التلوث الضوئي

آثاره السلبية العديدة والحلول

لا نريد أضواء أكثر، بل نريد أضواء أكثر فعالية

تأليف

عبد الرحيم رفدان حكمي

تقديم

الشيخ د. عبدالرحمن علوش مدخلي

أستاذ الحديث المشارك بجامعة جازان، ومدير مكتب

الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنة بالمنطقة

ح عبد الرحيم رفدان محمد حكمي، ١٤٣٣هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

حكمي، عبد الرحيم رفدان محمد

التلوث الضوئي : آثاره السلبية العديدة والحلول. / عبدالرحيم رفدان محمد حكمي.- الرياض، ١٤٣٣هـ

٣٠٨ ص ؛ ١٧ X ٢٤ سم

ردمك : ٥ - ٩٧٩٧ - ٠٠ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١ - تلوث البيئة ٢ - الضوء ٣ - صحة البيئة أ. العنوان

ديوي ؛ ٦١٤,٧ ١٤٣٣ / ٣٥٣٤

رقم الإيداع : ١٤٣٣ / ٣٥٣٤

ردمك : ٥ - ٩٧٩٧ - ٠٠ - ٦٠٣ - ٩٧٨

حقوق الطبع محفوظة

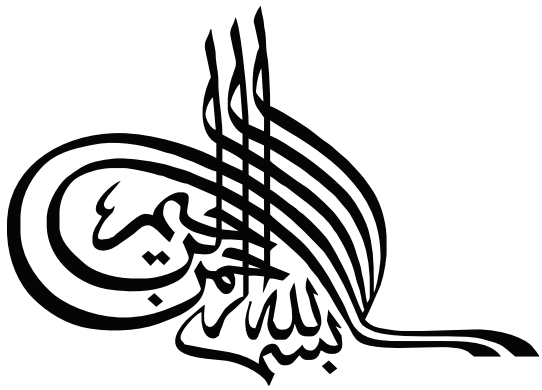
الطبعة الأولى

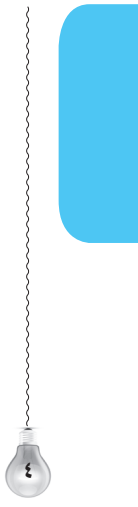
١٤٣٣هـ / ٢٠١٢ م

يشرفني تواصلكم

abdu.lightpollution@hotmail.com

ص.ب: ٣٦٦٥ أبها: ٦١٤٨١ جامعة الملك خالد


بسم الله الرحمن الرحيم



المقدمة

الحمد لله وحده والصلاة والسلام على من لا نبي بعده. فإنّ من المؤسف أن تهجر هذه المسألة الهجران ولا يُتطرّق اليها البتّة، فلا تجد برنامجا عن هذا الموضوع الذي أستطيع أن أصفه بالماكر. إحدى أسباب غموض التلوث الضوئي هو أنّ التأثيرات خفية لكنها بلا شك مخيفة. في هذا البحث، سأسلط الضوء بكثافة على مشكلة التلوث الضوئي وعلى الجانب المظلم من الضوء وعلى الجانب المنير من الظلام، ولن يكون هذا البحث بعيدا عن دائرة الضوء. ومن هذا المنطلق، أحببت أن أكون أول الطارقين لهذا الباب علّي أجد الفائدة المرجوّة. لقد اهتمت دول كثيرة بمشكلة التلوث الضوئي اهتماما بليغا، فعُملت الأبحاث وأنشئت المنظمات ووضعت القوانين لتفادي السيل العارم من السلبيات التي يجلبها هذا التلوث. لم أركز كثيرا على البلاغة المتكلفة والمعقدة ليسهل فهم الموضوع الخطير على كل أصناف الناس، وكل ما ركزت عليه هو البحث والحقائق العلمية الحديثة وحتى القديمة أيضا. أرجو أن تتفكر في هذه المسألة عند قراءتك هذا الكتاب وقد تُصعق من خفايا وحقائق غائبة تماما عن ادراكنا وقد تغيب عنا عقودا من الزمان. العوامل الخطيرة في الحياة كثيرة، لكن لم أرَ عاملا يخلّف أضرارا لا يمكن للباحثين إحصاؤها كالتلوث الضوئي وبشكل خادع. ناقشت التلوث الضوئي من عدة زوايا مع الكثير من المتخصصين مثل أ.د. حسن باصرة رئيس قسم الفلك في جامعة الملك عبدالعزيز بجدة حول فصل الفلك في هذا البحث، وناقشت د. باري كلارك في علاقة الضوء بالجرائم، وناقشت البروفيسور أليساندرو بارقيني حول علاقة التلوث الضوئي بانتشار الأوبئة وغيرهم. العوامل التي تحجب الرؤية كثيرة، منها نسبة الأتربة في الهواء وانبعاث غازات المصانع والسيارات وغيرها، إلا أنّ التلوث الضوئي هو أقوى العوامل في حجب رؤية الأجرام الفلكية والتأثير على هذه الأبحاث والدراسات الفلكية. لم يتفرد علم الفلك بالضرر، فقد تدهورت البيئة وصحة الإنسان والتنوع الحيوي بسبب وجود الإنارات. لم أكتب البحث إلا من حرصي على ما ينفع الناس لأن الوضع الحالي للإضاءة مخيف ولم ينتبه لهذا أحد إلا ما رحم ربي، وهذه إحدى الأسباب التي دفعتني للبحث العميق وتقديمه بشكل مبسط، فالبحث موجه لعامة الناس. أشكر الأمانات على هذا العدد الهائل للإنارات لأنهم يريدون الخير لنا

