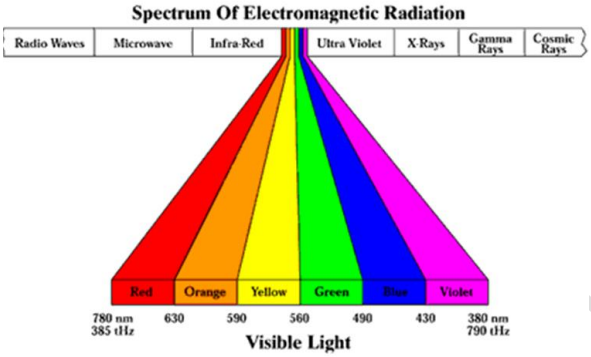
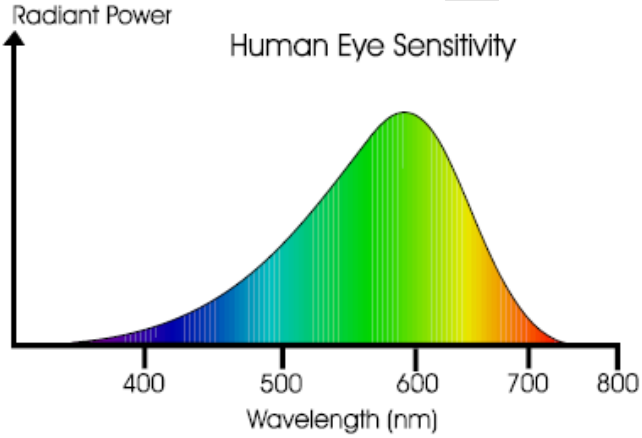
# الضوء Light

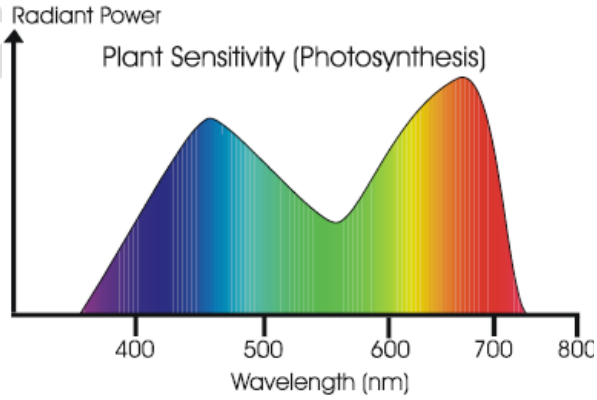
يعد الضوء من العوامل المؤثرة في نمو النبات داخل البيوت المحمية وهو يختلف في شدته intensity ونوعيته quality ومدته duration وهذه العوامل تؤثر بشكل او بآخر في نمو النباتات.




طيف الإشعاع الكهرومغناطيسي ويوضح فيه الضوء المرئي Visible light




حساسية العين البشرية لطول الموجة الضوئية




العلاقة بين عملية البناء الضوئي وطول الموجة الضوئية

## شدة الضوء light intensity

عبارة عن كمية الضوء الساقطة التي يستلمها النبات اهم وحداته شمعة قدم foot candle ( وهي كمية الضوء الناتج من شمعة قياسية على حاجز افقي على بعد مسافة قدم واحد اوهي كثافة الاشعاع المستند الى العين البشرية فطول موجة 550 نانومتر يكون له تقدير شمعة قدم اعلى من الضوء على طول موجة 500 نانومتر لان العين البشرية اقل حساسية لهذا الضوء.

## تأثير شدة الاضاءة في عملية البناء الضوئي

ان زيادة شدة الإضاءة تؤدي الى زيادة عملية البناء الضوئي ولكن في حدود معينة نجد ان زيادة شدة الإضاءة تؤدي الى عدم زيادة عملية البناء الضوئي وحتى الى نقصانها والنقصان في الوزن الجاف للنبات بسبب الوصول الى نقطة التشبع او وجود بعض العوامل المحددة او التأثيرات الضارة لشدة الاضاءة او مايعرف بالأكسدة الضوئية photo oxidation كما يؤدي الى هدم صبغات النبات ويصبح لونه باهت غير قادر على الاستمرار في النمو الطبيعي وفي الورقة المفردة تزداد عملية البناء الضوئي بزيادة شدة الإضاءة وتصل أقصى حد لها عند شدة الإضاءة المنخفضة ولكن زيادة كثافة المجموع الخضري يلزم للحصول على نفس كفاءة عملية البناء الضوئي زيادة شدة الاضاءة فالنبات لايصل الى حالة التشبع الا عندما تزداد شدة الاضاءة لان الاوراق الداخلية تظلل بعضها بعضا لذا يلزم زيادة شدة الإضاءة من اجل ان تتشبع جميع الاوراق ( الرسم البياني في صفحة 82 في الكتاب).

