

## تأثير الإشعاع فوق البنفسجية على اشجار النخيل

أ.د. عبد الباسط عودة ابراهيم  
خبير استشاري في بستنة وفسولوجي نخلة التمر

الشمس هي المصدر الرئيسي للإشعاعات ، حيث أن الغلاف الجوي يستمد حرارته كلها تقريباً من جسم الشمس ، فلا تساهم حرارة باطن الأرض في حرارة الغلاف الجوي بأي نصيب يذكر ، لان سمك القشرة الأرضية كفيلاً بأن يحول دون وصول الحرارة الباطنية إلى السطح ، إلا في حالات نادرة عندما تجد حرارة الباطن منفذاً لها إلى السطح الخارجي للقشرة الأرضية ، كما هو الحال في فوهات البراكين والنافورات الحارة ، ومع ذلك فإن تأثير هذه الحرارة ضعيف جداً بالنسبة لتأثير الحرارة المستمدة من الشمس ، والتي هي كتلة غازية ملتهبة يبلغ حجمها حوالي مليون مرة حجم الكرة الأرضية ، بينما يبلغ قطرها قدر قطر الأرض بأكثر من 100 مرة ، وتقدر درجة حرارة سطحها بنحو 6000 درجة مئوية بينما تبلغ حرارة مركزها أكثر من 20 مليون درجة مئوية . ومن هذا الجسم الهائل الضخامة الملتهب تخرج أشعة قوية وتندفع في الفضاء في شكل موجات تنتشر بسرعة الضوء المعروفة ( 311 ألف كم / ثانية ) تصل إلى الأرض بعد مرورها في الفضاء الخارجي لمسافة 93 مليون ميل ، ولكن لا يصل إلى سطح الأرض من هذه الأشعة إلا القدر الضئيل والذي يقدر بحوالي جزء من 2 مليار جزء ، وهذا الجزء لا يصل كاملاً إلى سطح الأرض لان الأوكسجين الذرى في طبقة الأيونوسفير وطبقة الأوزون يعملان على امتصاص جانباً من الأشعة فوق البنفسجية (حوال 2.1 % من الإشعاع الشمسي)،

### • الإشعاع الشمسي Solar Radiation

الأشعة الشمسية أو ضوء الشمس مجموعه من الموجات الكهرومغناطيسية، فالضوء يسير بموجات Electromagnetic اطوالها بين 400 الى 750 ما يكرون (نانو ميتر) والذي هو جزء من المليون جزء من المتر(الميكرون = 1/ 1000 من المليمتر/ 1000000 / 1 أو من المتر). يمكن للإنسان رؤية جزء منها الضوء المرئي والباقي لا يري بالعين المجردة . تتميز الأشعة المرئية من طيف الشمس بأنها تتكون من أشعة لونية من الأحمر وتكون موجاته طويلة يبلغ طولها 700 نانومتر إلى البنفسجي وموجاته قصيرة وطولها 400 نانومتر وهي ألوان قوس قزح. الإشعاع الشمسي مجموعة من الإشعاعات الاثيرية مصدرها الشمس وهو المصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوي، يساهم بأكثر من 99.97% من الطاقة المستغلة بالغلاف الجوي على سطح الارض أما المصادر الباقية للطاقة والمتمثلة بطاقة باطن الارض وطاقة النجوم والمد والجزر فأنها لا تسهم الا بقسط ضئيل جدا لا يزيد عن 0.3 % والإشعاع الشمسي يتألف من ثلاث رئيسية من الأشعة هي:

### أ-الأشعة الحرارية Heat Rays

اشعة غير مرئية للطيف الكهرومغناطيسي تعرف بالأشعة تحت الحمراء Infrared Rays وتنتمي الى مجموعة الاشعة ذات الموجات الطويلة ونسبتها 49% من مجموع الإشعاع الشمسي ويسهم الجزء الاكبر من هذه الاشعة في رفع درجة حرارة سطح الارض والغلاف الجوي ولها أثر كبير في الدراسات المناخية. وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.7 إلى 0.8 ميكرون، (فوق 750 نانوميتر) وهي بذلك أطول موجات الأشعة الممثلة للإشعاع الشمسي.