ولن نتهمهم أنهم سبب في التلوث الضوئي لعدم علمهم بمخاطره، والمهم هو أن يكون الضوء في المكان المراد إضاءته لا أن يكون في السماء، وأن لا يكون أطول من المدة التي نحتاج فيها الضوء خاصة في الليل وأنْ لا نستخدم كثافة ضوء أكثر من المطلوب وأنْ نضع حساسات للحركة في الإنارات الخارجية للمنازل وبعض الأماكن الغير مزدحمة. ستتوالى بإذن الله الدراسات بعد أن تتعرف المؤسسات الحكومية على التلوث الضوئي وسنقوم بدراسة التأثيرات على جهاز المناعة، والتأثيرات البيئية بالتعاون مع جمعية البيئة السعودية والتأثيرعلى التنوع الحيوي بالتعاون مع الهيئة السعودية للحياة الفطرية والتأثيرعلى الجرائم بالتعاون مع الأمن العام. أقدم لك هذا البحث المتواضع على طبق من ضوء، ولا أدعي العصمة أو خلو البحث من الخطأ، وأخيرا نسأل الله التوفيق والهداية إلى كل خير.

عبد الرحيم رفدان حكمي

جامعة الملك خالد – قسم الكائنات الدقيقة والطفيليات الاكلينيكي

abdu.lightpollution@hotmail.com

١٤٣٣/٣/١ هـ

إهـــــداء

أهدي هذا الكتاب إلى

صاحب السمو الملكي الأمير/ تركي بن ناصر بن عبدالعزيز

(رائد التنمية البيئية)

و إلى صاحب السمو الأمير بندر بن سعود بن محمد آل سعود

(رجل البيئة الأول في السعودية)

إهـــداء لجمعيـــة البيئـــة الســـعودية (SENS).

إهداء لكل أمـــراء المناطـــق ورؤســـاء الأمانـــات.

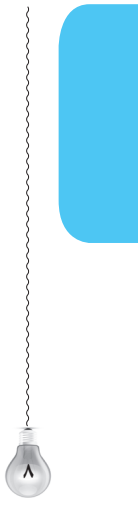
إهداء للهيئة السعودية للحياة الفطرية والشركة السعودية للكهربـــاء.

إهداء لكل من: أ.د. عبدالرحمن مدخلي وأ.د. حسن باصرة .

والمـــدرب محمـــد عبـــدالـــــرؤوف عاشـــور.

و أهدي هذا الكتاب إلى جمعية الفلك بالقطيف

على قيامهم بحملة توعوية بآثار التلوث الضوئي.



تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله وحده ، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده

وبعد /

فقد سعدت كثيراً وأنا أتصفح مخطوطة البحث القيم الذي بذل فيه الأستاذ / عبدالرحيم رفدان حكمي / جهداً كبيراً يستحق الشكر والإشادة ، فقد أضاف بعداً جديداً للثقافة والعلم ونبه على خطر غفل عنه كثير من المثقفين والمهتمين فضلاً عن العامة ، ولا أكون مبالغاً إذا قلت أني لم أجد في المكتبة العربية كتاباً يتحدث عن هذا الموضوع بمثل طرح الأستاذ عبد الرحيم ، ولقد تذكرت وأنا أتصفح أبوابه ومباحثه قول الله تعالى : ﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ... ﴾ والمخيف أنه في الوقت الذي يحذر فيه المختصون من آثار التلوث الضوئي وأورد الباحث آثار ذلك ومخاطره نجد تسارعاً في الإضاءة المفرطة عبر المهرجانات والاحتفالات العامة والخاصة عن جهل بذلك الخطر أو تغافل عنه.