وفي الطماطة عندما لا تتشابك اوراق النبات مع اوراق النباتات الأخرى فان حالة التشبع الضوئي light saturation يمكن الوصول اليها عند شدة اضاءة 2000 -3000 شمعة قدم او حوالي $\frac{1}{5}$ الى $\frac{1}{3}$ شدة اضاءة الشمس المباشرة عند ذروة الظهر

| طول النهار (ساعة) | شدة الاضاءة (شمعة قدم) | | |
|---|---|---|---|
| | 750 | 1500 | 3000 |
| 9 | 8 | 7 | 5 |
| 12 | 8 | 7 | 6 |
| 18 | 9 | 8 | 6 |

**تأثير طول النهار وشدة الإضاءة في عدد الأوراق التي تتكون قبل النورة الزهرية الاولى في نبات الطماطة**

فعند شدة الاضاءة 3000 شمعة قدم وطول نهار9 ساعة تؤدي الى الاسراع بالتزهير، إذ يتكون العنقود الزهري الأول بعد تكوين 5 اوراق.

ان شدة الإضاءة ودرجة الحرارة تحدد كمية المواد المصنعة في عملية البماء الضوئي والمتوفرة لنمو النبات بينما يحدد النتروجين كيفية استعمال هذه المواد بواسطة النبات.

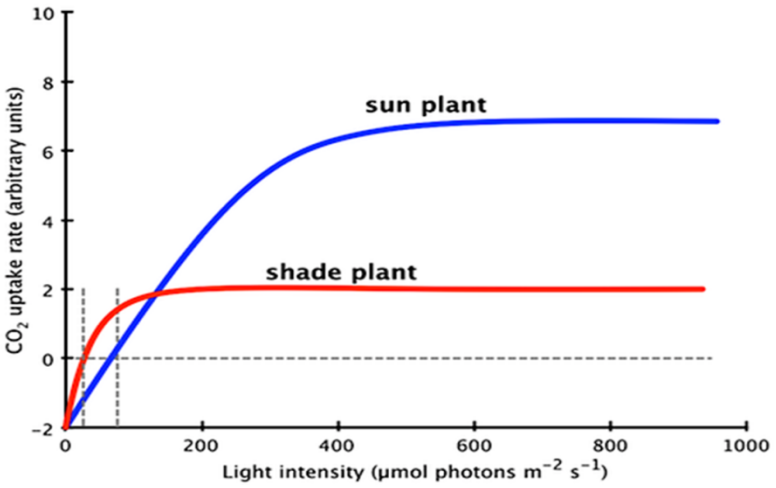
فعند درجة الحرارة الموصى بها فان شدة الإضاءة المنخفضة تحد من عملية البناء الضوئي وتجهيز المواد الغذائية وبالتالي فان الكمية الكلية من الوزن الرطب التي يمكن ان تنتج تكون قليلة ومن الطبيعي لايمكن زيادة الوزن الرطب او الجاف في النبات بدون كميات اضافية من نواتج البناء الضوئي وهذا يعني الحاجة الى شدة اضاءة أكثر.

ان عملية نمو النبات وإنتاج خلايا جديدة تكون نتيجة اتحاد N مع الكربوهيدرات لتكوين البروتينات والاحماض الامينية وكلما كانت كمية الكربوهيدرات المتوفرة عالية نتيجة زيادة عملية البناء الضوئي عند شدة الاضاءة العالية كلما كان تصنيع البروتين اكثر عند اضافة كميات من الاسمدة النتروجينية للنبات والتي تستطيع الاستفادة منها وهذا مايعمل عادة في الايام المشمسة عندما تكون شدة الاضاءة عالية. وهذا يفسر حاجة النباتات العالية في الصيف الى الاسمدة الكيميائية اكثر من حاجتها في الشتاء اما في الشتاء والايام الغائمة فان شدة الاضاءة تكون

منخفضة وبذلك تكون كمية الكاربوهيدرات المصنعة قليلة وان اضافة كميات من N للنبات يكون مضرا اما في الايام المشمسة فنجد ان اضافة N هو ضروري للمحافظة على نمو جيد ومستمر في النبات وتكوين الاحماض الامينية.

## تقسم النباتات حسب حاجتها الى شدة الاضاءة الى نباتات محبة للشمس ونباتات الظل

| نباتات محبة للشمس *sun plants* | نباتات محبة للظل *shade plant* |
|---|---|
| • وهي النباتات التي تستطيع ان تنمو قي ضوء الشمس الكامل بدون ضرر | • وهي النباتات التي تضرر عند تعرضها الى شدة اضاءة اعلى من مستوى معين وينتج الضرر من الاكسدة الضوئية للكلوروفيل |
| • اوراقها تكون سميكة وذات مساحة اصغر وجدران خلاياها اسمك وتحتوي على الكيوتكل وعدد ثغور اكبر | • عدد ثغورها اقل وجدران خلاياها غير سميكة |
| • سيقانها قصيرة وسميكة وذات وزن جاف اكبر | • سيقانها طويلة ورفيعة وذات وزن جاف اقل |
| • تتشبع ضوئيا عند 2000-3000 شمعة قدم ( اي لها نقطة تعادل ضوئي عالية) | • تتشبع ضوئيا عند 500-1000 شمعة قدم ( اي لها نقطة ضوئي منخفضة) |




## نقطة التعادل الضوئي light compensation point

وهي شدة الضوء الذي يتساوى في استغلال كمية $CO_2$ المنطلقة من التنفس مع كمية $CO_2$ المستعملة في البناء الضوئي ويجب ان يتجاوز النبات تلك النقطة لكي يعيش وينمو.

