الفصل الأول
أشعة الشمس

obeikandl.com

الضياء أو الضوء الطبيعي الذي نعرف هو عبارة عن إشعاع كهرومغناطيسي ينتج عن الانفجارات الحرارية النووية الدائمة في قلب الشمس والتي تُصدر حزماً ضوئية من أطوال موجات * مختلفة تسافر إلينا بسرعة 300.000 كم في الثانية .

تمدّنا هذه الطاقة الضوئية الشمسية بالحرارة والضياء اللذين نحتاج إليهما للحياة ، وهي تمدّنا في نفس الوقت بالأشعة فوق البنفسجية (U.V) المؤذية .

إن أثر أشعة الشمس يختلف بتباين أطوال موجاتها والتي تحدد مدى امتصاصها من قبل جزيئات مختلف الأنسجة في جسم الإنسان لا سيما أنسجة العينين والجلد التي تتأثر كثيراً بالأشعة فوق البنفسجية .

بالإضافة إلى الأشعة فوق البنفسجية توجد الأشعة المرئية (بالعين البشرية) والأشعة تحت الحمراء وهي التي تمثل الحرارة وأيضاً بعض الأشعة الكونية وأشعة غاما والأشعة السينيّة وبعض الأشعة ذات الترددات العالية ولكنها بنسب ضئيلة ولا يتأثر بها الجلد عملياً .

عندما تدخل هذه الأشعة في أجوائنا الأرضية تتبدّل بعض الشيء وفق حالات عدة . فالأشعة المرئية تتبعثر بواسطة جزيئات الأوكسجين والآزوت الجوّية وتعطي اللون السماوي الذي نعرف .

عندما تصطدم هذه الأشعة بغلاف الأرض الجوي يُمتصُّ جزء منها في حين يرتدّ الجزء الآخر مع أبخرة الماء والغبار نحو الفضاء .

وبالنتيجة فإن تأثير الطاقة الشمسية فقط يصلنا عبر الغلاف الجوي .

هذه الأشعة التي تصلنا مؤلفة من :

5- 10٪ من الأشعة فوق البنفسجية

40٪ من الأشعة المرئية

* تُحدَّد الأشعةُ الكهرومغناطيسية بأطوال موجاتها أي المسافة ما بين رأسيّ المنحنيين المتتالين للموجة .

obeikandl.com

50- 55٪ من الأشعة تحت الحمراء

لقد دخلت طاقة ضوء الشمس بشكل رئيسي في نشوء وتطور الحياة على الأرض .

فالأشعة المرئية ضرورية جداً لعمليات التمثّل الضيائي والذي مكّن من نمو النباتات فوفّرت بذورها الغذاء للكائنات الحية . تُمكننّا الأشعة المرئية كذلك من الرؤية وتحفظ إيقاعات الأحياء البيولوجية المتمثلة في الليل والنهار . أما الأشعة تحت الحمراء فتوفّر الحرارة اللازمة للحياة .

الأشعة الكهرومغناطيسية

الشمس هي الطاقة الكهرومغناطيسية لأطوال موجات مختلفة . تؤثر علينا هذه الأشعة بطرق مختلفة بحسب أطوال الموجات هذه والتي تُقاس بوحدة النانومتر وهي وحدة دولية تساوي واحد على مليون من الميلليمتر .

فئة الأشعة	طول الموجة بالنانومتر	أثرها على الحياة فوق الأرض
الأشعة الكونية	0.000001	مسرطنة ولا تصل الأجواء الأرضية
أشعة غاما	0.0001	مسرطنة ولا يصل الأرض منها ما يشكل خطراً علينا
الأشعة السينية	0.01	مسرطنة ولا يصل الأرض منها ما يشكل خطراً علينا (تستعمل اصطناعياً في الطب).
الأشعة فوق البنفسجية	400 -100	آثارها كبيرة على المدى القصير والبعيد (ضربات شمس ، هرم ضيائي، سرطان الجلد) .
الأشعة المرئية	780 -380	تسمح بالرؤية وتمكّن النباتات من

obeikandl.com

الأشعة تحت الحمراء	800 – 2500	اصطناع الجزيئات الغذائية المختلفة . تعطي الدفء لأجساد العضويات الحية شتاءً وهي تخترق حتى الأدمة وما تحتها.
الأشعة عالية التردّد	100.000.000	ليس لها أي أثر معنوي معروف ومُثْبت تُستعمل اصطناعياً في مجال الاتصالات.