وفي الختام أشكر الأستاذ عبد الرحيم على بحثه القيم وأدعو الهيئات المختصة للتعاون من أجل استعادة بيئتنا الجميلة البكر التي فقدناها ولنتذكر أننا الأمة الوسط التي لا إفراط ولا تفريط في تصرفاتها الدينية والدنيوية ومن ذلك الضوء والإنارة ، فالإسراف في استخدامه ممقوت والله تعالى ذم المسرفين والمبذرين، ولنتذكر قول الله تعالى : ﴿ وَمَا أَصَابَكُمْ مِنْ مُصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ... ﴾، وفق الله الجميع لكل خير وجنب مجتمعاتنا البشرية كل شر .

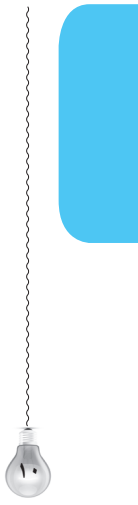
و كتبه

الشيخ د. عبد الرحمن أحمد علوش مدخلي

أستاذ الحديث المشارك بجامعة جازان، ومدير

مكتب الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في

القرآن والسنة بالمنطقة



المحتويات

الموضـــــوع	الصفحة
المقدمة	٥
إهداء	٧
تقديم ... بقلم أ.د. عبدالرحمن علوش مدخلي	٩
المحتويات	١١
مدخل (مصطلحات مهمة)	١٧
الفصل الأول: تعريف التلوث الضوئي	١٩
تعريف التلوث الضوئي	١٢
آيات قرآنية وأحاديث نبوية	٢١
معجزة من معجزات النبي	٢٧
الظلمات والنور	٢٨
معلومات عامة عن التلوث الضوئي	٣٠
التلوث الضوئي المتبقي (المنعكس)	٣٩
ازدواجية الطرق	٤٠
الضوء والعين	٤٢
أنواع الإضاءات	٤٥
استخدام إنارات ميتال هاليد خارج المحلات التجارية	٤٩
خطورة الإنارات التي تصدر الطيف فوق البنفسجي	٥٠
الإنارات الخارجية	٥١
حفلات الزواج والإضاءات	٥٢
السهر	٥٣
دراسة تأثر السائق في وجود أضواء الليل الزائدة	٥٤

كثافة الضوء في أماكن مختلفة	٥٥
المناطق البيئية	٥٦
الفصل الثاني: المخاطر الصحية	٥٧
أثره على المناعة والهرمونات	٥٩
أثره في حدوث السرطانات	٦٣
أثره على زيادة الوزن	٧٠
الضوء والاكتئاب	٧١
الساعة البيولوجية	٧٢
الفصل الثالث: تأثيره على البيئة	٧٧
تأثيره في زيادة تلوث الهواء	٧٩
تركيز غاز الأوزون في الهواء المحيط وفترة التعرض له	٨٠
تأثيره على ظاهرة الاحتباس الحراري	٨٠
أثره على التكلفة وانتاج غاز ثاني أكسيد الكربون	٨٣
الفصل الرابع: تأثيره على التنوع الحيوي	٨٥
معلومات عامة حول تأثيره على الكائنات	٨٧
العلاقة بين الفريسة والمفترس والأضواء الاصطناعية في الليل	٩٠
تصوير في الظلام الدامس لأول مرة	٩٢
الوزغ والحشرات حول الإنارات الفلوريسينية (التأثير الأكبر)	٩٤
الثديات الطائرة والحشرات حول إنارات الحدائق في السعودية	٩٤
تأثير الضوء على حركة المتعضيات	٩٥
انجذاب صغار السلاحف	٩٥
الفصل الخامس: تأثيره على الثديات الطائرة	٩٩
الثديات الطائرة	١٠١
هروب وانجذاب الخفافيش للإنارات	١٠٢

الفصل السادس: تأثيره على الطيور	١٠٥
تأثيره على الطيور	١٠٧
طائر الدوري	١٠٩
صبغات الرؤية ومستقبلات الضوء	١١٠
الإضاءات القوية وموت الطيور	١١٠
أطياف الضوء	١١١
برنامج التوعية بالضوء القاتل	١١٢
الفصل السابع: تأثيره على الحشرات	١١٥
تأثيره على الحشرات	١١٧
الضوء الاصطناعي والحشرات	١١٩
سلوك الحشرات حول الإنارات	١٢١
جذب الحشرات الناقلة للأمراض وانتشار الأوبئة	١٢٤
نقص محتمل في تنوع الحشرات المفيدة حول الإضاءات	١٢٦
تقدير لمعدل موت الحشرات قرب إنارات الشوارع	١٢٨
اختيار أنواع من الإنارات لحفظ الحشرات الليلية	١٢٩
جذب الإناث والتزاوج	١٢٩
وضع البيض	١٣٠
الساعة البيولوجية	١٣٠
أنواع الإضاءات التي تَحُثّ سلوك الطيران حول الضوء عند العثث	١٣١
التوزيع الغير متساوي للإنارات	١٣١
عوامل تزيد من تأثير الإضاءات الخارجية على أعداد العثث	١٣٢
طرق لحصر الإضاءات الخارجية لحماية العثث	١٣٢
النحل	١٣٣
الفصل الثامن: تأثيره على البرمائيات	١٣٥

