك صورتان لصبغة الفايتوكروم وهما P_{730} ,P_{660} اذ يمكن ان تتغير من شكل الى اخر بواسطة الاشعة الحمراء و التحت الحمراء . فعند تعرض الاوراق الى اشعة حمراء وبطول موجي 660 nm فان الصبغة سوف تتحول الى p_{730} . لكن عند تعرض الاوراق الى اشعة تحت الحمراء بطول موجي 730nm فن الصبغة سوف تتحول الى p_{660} عندما الشكل P_{730} يتراكم داخل الاوراق فانه سوف يدفع نباتات النهار الطويل للا زهار ويمنع نباتات النهار القصير من الازهار ويحدث العكس عندما الشكل P_{660} يتراكم داخل الاوراق . وفي اثناء الظلام نجد ان P_{730} سوف يتحول الى P_{660} , والاختلافات التي يمكن توقعها على الانواع الحساسة للنباتات موضحة في الشكل.

وعمليا يقوم المزارع بإطالة فترة الظلام لتحفيز التزهير في نبات الداوودي تحت ظروف النهار الطويل . وتقصير طول فترة الظلام في الشتاء لمنع التزهير , اذا ان طول فترة الظلام هو الذي يحدد الاستجابة لعملية التزهير .

التحكم في طول الفترة الضوئية

يعد التحكم في طول الفترة الموجية بإطالتها او تقصيرها احدى المعاملات الزراعية الروتينية في الانتاج لبعض الزهور بغية التحكم في موعد ازهارها

اطالة قترة الظلام

ان اكثر الطرق استخداماً في اطالة فترة الظلام هي تغطية النباتات بمادة تقلل من شدة الاضاءة تحت 22 لوكس (2 شمعة قدم) وهناك العدد من الطرق المستخدمة تعتمد على المساحة المراد تغطيتها وترتيب المناضد وهيكل البيت الزجاجي ان اكثر المواد استخدماً هو القماش الاسود الذي عادة تغطى به النباتات ما بين الساعة الرابعة عصرا والسادسة والنصف مساء ثم يزال الغطاء ما بين الساعة السابعة والتاسعة صباحا وهذا الوقت يمكن ان يتغير معتمدا على الظروف الجوية للمنطقة وعلى الرغم من ان القماش الاسود مكلف فانه يعد الوقت ذاته منقذا لبخار الماء مقللا بذلك احتمال تكثف البخار على مجموع الخضري .

وأيا كانت المادة المستخدمة في التغطية فانها تسبب زيادة درجة الحرارة تحت الغطاء وتكاليف العمل في البيوت الزجاجية فيما يخض وضع وازالة الغطاء من على النباتات تكون عالية وفي هذه الحالة يفضل استخدام الطريقة الميكانيكية .

تعتمد كمية الضوء المسموح به تحت الغطاء على نوع النبات فبنت القنصل حساسة لشدة اضاءة اقل من 10 لوكس (1 شمعة قدم) وقد تؤثر اضوية الشوارع الخارجية على عملية التزهير كذلك فان الفتحات التي توجد عند محل اتصال القطع او نتيجة تمزق القماش يجب تجنبها لا نها تسمح بدخول كمية الضوء خلالها مما يؤثر على عملية التزهير .

تقصير فترة الظلام

ان المصابيح الاعتيادية (الانكاد سنت) هي من اكثر المصابيح استخدما لقطع فترة الظلام الى دورات قصيرة لغرض التحكم في تزهير النباتات (الشكل 32) وذلك سبب كمية الاشعة الحمراء التي تبعثها هذه المصابيح وهي اهمية كبيرة في التأثير على الفترة الضوئية التي يتعرض لها النبات . فقد وجد ان خطا واحدا من مصابيح الانكادسنت 60 واط والتي تبعد بعضها عن بعض بمسافة 1.2م وتعلو على سطح التربة بمسافة 1.5م يكفي لإضاءة حوض بعرض 1.2م . ولإضاءة حوضين فان خطا من مصابيح الانكادسنت 100واط التي تبعد بعضها عن بعض بمسافة 1.9م يعد كافيا , ولإضاءة ثلاثة خطوط فان خط من مصابيح الانكادسنت 150واط التي يبعد بعضها عن بعض بمسافة 1.9م يعد كافيا . وعلى الرغم من ان شدة الإضاءة 1000 شمعة قدم تكون كافية لنمو بعض النباتات الا ان 2000 – 3000 شمعة قدم هي شدة الإضاءة المثلى لأغلب النباتات.