يُمكن للضوء المرئي أن يؤثر كذلك على مزاج الإنسان .

إن غياب الضياء يُمكن أن يتسبّب في حالة من الإحباط النفسي .

في حين تساعد كميات قليلة جداً من الأشعة فوق البنفسجية على اصطناع فيتامين D في الجلد ، وكل زيادة فيها تكون مسؤولة عن ضرر أكيد .

تُستعمل الأشعة فوق البنفسجية أحياناً من قبل بعض الأطباء في معالجة الأمراض الجلدية حين تستعصي المعالجات الأخرى مع مراعاة الحذر الشديد في ذلك .

الأشعة فوق البنفسجية

إن نسبة الأشعة فوق البنفسجية ضعيفة في الضياء الشمسي ولكنها تكتسي بيولوجياً أهمية خاصة . وهي تقسم وفق أطوال موجاتها إلى الفئات التالية :

الأشعة فوق البنفسجية C 100- 290 نانومتر (UVC)

الأشعة فوق البنفسجية B 290- 320 نانومتر (UVB)

obeikandl.com

الأشعة فوق البنفسجية A 320 – 400 نانومتر (UVA)

تُمتصُّ الأشعة UVC في طبقة الأوزون بصورة كاملة ولا تصل إلى الأرض أبداً . في حين تصلنا الأشعة UVB بنسبة 5٪ فقط مقابل 95٪ للأشعة UVA .

إن هذه النسب المعطاة قابلة للتبدّل بحسب الوقت في الضياء اليومي والزمن من السنة (أي بحسب الفصول) وكذلك بحسب الارتفاع عن سطح البحر وعوامل أخرى .

تأثير الأشعة فوق البنفسجية

ليس للأشعة فوق البنفسجية تأثير واحد لتباين أطوال موجاتها .

تشكل أشعة UVB نسبة ضئيلة جداً من مجمل الأشعة فوق البنفسجية وتكون على أشدّها في الصيف ظهراً ، وهي مسؤولة عن حوالي 90- 90٪ من حالات ضربة الشمس والهرم الجلدي الضيائي وسرطانات الجلد .

يتركّز فعل هذه الأشعة في الطبقة الخارجية وتنفذ إلى الطبقة العليا من الأدمة . أما الأشعة فوق البنفسجية UVA فهي قد تشكل صيفاً من 95- 98٪ ولكنها لا تكون مسؤولة إلاّ عن 10- 20 ٪ من الأذى الذي يتعرض له الجلد .

تلعب هذه الأشعة دوراً هاماً في ظهور بعض التفاعلات غير الطبيعية في الجلد المُعّرض لأشعة الشمس وأكثرها شيوعاً كما نعرف الاندفاع العرقي .

أما عن الأذى الكبير الذي تُحدثه الأشعة B في الجلد فيكون بتحريض بعض التفاعلات المُدِّمرة للحموض النووية أو المادة الوراثية ADN على مستوى خلايا الجلد .

obeikandl.com

وقد تمّت البرهنة من جهة أخرى على أن تعّرض الجلد المنتظم لجرعات عالية من الأشعة A لا سيما في الاسترخاء على المقاعد الشمسية يحدث أذى في الجلد مساوٍ لما تحدثه أشعة الشمس B . كما تلعب الأشعة A دوراً رئيساً في ظهور عدد من حالات الاندفاع الجلدي في أي وقت من فصول السنة .

مصادر أخرى للأشعة فوق البنفسجية

على الرغم من أن الشمس هي المصدر الرئيسي للأشعة فوق البنفسجية الأرضية إلاّ أن هذه الأخيرة يمكن نشرها اصطناعياً بواسطة لمبات مفسفرة وأقواس اللحام وهي مصدرُ خطرٍ مهني محدق ، تُستعمل لمبات الأشعة فوق البنفسجية في الطب لعلاج بعض الأمراض الجلدية لا سيما الأكزيما والتي تتمثل باحمرار وانتفاخات وحكة شديدة أحياناً في المناطق المكشوفة من الجلد على ظهر اليدين والوجه والرقبة وقد تمتد إلى المناطق المغطاة .
ويراعى الحيطة في استعمالها .