تأثيره على البرمائيات	١٣٧
الإضاءة الليلية وأنماط النشاط	١٣٨
التجمع حول الضوء	١٤٠
البحث عن الطعام في كثافة ضوء منخفضة جدا	١٤٠
التغيرات في سلوك الانتاج والتكاثر	١٤٠
توزيع النشاط والسلوك عند تغير كثافة الضوء	١٤١
التأثير على إنتاج البيض وتطور اليرقانات	١٤٢
تأثير تغير الإضاءة	١٤٣
الفصل التاسع: تأثيره على الكائنات البحرية	١٤٥
تأثيره على الكائنات البحرية	١٤٧
تأثيره على الأسماك	١٤٨
حساسية الرؤية عند الأسماك	١٥٠
نوع وعمر الأسماك وتأثير الضوء عليها	١٥١
اضطراب هجرة الأسماك	١٥١
سلوك التكاثر والتزاوج	١٥٢
فقس البيض وتعبئة الهواء	١٥٣
تأثيره على القشريات البحرية	١٥٤
الإضاءات الاصطناعية ليلا في البيئات المائية وتأثيراتها البيئية	١٥٤
استجابات محتملة للكائنات المائية لإضاءة الليل	١٥٥
العوالق	١٥٧
الحاجة إلى الأبحاث في المستقبل	١٥٨
الفصل العاشر: أهمية توازن الكائنات في البيئة	١٥٩
أهمية توازن الكائنات في البيئة	١٦١
انقراض الكائنات	١٦٦

الفصل الحادي عشر: تأثيره على النباتات	١٧١
مستقبلات الضوء الأربعة في النباتات	١٧٣
الاستجابات الفيسيولوجية للضوء عند النباتات	١٧٤
لماذا توجد هناك مستقبلات للأطياف ما بين الحمراء وتحت الحمراء ومستقبلات للطيف الأزرق؟	١٧٥
لماذا توجد هناك مستقبلات كثيرة للضوء؟	١٧٦
لماذا تعتبر فترة النهار (١٢ ساعة تقريبا) هامة في النباتات؟	١٧٦
استجابات مختلفة	١٧٧
إضاءات الليل وفيسيولوجيا النبات	١٧٧
الفصل الثاني عشر: التلوث الضوئي والأمن	١٨١
التلوث الضوئي والأمن	١٨٣
دراسات إحصائية	١٨٤
هل يعني الظلام جرائم أكثر؟ وهل يحتاج المجرم الظلام ليتم عمليته؟	١٨٩
هل ترفع إضاءات الليل الأمن وتمنع الجرائم؟	١٩٠
الفصل الثالث عشر: التلوث الضوئي في السعودية وباقي الدول	٢٠٧
التلوث الضوئي في السعودية وباقي الدول	٢٠٩
إنارات التزيين (المشكلة المتفاقمة)	٢١٣
مآذن المساجد	٢١٥
إنـارات جانبي الطريق	٢١٥
جـولة وملاحظات	٢١٦
رحلة إلى إحدى الحدائق الوطنية في أستراليا	٢١٦
الفصل الرابع عشر: تأثيره على الفلك	٢١٩
معاناة الفلكيين مع التلوث الضوئي	٢٢١
ما الفائدة من علم الفلك؟	٢٢٤
مقياس بورتل لكثافة الإنارات وظلام السماء	٢٢٩