تقطع فترة الظلام عادة بعملية الاضاءة لمدة 4 ساعات مابين الساعة العاشرة مساء والثانية بعدة منتصف الليل . ويجب ان تكون مدة الظلام اقل من 7 ساعات .

التحكم في شدة الاضاءة

1- خفض شدة الاضاءة :

خلال فصل الصيف في الاجواء المشمسة بالمناطق الحارة تزداد شدة الاضاءة بدرجة كبيرة حيث يتحول جزء من الاشعاع الشمسي الى طاق حرارية مسببا بذلك رفع درجة الحرارة داخل البيت , لذلك يلزم خفض شدة الاضاءة , ويمكن اجراء ذلك اما برش البيت الزجاجي من الخارج بمستحلب من الطين او الجير لكن عيوب هذه الطريقة سهولة غسل الجير بالأمطار مما يتطلب اعادة طلاء البيت فضلا عن ان الجير يسبب تآكل قضبان الالمنيوم و اغطيتها ويزيد من تلف المعجون . كما يمكن خفض شدة الاضاءة باستخدم شباك التظليل المناسبة التي يمكن بواسطتها خفض شدة الاضاءة الى حوالي 10-90% حسب الحاجة . كما يستعمل قماش الململ الذي يقلل شدة الاضاءة بنسبة 10-15% او مادة الموزلين التي تقلل شدة الاضاء الى النصف,

2- زيادة شدة الاضاءة

في المناطق التي تقع عند خط عرض 40 فاكثر تعد شدة الاضاءة عاملا محددا لنمو النبات في اثناء فصل الشتاء مما يتوجب بعض الاضاءة الصناعية . ومصابيح الانكادسنت نادرا ما تستخدم لأغراض زيادة شدة الاضاءة لأنها قليلة الكفاءة مقارنة بالأنواع الاخرى من المصابيح

ان مصابيح الانكادسنت تبعث اشعة من طول موجي حوالي nm350 وتستمر بالزيادة حيث ان اغلب الطاقة بحدود الاطوال الموجية الحرارية (الاشعة تحت الحمراء) . وان قابلية المصابيح في تحويل الطاقة الكهربائية الى ضوء مرئي في حدود طول موجي يتراح بين nm700-400 هي اقل من 5-7% بصورة عامة. لذا فأن هذه المصابيح تعد قليلة الكفاءة في زيادة شدة الاضاءة اللازمة لعملية التركيب الضوئي .

ومن المصابيح الشائعة الاستعمال لغرض زيادة شدة الاضاءة

الفلورسنت fluorescent , ميتال هالايد metal halide , مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالي High pressure sodium.

ويختلف الضوء الصادر من هذه المصابيح باختلاف الأنواع . فمثلا في مصابيح الصوديوم اغلب الطاقة تتركز عند الاطوال الموجية للون الاحمر بين ما في ال ميتال هالايد فانه يوجد توازن في توزيع الطاقة بين الاطوال الموجية للون الازرق و الاحمر .

<u>قياس الضوء</u>

هناك نوعان من الاجهزة التي تستخدم لقياس الضوء وهي :

1- Photometric Sensors

هذه الاجهزة يمكنها قياس الطاقة في حدود الطيف المرئي (400-700) وعليه فان هذه الاجهزة تستجيب للضوء بطريقة مماثلة لعين الانسان . حتى جهاز قياس شدة الاضاءة المستخدم في الكاميرات فانه يمكن استخدامه . اما وحدات قياس الضوء بهذه الاجهزة فهي شمعة قدم Foot-candles , لوكس Lux , ولومن Lumens.

2- Radiometric sensors

تستخدم هذه الاجهزة لقياس طاقة الاشعاع في حدود الطيف الكلي بطول موجي يتراوح بين 300-3000 nm في بعض الوحدات المطلقة مثل الواط watts , الايرك ergs , الكالوري Calories