### ب-الأشعة الضوئية Light Rays

أشعة مرئية وتعرف بضوء النهار تقدر نسبتها حوالي 43% من جملة الإشعاع الشمسي ، وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.4 - 0.7 ميكرون ، وتصل إلى أقصى حد لها في منتصف النهار وتزيد في الصيف عنها في الشتاء ، وتتصل اتصالاً وثيقاً بنمو النباتات وعملية إزهارها ، وتتكون هذه الأشعة من ألوان متعددة أهمها البنفسجية والزرقاء والخضراء والصفراء والحمراء ، والتي ينتج عن اختلاطها مع بعضها تكون الضوء الأبيض الذي نعرفه بواسطة مؤشر زجاجي Prism ، أو عند سقوط هذه الأشعة على السحب العالية وظهورها بشكل قوس ضوئي ملون يعرف باسم قوس قزح Rain Bow ، والذي ينتج عن انتشار هذه الأشعة فوق أسطح البلورات الثلجية المكونة للسحب العالية .

## ج- الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Rays

أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية (لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة)، قصيرة الموجة، ويتراوح طول موجاتها ما بين حوالي 0.1 إلى 0.4 ميكرون. (100-400 نانومتر)، وهي دون 390 نانو متر وتشكل حوالي 7% من جملة الأشعة الشمسية وتكون مفيدة للإنسان عندما تصله بكميات قليلة إذ تساعد على علاج بعض الأمراض وخاصة الكساح وذلك لقدرتها على تكوين فيتامين (D) وكما ان لهذه الأشعة اضرار بالغة على الانسان وجميع الكائنات الحية كونها شديدة التأثير على بعض التفاعلات الكيميائية. ولها تأثير على المناخ ومن حسن الحظ لا يصل منها الى الارض الا نسبة قليلة جدا وذلك لامتناسها من قبل غاز الأوزون الذي يوجد على ارتفاع 35 كم، تنبعث الأشعة فوق البنفسجية مع أشعة الشمس وتنقسم الى ثلاث درجات (UVA, UVB, UVC) حسب طول الموجة. وتمتص معظم الأشعة فوق البنفسجية عن طريق طبقة الأوزون في الغلاف الجوي، حيث تمتص الدرجة الأقصر (UVC) بالكامل ومعظم الدرجة المتوسطة (UVB)، أما الدرجة الأطول من الأشعة فوق البنفسجية (UVA) فلا تمتص في طبقة الأوزون. ما تبقى من الأشعة الشمسية ويقدر 1% فتكون بشكل موجات سينية وامواج كاموراديوية ، وستنترق الى الاقسام الثلاث للأشعة فوق البنفسجية.

### 1) الأشعة فوق البنفسجية (UVA)

يطلق عليها الضوء الأسود (Black Light)، حيث تمثل الكمية الأكبر من الأشعة التي تصل إلى سطح الارض (95%)، وهي أقل كثافة، لكنها أكثر انتشارا واختراقا لطبقات الجلد من الأشعة UVB. طولها الموجي 320-400 نانومتر بإمكانها اختراق الزجاج والسحب بسهولة، كما انها تخترق طبقات الجلد الأولى والتي يظهر منها معظم سرطانات الجلد وسرطان الخلايا القاعدية. وتعتبر مفيدة لحياة النباتات على الأرض، كما أنه يتم استخدامها في العديد من التطبيقات الطبية.

### 2) الأشعة فوق البنفسجية (UVB)

تشكل هذه الأشعة ما يقارب 5% من الأشعة فوق بنفسجية و0.5% من الإشعاع الكلي الذي يصل إلى الارض، وتختلف الكمية الواصلة للأرض باختلاف الوقت والجو والفصل من السنة. فالزجاج العادي والسحب قادرة على حجب هذه النوع من الأشعة، وتعتبر هذه الأشعة ضارة لصحة الانسان، وهي المسؤولة عن 90% من الاحمرار والالام المصاحبة لحروق الشمس. طولها الموجي 290-320 نانومتر.