### التحكم في شدة الاضاءة

اولاً: زيادة شدة الاضاءة

في بعض المناطق وخاصة خلال الشتاء تكون شدة الإضاءة قليلة يكون نمو النبات ضعيف او محدود ويمكن تلافي ذلك بالاضاءة الصناعية كما توجد عوامل أخرى لزيادة شدة الإضاءة وهي

1. تبديل الزجاج ضروري بعد 15-20 سنة بسبب تدهور المركب المستعمل في تثبيت الزجاج كما انه كلما عمر الزجاج يصبح أكثر خشونة

2. المحافظة على الزجاج نظيف مهم جدا فيجب إزالة مواد التظليل في الخريف في المناطق الصناعية او التي تكون فيها كمية الامطار قليلة
3. يمكن تركيب الأسطح العاكسة في الجدار الشمالي للبيت الزجاجي للبيوت المتجهة من الشرق الى الغرب، إذ تؤدي الى اقتناص جزء من اشعة الشمس عندما تكون زاوية الشمس منخفضة. ان عاكس الالمنيوم يؤدي الى زيادة شدة الضوء بحوالي 20-30 % اثناء الشتاء
4. صبغ المباني القريبة من البيوت بين فترة وأخرى باصباغ فاتحة، إذ يساعد على عكس الضوء الى داخل البيوت المحمية القريبة منها ( اي استعمال الضوء المنعكس reflected light.
5. من العوامل التي تؤثر في الضوء النافذ الى البيت المحمي هي اليوم من السنة والساعة من اليوم، خط العرض، الظروف المناخية المحلي، نوعية الطيف وخصائص مادة الغطاء.

## انواع المصابيح

1. المصابيح الاعتيادية (المتوهجة او التنكستن او الانكادسنت Incandescent lamp
تشع الضوء نتيجة تسخين شعيرة التنكستن (الاسلاك) الى درجة حرارة عالية جدا تنتج طيفا مستمرا من الأشعة الزرقاء الى تحت الحمراء ولكن الإشعاع الذي تحدثه خلال الطيف المرئي يقع بدرجة رئيسية في far red , red وان الجزء الأكبر من الأشعة يقع الأحمر البعيد far red. ان قابلية المصابيح على تحويل الطاقة الكهربائية الى ضوء مرئي يتراوح بين 400-700 nm هي اقل من 7.5% لذا تعد هذه المصابيح قليلة الكفاءة في زيادة شدة الضوء اللازمة لعملية البناء الضوئي وتستعمل لإطالة طول النهار أو قطع فترة الظلام. ومن عيوبها تحويل الطاقة الكهربائية الى حرارية وتكون نوعية النباتات في البيوت المحمية رديئة عند استعمال مستويات عالية من الأشعة من تلك المصابيح إثناء الليل لزيادة البناء الضوئي نتيجة لكونها غنية far red.
تعتبر رخيصة الثمن الا ان عمرها $\frac{1}{10}$ عمر الفلوريسنت.

Incandescent lamp

2. **مصابيح الفلوريسنت Fluorescent lamp** كمية الإشعاع المرئي التي تصدره عالي، إذ تحول 30% من الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية ويمكن تحسين كفاءتها بخلطها مع المصابيح الاعتيادية من عيوبها مكلفة وتركيبها ينتج تظليل غير مرغوب

Fluorescent lamp

3. LED grow light

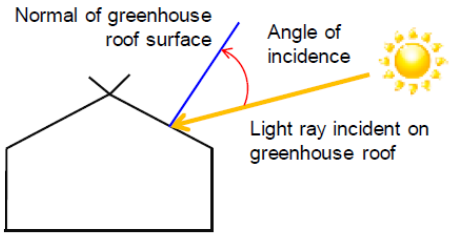
وهي احدث مصابيح للبيوت الزجاجية طاقتها كافية لنمو النبات وذلك بتوفيرها الطيف المثالي لنمو النبات ( الأحمر والأزرق ) مصممه مع مراوح وكمية الحرارة المنبعثة منها قليلة.

LED grow light

## زاوية السقوط Angle of Incidence

هي الزاوية بين اشعة الشمس والخط الوهمي المتعامد مع سطح الزجاج

ان ميل سقف البيت الزجاجي هو مؤشر مهم في تصميم البيت الزجاجي .وان أقصى طاقة ضوئية تنفذ الى البيت الزجاجي عندما تتعامد اشعة الشمس مع سطح الزجاج.وهذا يحدث في وقت قصير في اليوم. وقد وجد انه كلما كانت زاوية الميل السقف كبيرة كلما كانت زاوية السقوط صغيرة.




زاوية السقوط

ثانيا: تقليل شدة الاضاءة في الكتاب صفحة 90