أما استعمال لمبات التانغستين والهالوجينات باستمرار فيمكن أن يشكل خطراً كامناً على الجلد محدثاً فيه حروقاً خلال وقت قصير (خلال دقائق أو ساعة على الأكثر) وتكون سبباً في هرم جلدي مثيل بالهرم الجلدي الضيائي .
وقد يتعرض الجلد جراء الاستعمال المديد لهذه اللمبات لظهور السرطان فيه .

تبدّلات الأشعة فوق البنفسجية

إن أهم عامل مؤثر على شدّة الأشعة فوق البنفسجية الأرضية هو علّو الشمس في السماء والذي يختلف باختلاف الوقت من النهار وباختلاف الفصل ومدى الارتفاع عن سطح البحر .

إن الارتفاع والغيوم ونوعية الأرض ورقعة السماء المكشوفة تؤثر جميعها على شدة الأشعة فوق البنفسجية كذلك :

- **بحسب ساعات النهار**

تكون الكمية العظمى من الأشعة فوق البنفسجية في الساعات الأربع التي تسبق وتلي سمت الشمس (أي عندما تكون الشمس في أعلى نقطة في السماء)، ويتوافق ذلك في منطقتنا ما بين الساعة الحادية عشرة والثالثة ظهراً في أيام الصيف وبدون غيوم في حين تكون ما بين الساعة الثانية عشرة والرابعة ظهراً في أوروبا .

80٪ من أشعة الشمس تنفذُ عبر الغيوم ولهذا فإن الضربة الشمسية تحت سماء مغطاة نسبياً أمر وارد جداً .

شدة الأشعة فوق البنفسجية في هذه الفترة من النهار ناتجة عن الزاوية الحاصلة ما بين الشمس وسطح الأرض حيث تكون المسافة إلى الأرض أقصرها ويكون الإشعاع أعظمياً في تموز في نصف الكرة الشمالي .

ثلث الأشعة فوق البنفسجية يصدر ما بين الساعة 12- 14 وثلاثة أرباعها ما بين الساعة العاشرة قبل الظهر والرابعة بعده .

إن نسبة الأشعة فوق البنفسجية B تتبدل بشدة أثناء النهار وهي تتأثر بالعوامل الجوية أكثر من الأشعة A والضوء المرئي .

في الصيف تزداد شدة الأشعة B وتنقص عدة مرات ما بين الساعة 10- 16 وتكون أعظمية في أوروبا على الساعة 14 (الظهيرة الشمسية) .

عملياً هذا يعني أن خطر ضربة الشمس يُسّجلُ عندما تكون الشمس في السمت أي حوالي الساعة 12 في منطقتنا .

ويجب تحاشي التعرض لأشعة الشمس صيفاً ما بين الساعة 11- 15 قدر الإمكان .

obeikandi.com

وهناك قاعدة أسهل للحفظ وهي ألاّ يعرض الواحد منا نفسه للشمس دون حماية عندما يكون ظلُّ الواحد منا أقصر من قامته .

في الصباح الباكر وفي نهاية النهار يكون ظلّ القامة ممتداً وهو الوقت المناسب للتعرض لأشعة الشمس دون تخوّف .

- **بحسب الفصول**

التبدلات الفصلية التي تطرأ على شدة الأشعة فوق البنفسجية (لا سيما الأشعة B) هي أكثر وضوحاً في المناطق المعتدلة حيث تتراوح هذه الشدة من 1- 25 مرة بين الشتاء والصيف . في حين تميل شدة الأشعة A إلى الاستقرار ولا تتعرض للانحراف أو الانتشار أثناء مرورها في الجو المحيط .

أما إذا اقتربنا من خط الاستواء حيث يغلب على الشمس وضعية السمت ظهراً في أي وقت في السنة فلا تكون تبدلات الأشعة فوق البنفسجية ذات أهمية لأن شدة الإشعاع تبقى مرتفعة طيلة السنة وهذا ما أدى إلى ظهور اسمرار البشرة في هذه المناطق من العالم .