### 3) الأشعة فوق بنفسجية (UVC)

تعرف بالإشعاع المبيد للجراثيم، حيث يمكن امتصاصها بشكل قوي بواسطة الحمض النووي لذلك تعتبر قاتلة للخلايا الحية والبكتيريا، تستخدم لتنقية الهواء والماء، ويجب توخي الحذر وتجنب تعرض الجلد والعين لهذه الأشعة التي بدورها قد تؤدي لالتهاب القرنية والطفرة الجينية. إن هذا النوع من الأشعة هو الأكثر ضرراً من بقية أنواع الأشعة فوق البنفسجية، ولكن لحسن الحظ لاتصل لسطح الارض بسبب طبقة الأوزون. طولها الموجي 100-290 نانومتر.

### • مؤشر الأشعة فوق البنفسجية

يعمل على تصنيف مستوى الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى سطح الأرض. وهو يشبه توقعات الطقس لحد ما، ولكن بدلاً من التنبؤ بالطقس فإنه يتوقع الخطر المتوقع من التعرض المفرط للأشعة فوق البنفسجية. عندما يكون مؤشر الأشعة فوق البنفسجية عالي يعني أن هناك المزيد من الأشعة فوق البنفسجية في الوقت الحاضر، وعادة فإن مؤشر الأشعة فوق البنفسجية يبلغ ذروته بين الساعة 10:00 و 16:00 (العاشرة صباحا - الساعة الثالثة بعد الظهر) أي معدل التعرض اليومي هو خمس ساعات على الأقل.

1-2 قليل Low يعطى اللون الاخضر	3-5 متوسط Moderate يعطى اللون الاصفر	6-7 عالي High اللون البني	8-10 عالي جدا Very high اللون الاحمر	11 and More اقصى ارتفاع Extreme اللون البنفسجي
--------------------------------------	--	---------------------------------	--	--

### • تأثير الاشعة فوق بنفسجية على نمو وتطور النبات

تختلف النباتات من حيث استجابتها لمستوى الاشعاع الغير مؤين UV تبعاً لما تملكه من وسائل واليات للحماية من هذه الاشعة الضارة. ففي النباتات ذات الفلقة الواحدة يكون اتجاه الاوراق بشكل عمودي وليس بصورة منبسطة كما هو الحال في نوات الفلقتين مما يقلل من زاوية سقوط الاشعة على النبات كما ان المرستيم القمي يكون محمي من قبل الاوراق مما يقلل من تأثير الاشعة المباشر عليه. وعلى العموم هناك ثلاثة تأثيرات للأشعة فوق البنفسجية وهي:

#### اولاً-تأثيرات مورفولوجية Morphological Effects

تحدث الاشعة فوق البنفسجية تغيرات مورفولوجية وتشريحية في المحاصيل الحقلية تتمثل في (صغر حجم الورقة، والتفاف الورقة او تكويب الورقة Cupping، وتغير لون الورقة الى اللون البرونزي ويليها تكون بقع بيضاء غير منتظمة على الورقة ثم تحول هذه البقع الى اللون البني ومن ثم تموت. ان ظهور البقع البيضاء والبنية السوداء هو نتيجة انخفاض في المحتوى الكلورفيلي)، وهناك اعراض اخرى تحدث في النبات وترتبط بسمك الساق والمسافة بين العقد ومساحة الورقة وعدد الثغور وشكل الازهار. وتزداد هذه الاعراض عندما يكون ال Photosynthetic Active Radiation (PAR) قليل والذي يعرف بانه كمية الاشعاع الشمسي التي يحتاجها النبات لتفعيل عملية التركيب الضوئي. وعلى العموم قد تكون هذه التغيرات المورفولوجية التي تحدث في النبات نتيجة تعرضه للأشعة فوق البنفسجية ماهي الا دفاعات ميكانيكية لحماية النباتات من هذا المستوى العالي من الاشعاع. وتعرف مثل هذه الاستجابات المورفولوجية نتيجة الاشعاعات الشمسية بالاستجابة الضومورفولوجية Photo morphogenetic Responses. تعتبر اوراق النخيل من اكثر اوراق النباتات المتحملة للإشعاع الشمسي وهناك بعض الخصائص الضوئية للورقة تساعد على حمايتها نفسها من الاشعاع الشمسي والتي قد لا تمتلكها الثمار، والخصائص الضوئية للورقة هو التغيرات الضوئية التي تتمثل في اطياف الانعكاس Leaf Spectral Reflection واطياف النفاذية Spectral Transmittance واطياف الامتصاص Spectral Absorbance للضوء المرئي وال UV خلال فترات النمو. في معظم النباتات يزداد امتصاص الورقة للضوء المرئي خلال فصل النمو والتي تكون ما بين شهر ي نيسان و تموز والتي تقع ما بين منطقة الضوء الاخضر ذات الطول الموجي 555 نانوميتر الى الضوء الاحمر ذو الطول الموجي 680 نانوميتر. وهذا هو الاتجاه الصحيح لجميع النباتات المدروسة. وبما ان الخصائص الضوئية تبقى كلها ثابتة مستقرة عند منطقة الاشعة فوق بنفسجية فقد تم اختيار الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية بمقدار 300 نانوميتر لدراسة 35 نوعاً من النباتات. ووجد ان عامل الانعكاس للأشعة فوق البنفسجية في الانواع النباتية قيد الدراسة قليل جداً تراوح بين 4- 8% بينما كانت نسبة النفاذية بين 0- 0.17% ونسبة الامتصاص لهذه الاشعة بين 91- 95%. ومن هذا نستنتج ان أكثر من 90% من هذه الأشعة تمتص بينما يعكس السطح ما مقداره 10% فقط.

#### ثانياً- تأثيرات فسيولوجية Physiological Effects

تأثيرات على العمليات البايوكيميائية مثل (تعطيل الاغشية الخلوية، التأثيرات المتعلقة بالبروتينات، التأثيرات على الهرمونات والصبغات واخيراً التأثير على نمو النبات وعلى العمليات الخلوية مثل عملية التركيب الضوئي او عملية التنفس). ان الاضرار المتسببة عن اشعة ال UV وال PAR الواصلة الى الارض ضرورية جداً لحماية النبات وذلك لكون نسبة اشعة ال PAR الواصلة الى الارض تبقى نفسها و لا تمتص من قبل طبقة الاوزون لذا صار من المؤكد ان زيادة مستوى الاشعة الفعالة للتركيب الضوئي يستثمر ضد الاضرار السالبة الناجمة عن الاشعة فوق البنفسجية ويكون عاملاً مؤقلاً للنباتات. لذا يؤخذ بنظر الاعتبار ال PAR في الدراسات الحديثة عندما يتم تحليل تأثير الاشعة فوق البنفسجية على المحاصيل الحقلية. ان عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis هي تحويل ثاني اوكسيد الكربون والماء بوجود ضوء الشمس الى سكريات واوكسجين ويتكون الجهاز الضوئي في النبات من نظامين ضوئيين هما) النظام الضوئي الاول PS-I والنظام الضوئي الثاني PS-II). وعلى الرغم من الاشعة فوق البنفسجية B تتعدى معظم جوانب عملية التمثيل

الضوئي وتسبب الاضرار التي تلحق بالبنية الفائقة للبلاستيدات الخضراء ومعد حاصد الضوء Light harvesting complex وتراجع نشاط انزيم الروبيسكو Rubisco وهو المستخدم في تثبيت ثاني اوكسيد الكربون ومن ثم الانخفاض في انتاج الاوكسجين وتثبيت ثاني اوكسيد الكربون وانخفاض محتوى الكلورفيل والنشا) ، ان انخفاض تركيز غاز الاوكسجين الناتج من عملية التركيب الضوئي وتناقص كمية غاز ثاني اوكسيد الكربون المثبت يعني قلة الانتاج وتخريب العيد من صبغات التركيب الضوئي كما تسبب الاشعة تخريب بروتينات الغشاء البلازمي مما يحدث خلل في نفاذية الغشاء وعلى العموم تعتمد استجابات التمثيل الضوئي للنباتات تجاه الأشعة فوق البنفسجية B على انواع النباتات والاصناف والظروف التجريبية وجرعة الاشعة فوق البنفسجية ونسبة الاشعاع PAR

### التركيب الضوئي في نخلة التمر

إن نخلة التمر من خلال عملية البناء الضوئي تمتص غاز ثاني اوكسيد الكربون وتنتج السكر والأوكسجين وفق المعادلة المعروفة:



وأشار Sharif وآخرون (2011) إلى أنه وفق المعادلة كمية 1.46 طن من غاز ثاني اوكسد الكربون +1.2 طن من الماء وبفعل البناء الضوئي ينتج لنا 1 طن من السكر +0.53 طن من غاز الاوكسجين +0.62 طن من الماء وهذا يعني ان كمية الماء المستخدمة في التفاعل هي 0.58 طن.

إن كمية غاز ثاني اوكسيد الكربون الممتص من الجو تعتمد على حجم ومساحة الأجزاء النباتية الخضراء وكما هو معرف فإن نخلة التمر تمتاز بطول أوراقها (السعف) الذي يتراوح بين 3-5 متر إضافة إلى طول عمرها الحيوي ستة سنوات وتحتوي السعفة الواحة على ما يقارب 100-250 وريقة (خوصة) وهي تمثل ما بين 60 – 80 % من الطول الطرقي للسعفة والورقات مرتبة بأربعة مستويات حول المحور، وهذا الترتيب يسهل التعرض للضوء وعدم التظليل،

### ثالثاً: اضرار على المادة الوراثية والتي قد تسبب طفرات وراثية

تحدث الطفرة الوراثية على مستويين الاول هو مستوى الكروموسومات وهذا النوع من الطفرات يحدث نتيجة تغير مفاجئ في عدد الكروموسومات وتغيير في نظامها الطبيعي، ومن المعروف أن الكروموسوم هو تركيب قضبي الشكل يقع في نواة الخلية ويتكون من البروتينات والحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين (Deoxyribose nucleic acid) اختصاراً دنا DNA ، يحتوي على التعليمات الجينية حيث تكون الصفات الوراثية مطبوعة على جزيء DNA أي أنه يعمل على نقل الصفات الوراثية ، وهو المركب الوحيد بالخلية الذي يملك القدرة على الازدواج الذاتي تحت تأثير إنزيمات الخلية. تنتقل الصفات الوراثية الموجودة في الحامض النووي DNA إلى أماكن تكوين البروتينات عن طريق جزيئات خاصة تسمى بجزيئات الحمض النووي الموصل RNA أما بقية الحمض النووي RNA التي توجد دائية في سيتوبلازم الخلية فإنها تتحد مع الأحماض الأمينية وتنقل جزيئاتها إلى الريبوسومات، حيث يتم تكوين جزيء البروتين فالكروموسومات تحمل الصفات الوراثية والتي تنقلها من الآباء إلى الأبناء، فإذا حدث خلل في هذه الكروموسومات تنتقل الطفرة إلى الأبناء، ولكن لغاية الآن غير معروف سبب حدوث هذه الطفرة . اما المستوى الثاني فهو تغير كيميائي في الجينيات من حيث ترتيب القواعد النيتروجينية الموجود في جزيء الدنا، والذي يؤدي في النهاية في تكوين إنزيم مختلف اختلاف كلي مما يؤدي إلى ظهور صفات جديدة لم تكن موجودة عند الآباء، وتعرف هذه أيضاً بالطفرة الجينية . من المعروف أنه إذا حدث طفرة جسمية على خلية معينة لا تنتقل إلى الأجيال القادمة، ولكن إذا حدث طفرة جينية في خلية جنسية فإنها تنتقل إلى الأبناء وأشارت الدراسات الى ان التعرض الى الأشعة السينية أو الراديو، والإشعاع فوق البنفسجي، وبعض الكيماويات وأحياناً من البيئة نفسها بحيث يحدث خلل في التركيب الكروموسومي أو تغيير كيميائي، و تتجلى الآثار السلبية للأشعة فوق البنفسجية بأشكال عديدة منها تقطيع سلاسل المادة النووية DNA وتخريبها وكذلك تدمير بعض الانزيمات المهمة.