- **بحسب الارتفاع**

تزداد مخاطر ضربة الشمس الناجمة عن الأشعة فوق البنفسجية بنسبة 4٪ كلما ارتفعنا 300 متراً عن سطح البحر ويرجع ذلك بالطبع إلى قصر المسافة التي تقطعها تلك الأشعة لبلوغ المناطق الجبلية أو المرتفعة عموماً.

في خط الاستواء تكون هذه المسافة أقصرها وبالتالي تكون شدتها أعظمية في المناطق المرتفعة منها .

- **بحسب الغيوم**

لا تحدّ الغيوم من شدة الأشعة فوق البنفسجية إلاّ قليلاً .

ويمكن أن يتعرض الواحد منا لحروق في يوم غائم حتى في الفصول الرطبة نسبياً .

وتفسير ذلك هو أن الماء المُحتبس في الغيوم يكون أكثر قدرة على امتصاص الحرارة منه على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية .

كما أن بعض الغيوم المتفرقة في سماء صافية لا يحدّ من وصول الأشعة فوق البنفسجية B إلاّ بشكل ضئيل جداً . في حين يمكن لطبقة غيوم خفيفة ولكن ممتدة أن تقلّل من مخاطر ضربة الشمس بنسبة 50٪ تقريباً وأن طبقة كثيفة من الغيوم قد تبعد عن المخاطر بمقدار 90٪ ولكنها تبقى ممكنة الحدوث بنسبة 10٪ لا سيما عند ذوي البشرة الفاتحة الحساسة .

إن ضربات الشمس ممكنة إذن في جو غائم حتى ولو كان الجو رطباً وثقيلاً .

كما يلعب التلوث الجوي دوراً مماثلاً للغيوم .

عندما تكون السماء صافية يصلنا ثلثا الأشعة فوق البنفسجية B مباشرة ولا تقف الغيوم أو التلوث عائقاً في ذلك .

- **الرياح**

تعطي الرياح انطباعاً مخادعاً بالانتعاش على سطح الجلد يهون معه تحمل أشعة الشمس ولكن لا ينقص من شدة الأشعة فوق البنفسجية B ووطأتها ، لذلك من الممكن جداً التعرض لضربة شمس تحت ريح قوية ويزداد هذا الخطر في الأيام الغائمة حيث يتلاشى الحذر ولا يشعر المرء بطول الوقت خارج المنزل .

- **النوافذ الزجاجية**

أغلب النوافذ الزجاجية المستعملة توقف الأشعة فوق البنفسجية B ولكنها لا توقف الأشعة A . فالنوافذ تضعف إلى حد كبير خطر الإصابة بالحروقات الشمسية لكنها لاتمنع حدوث بعض التفاعلات الجلدية بتأثير هذه الأخيرة .

- **الانعكاس الضيائي**

obeikandl.com

تعكس بعض السطوح الأشعة فوق البنفسجية وتزيد من نفوذيتها في الجلد مما يزيد من خطر الإصابة بضربة شمس .

فالعشب على سبيل المثال لا يعكس أكثر من 3٪ من الأشعة B في حين ترتفع هذه إلى 25٪ على شطآن الرمل الأبيض .

عندما تكون الشمس عالية لا تعكس المياه الهادئة الأشعة B في حين تعكس المياه الجارية والبحار المائجة حتى 20٪ منها .

هذا يعني عملياً أن الجلد يحترق حتى لو كان الواحد منا تحت مظلة واقية أو فوق سطح باخرة أو مركب بشكل أسرع من تواجدنا في حديقة .

ويزداد هذا الخطر الداهم للحروق بفعل انتشار الأشعة في الجو المحيط، ويُمكن للثلج * كذلك أن يعكس حتى 85٪ من الأشعة B ، وإذا ما تضافر ذلك مع عامل الارتفاع وما يشعر به المرء من انتعاش مخادع للريح ظهرت حروق خطيرة للغاية غالباً ما يتعرض لها من يمارسون هواية التزلج أو تسلّق الجبال الشاهقة .

- **الحرارة**

لا تؤثر حرارة الهواء المحيط (في الدرجة صفر مئوية أو 30 مئوية) أو ماء السباحة على شدة الأشعة فوق البنفسجية B .