اتجهت دراسات وأبحاث العلماء الى تحديد كيفية تخريب الأشعة فوق البنفسجية للنباتات أو كيفية تأثيرها الضار على إنتاجية المحاصيل الزراعية فوجد أن:

- (1) زيادة الأشعة تعمل على تدمير المادة الوراثية في الخلية النباتية، فيفقد النبات جزء من مخزونه من الشفرات الوراثية التي تنظم العمليات الحيوية
- (2) الجرعات العالية تحطم مادة الكلوروفيل التي بدونها لا تستطيع النباتات استقبال طاقة الشمس الضرورية لإتمام عملية بناء الغذاء فيتوقف النبات عن النمو ويحدث نقص في الانتاج.

3) تحاول أبحاث علماء البيئة النباتية أن تجيب على سؤال محدد هو كيف يمكن للنباتات أن تقاوم ارتفاع نسبة الإشعاعات فوق البنفسجية القادمة من الشمس؟ حيث اتضح من الأبحاث أن نقصاً في سمك طبقة الأوزون مقداره 1% ينتج زيادة في الأشعة فوق البنفسجية الواصلة الى سطح الأرض بمقدار 2% فكيف يستطيع النبات أن يتكيف مع ظروف بيئية فقدت 50% أو 25% أو حتى 5% من غطاء الأوزن الذي يحمي من هذه الأشعة الحارقة

### ● أهم تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية على اشجار نخيل التمر

#### 1) الاصابات الشمسية او الحروق الشمسية Solar injury or Sunburn

هناك ثلاث عوامل بيئية تتعلق بهذه الحروق وهي (ارتفاع درجة حرارة الثمار/الضوء المرئي العالي الشدة /الأشعة فوق بنفسجية )والثمار تستجيب بشكل مختلف لهذه العوامل البيئية الثلاثة، ففي المناطق الاستوائية ومن خلال التجارب يكون مستوى الأشعة فوق البنفسجية الضارة اكثر بكثير من المناطق المعتدلة الواقعة عند خطوط العرض العليا وذلك بسبب زاوية سقوط الأشعة الشمسية في وقت الذروة كما ان السبب الاخر هو رقة طبقة الاوزون في منطقة الستراتوسفير Stratospheric Ozone layer ، واعتمادا على الموسم يمكن ان يكون التعرض الطويل لدرجات الحرارة العالية وخصوصا عندما تكون السماء صافية قد يكون هو السبب الرئيسي بهذا الضرر من الحروق الشمسية في الثمار. لكن قد يكون تأثير هذه الحروق هو بسبب الأشعة فوق البنفسجية نوع B - الضارة ويمكن قياس تأثيرها من خلال قياس الانخفاض في المحتوى الكلورفيلي . فالأشعة فوق البنفسجية نوع A- تقوم بتنشيط الجزيئات الاستجابية Reactive Molecules وانخفاض كفاءة نقل الالكترونات وتعتمد اليات الدفاع في النبات على تطوير نظام دفاعي لحماية الانسجة من ضرر الحروق الشمسية بسبب الشد الضوئي تتمثل بتخليق الفلافونويدات والكاروتينات، ومع ذلك لاتوفر صبغة الانثوسيانين عند المستويات المعتدلة او المتوسطة فعالية عالية للحماية من الأشعة فوق البنفسجية ان تحلل الكلوروفيل وانخفاض بريقه او تفلوره Chlorophyll florescence هي من الدلائل على ان حروق الشمس قد ادت الى تلف الثمرة ويرجع السبب في الحروق الشمسية الى وجود الكلوروفيل. لوحظت ظاهرة احتراق الثمار في بعض اصناف النخيل بسبب عدم توفر الحماية من الاشعاع الشمسي، وزيادة درجات الحرارة والاشعاع الشمسي على حد سواء خصوصا في شهر ي حزيران وتموز والذي بلغ فيه مؤشر الأشعة فوق البنفسجية أكثر من 10 . وهذا يسمى لفحة الشمس Sun Scald عند التعرض المباشر لأشعة الشمس خاصة عند الحرارة المرتفعة الى 50 درجة مئوية في بعض المناطق الجافة يؤدي إلى إصابتها بلفحة الشمس وخاصة جزء الثمرة الموجهة للشمس حيث تؤثر حرارة الشمس على الثمار، فتسبب لها (لسعة الشمس) ، وهي عبارة عن ظهور بقع بنية جافة جلدية الملمس خشنة علي سطح الثمرة المواجه لأشعة الشمس وهي مناطق جافة ميتة من الأنسجة تؤثر على حجم الثمار أو طعمها ، أما لحم الثمرة الذي يوجد تحت هذه البقع فإنه يتلون بلون قاتم، وينتج عن هذه الإصابة سقوط الثمار أو تشوه شكلها، وتصبح غير صالحة للتسويق أن الثمار المعرضة لأشعة الشمس تكثر فيها الإصابة عن الثمار المظللة. ويفضل اجراء عملية التحدير بشكل صحيح ومحاولة ان تكون العذوق مظلة بالسعف وغير معرضة بشكل مباشر للشمس.



وايضا بفعل التعرض لأشعة الشمس المباشرة وقرب الثمار من سطح التربة فتكون تحت اجهاد حراري عالي من الاعلى هو اشعة وحرارة الشمس ومن حرارة التربة، تحدث حالات الذبول والتغليج (الجفاف) في مرحلة البسر وعند اكتمال تلون الثمار بسبب خلل فسيولوجي يسرع من فقد رطوبة الثمار ويؤدي الى قصر مرحلة الرطب بل التحول الى التمر الجاف حيث تتجدد الثمار وتنكمش وتجف حتى تصبح حشف



## (2) التأثير على النمو

يزداد نمو الأشجار عند تعرضها للأشعة الحمراء 355 نانومتر والزرقاء 440 نانومتر لأن امتصاص الضوء يكون على أشده في هاتين المنطقتين مما ينتج عنه زيادة في عملية التمثيل الضوئي، وبالتالي زيادة في كمية الكربوهيدرات المستعملة في العمليات الحيوية مثل انقسام الخلايا وتوسعها وامتصاص العناصر الغذائية وتكوين البراعم الزهرية والزيادة في الطول وتكوين الأوراق. وهذا يجعلنا ندرك إن زراعة نخلة التمر في الظل قد لا يجعل نموها طبيعياً حتى في أشد الصحاري حرارة، وذلك لأن سعفها الأخضر ليس له المقدرة على امتصاص الضوء المنتشر وإنما أشعة الشمس المباشرة، ولذلك لا يقوم بوظيفته (بعملية التركيب الضوئي)، والمناطق التي تكثر فيها الغيوم لا تصلح لزراعة أشجار النخيل. والنمو الطبيعي الذي تدل عليه استطالة القلبة يحدث غالباً في الفترة ما بين غروب الشمس وشروقها، كما تنمو النخلة بصورة بطيئة نهاراً عند انحجاب أشعة الشمس بسبب الغيوم حيث تصل شدة الضوء الى 10% في النهار ، ويتوقف نمو السعف تماماً عند تعرضها للأشعة القصيرة التي تبدأ من اللون البنفسجي وتنتهي بالأصفر، أما الموجات الطويلة فتساعد على النمو وزيادة عملية التمثيل الضوئي، ولذلك يحدث معظم نمو أشجار النخيل أثناء الليل أي ما بين غروب الشمس وشروقها، ان تعرض اشجار النخيل للظل بسبب زراعتها تحت اشجار عالية او جدار يجعل نموها غير طبيعياً وكذلك تداخل الاشجار مع بعضها وتظليل السعف وعندما يكون مغطى بالأتربة والغبار يكون النمو بطيئاً، والاشجار التي تتعرض للظل بسبب كثافة الزراعة او تحت اشجار عالية فإنها تميل باتجاه الضوء بفعل ظاهرة الانتحاء الضوئي photo tropism ولذلك نلاحظ انحاء وميلان النخلة في الاماكن المظلمة، ولأشعة الشمس وللضوء تأثير مباشر على نمو النخيل فالأشجار تنمو عند تعرضها الى كثافة ضوئية 5000-10000 شمعة/قدم وتزداد الكثافة الضوئية من شروق الشمس حتى منتصف الليل ان موجات الضوء القصيرة وخاصة البنفسجية هي التي تعيق النمو الطبيعي لأشجار النخيل اما موجات الضوء الطويلة (الحمراء) تحفز عملية التركيب الضوئي واستطالة السعف كما ان شدة الضوء تؤثر على المادة الخضراء الكلوروفيل فتسبب ارتفاع درجات الحرارة في الاوراق وزيادة معدل فقد الماء بعملية النتح مما يسبب اختلال التوازن المائي.