- **الانتشار أو التبعثر في الجو المحيط**

تتعرض الأشعة فوق البنفسجية أثناء اجتيازها الغلاف الجوي إلى تصادمات عدة مع جزيئات الهواء (كما يحدث في تصادم كرات البلياردو) فترِدُ إلينا وفق زوايا مختلفة . الضوء المرئي والحرارة هما الأقل تأثراً بعملية

* تقول الأبحاث الأخيرة أن التزلّج على مسحوق جليدي حديث يؤدي إلى إسمرار في البشرة بشكل أسرع من ممارسة ذلك على ثلوج قديمة ومبتلّة .
تنعكس حوالي 90% من الأشعة B (والتي تسبب اسمراراً وحروقاً في البشرة) من يلّورات الثلج الجافة والحديثة بالمقارنة مع 10-20% فقط في الثلوج المبتلّة . هذا يعني أن المرء يزداد اسمراراً أو يصاب بحروق جلدية واضحة إذا مارس التزلّج على جليد جديد وجاف بتأثير ظاهرة الانعكاس التي ورد ذكرها .

obeikandi.com

التصادم هذه . ولهذا السبب يتعرض المرء لأذى الأشعة فوق البنفسجية B سواء كان الجو صافياً أو غائماً ، حتى لو كان تحت شجرة أو تحت مظلة.

الأوزون وسرطان الجلد

الأوزون هو غاز ينتجه الجزء العلوي من الغلاف الجوي عن طريق تفاعل كيميائي ما بين الأوكسجين والأشعة فوق البنفسجية C .

عندما يمتصّ الأوزون جزءاً من الأشعة فوق البنفسجية B يتحول مجدداً إلى أوكسجين وهو ما نتنفسه .

إن عملية إنتاج الأوزون هذه وتفككه هي مبدئياً في توازن لأن امتصاص كل الأشعة فوق البنفسجية C وجزءاً من الأشعة B يمنع القسط الأكبر من الأشعة الضارة بالحياة من الوصول إلى مرابعنا الأرضية .

ولو طرأ تبدل ما على هذا التوازن يوماً وبدأت تصلنا هذه الأشعة فإن عدداً كبيراً من المتعضيّات وحيدات الخلية والتي لها دور حيوي في صنع أغذيتنا كالبلانكتون سوف ينقرض ويُقضى بالتالي على كل حياة على وجه الأرض بشكل سلسلي مخيف .

كلنا يعلم أن بعض المواد الكيميائية كبعض الغازات لا سيما الكلور والفلور الصُنْعييّن والمستعملين في البّخاخات وغاز الفريون في أجهزة التبريد تخرق طبقة الأوزون وتوقف حيث تخرق من فعالية هذه الطبقة الوقائية للحياة على الأرض .

عندما اكتشف العلماء عام 1974 هذه الظاهرة في الأجواء العليا توصلوا إلى الاستنتاج بأن شدة الأشعة فوق البنفسجية سوف تزداد بالضرورة في أجواء الكرة الأرضية ، وقد سجّلوا عدة اختراقات سمّوها ثقوباً في طبقة الأوزون .

يُعتبر المتجمدّ الجنوبي الأكثر تأثراً بهذه الظاهرة في الربيع بسبب شدة البرودة في هذا الوقت من السنة مما يساعد على كبح نشاط الأوزون .

obeikandi.com

أما " الثقوب " الملاحظة في طبقة الأوزون فوق المناطق الأخرى من العالم وفي أوقات أخرى من السنة فهي أقل أهمية .

وفي حال عدم أخذ التدابير الجدّية ، للحّد من التلوث الكيميائي فإن هذه الظاهرة سوف تصبح في المستقبل مصدر قلق فعلي للإنسانية .

أُتخذّت بعض التدابير بهذا الخصوص ولكن التطبيق لا يرقى إلى المستوى المطلوب من المسؤولية . وعلى الرغم من تمّزق أو اهتراء طبقة الأوزون هذه لم يثبت حتى الآن حدوث ارتفاع في نسبة الأشعة فوق البنفسجية B بصورة مقلقة . أما عن ارتفاع حالات سرطان الجلد المسجّلة خلال نصف القرن الماضي فهي ليست بسبب الزيادة في نسبة الأشعة B بل هي على علاقة بطريقة حياتنا المعاصرة من نشاطات الإنسان في الهواء الطلق ثم لا ننسى التطور التقني الذي بات يسمح بالتشخيص المبكر في أيامنا .

obeikandl.com