### (3) التأثير على الازهار

للضوء دور أساسي في التوازن الهرموني في الأشجار. فأشجار النخيل النامية في الظل لا تزهر وقد يرجع السبب في ذلك إلى أن أوراق النخيل لا تستطيع أن تمتص الضوء المنتشر وإنما الضوء المباشر ولذا فإن امتصاص الضوء المباشر قد لا يحفز إفراز الهرمونات في شجرة النخيل وخاصة هرمون الأزهار Florigen مما ينتج عنه عدم الإزهار وبالتالي عدم الإثمار، ولذلك نلاحظ أن الأشجار النامية في الظل أو التي تصلها نسبة بسيطة من الضوء يكون إثمارها قليلاً أو معدوماً. فالضوء الساقط على السعف الأخضر للنخيل التي تجاوز عمرها ست سنوات يحفز البراعم الابضية للتحويل الى براعم زهرية فهو يشجع عامل التزهير Flowering factor داخل السعف وبدوره ينتقل الى البراعم الخضرية الابضية ويحولها الى زهرية.

### (4) التأثير على الثمار

لوحظ ان الثمار الواقعة في الاجزاء المظللة يقل حجمها ويخف تلونها مقارنة بالثمار النامية في الجهات المعرضة لضوء الشمس، فتعرض الثمار الى الضوء المباشر يساعد على تخليق وتكون الصبغات لذلك تكون الثمار في الجزء المعرض للشمس أعمق من الثمار التي في قلب وداخل العذق كما ان اشجار النخيل المزروعة من الشرق الى الغرب تستقبل طاقة ضوئية أكثر بنسبة 9% في اواخر الصيف من النخيل المزروع من الشمال الى الجنوب وهذه الزيادة في الضوء تحسن من نوعية الثمار. كما ان الاوراق التي يصلها الضوء بأقل من 30% من شدة الاضاءة تنخفض فعاليتها في عملية البناء الضوئي، وتتأثر درجة لون الثمار بعوامل عدة منها (الري، التسميد، التقليم، والخف والمكافحة وكافة عمليات الخدمة) لأنها تؤثر على المساحة الخضراء للنخلة وبالتالي على مستوى الكربوهيدرات الذي يؤثر بدوره على درجة تلون الثمار فالثمار الفقيرة في محتواها السكري والاقل تعرضا للضوء يكون لونها باهتا او ضعيفا. تحتاج الثمار لأكثر من 50% من اشعة الشمس وخاصة فوق بنفسجية والبنفسجية الزرقاء، باعتباره العامل الأهم لا بد من مرور اشعة الشمس لداخل الشجرة مع مراعاة عدم المبالغة والاصابة بحروق الشمس. ولدرجات الحرارة خلال الفترة الاخيرة من نضج الثمار تأثير على اللون فكلما كان الفرق بين الليل والنهار قليلا كان تكون نهاراً من 20-25 درجة مئوية وليلا اقل من 18 درجة يساعد في زيادة تركيز الصبغة، لكن الليل البارد نسبياً مع نهار اعلى من 30 له تأثير عكسي في عملية التلوين.

شكر وتقدير للأستاذ الدكتور عبد المنعم الموسوي /كلية العلوم /جامعة البصرة