قياس لمعان السماء ليلا بواسطة جهاز SQM-L	٢٣٥
أثره على الفلك ورصد النجوم	٢٣٦
استخدام الفلاتر (المرشحات)	٢٣٧
الفصل الخامس عشر: قوانين ومحاولات في بعض الدول	٢٤١
ساعة الأرض العالمية لإطفاء الإنارات	٢٤٣
قوانين في بعض الدول	٢٤٦
الأستراتيجية الوطنية للتنوع الأحيائي في المملكة العربية السعودية	٢٤٩
هل التلوث الضوئي ضد القانون؟	٢٥١
خلو التلوث الضوئي نهائيا من جزيرة ستارك عام ٢٠١١	٢٥٢
تدريس التلوث الضوئي	٢٥٣
مواقع مهمة وإحصائيات	٢٥٤
اعتقادات خاطئة حول الإضاءة	٢٥٧
الفصل السادس عشر: الحلول	٢٦١
تعديل التركيب الخاطئ	٢٦٣
اقتراح للحد من التلوث الضوئي المتبقي (المنعكس)	٢٦٦
صور تتكلم	٢٦٧
ارشادات عامة	٢٧١
دول بدأت في التقليل من التلوث الضوئي (ملحق)	٢٧٩
المراجع	٢٨٣
المؤلف في سطور	٣٠٨

مدخل (مصطلحات مهمة):

• هذه بعض التعاريف المختصرة للمصطلحات التي سترد كثيرا في هذا الكتاب.

-بيولوجيا: وتعني علم الأحياء biology أو دراسة أشكال الحياة المختلفة كدراسة الخلايا الحية والجراثيم، ودراسة الجينات ووظائفها ومختلف الكائنات الحية. البادئة (bio) تعني حياة واللاحقة (logy) تعني عِلم.

- فيسيولوجيا: هو علم وظائف الأعضاء physiology ووظائف الكائن الحيّ والعوامل الفيزيائية والكيميائية المشتملة على ذلك، وهو فرع من علم الأحياء.

-الساعة البيولوجية: هي التكيف الفيسيولوجي للكائنات الحية من حيوانات ونباتات وبكتيريا وفطريات بما فيها الإنسان على تعاقب ظلام الليل وضياء الشمس خلال ٢٤ ساعة. بالرغم أنها ساعة داخلية حيوية الا أنها تُضبط عن طريق مؤثرات خارجية أهمها الضوء. فعند الرابعة والنصف فجرا تكون حرارة الجسم في أدنى مستوياتها وعند السابعة إلا ربع صباحا يصعد ضغط الدم إلى أعلى مستوى وعند السابعة والنصف يتوقف افراز هرمون الميلاتونين وفي التاسعة يصبح هرمون التيستوستيرون في أعلى مستوى له وفي العاشرة يكون الانسان في ذروة اليقظة والنشاط وفي الخامسة عصرا تكون أوعية القلب وقوة العضلات في ذروة فعاليتها ومع بداية حلول الظلام في السادسة والنصف مساءً يصبح ضغط الدم في أعلى مستوياته وفي السابعة مساء تصبح حرارة الجسم في أعلى مستوى لها وعند غياب نور الشفق الخافت (الساعة التاسعة مساء) يبدأ هرمون الميلاتونين بالافراز وعند العاشرة والنصف تُثبّط حركة الأمعاء وفي الثانية بعد منتصف الليل يكون الانسان في مرحلة النوم العميق وهكذا دواليك، ويمكنك أن تسمي هذه الساعة الداخلية بدورة الظلام والنور.

-الهرمونات: هي إفرازات كيميائية تصنعها غدد أو خلايا تقوم بالتأثير والتنظيم الحيوي على خلايا وأعضاء أخرى في نفس الكائن الحي ومثال ذلك هرمون الميلاتونين الموجود في كل كائنات المملكة الحيوانية وهو مضاد لتكاثر الخلايا السرطانية ومنظم الساعة البيولوجية لعمليات حيوية عديدة، وهرمون التيستوستيرون المسؤول عن صنع الحيوانات المنوية والخصائص الجنسية الذكورية الأخرى.

-الاستقلاب أو الأيْض (metabolism): هي العمليات الكيميائية الحيوية في الكائن الحي المهمة لإبقاءه حيا، وهي نوعان إما هدم أو بناء. ففي الهدم تتكسر الجزيئات الكبيرة عن طريق الانزيمات الى مواد أبسط كتكسير البروتينات إلى أحماض أمينية أو تكسير الدهون إلى أحماض دهنية مع انتاج طاقة، وفي البناء تتحول المواد البسيطة إلى مواد مركبة كعملية بناء البروتينات من الأحماض الأمينية أو عملية بناء الجلوكوز والدهون وغيرها.

-الهايبوثالاموس (hypothalamus): هو جزء من الدماغ يسمى باللغة العربية الوطاء أو تحت المهاد، وهو مرتبط بالغدة النخامية، يصنّع هرمونات عصبية لتحفيز أو تثبيط (تقليل) نشاط افراز الغدة النخامية ويتحكم بدرجة الحرارة والنوم والساعة البيولوجية.

-LAN: يقصد بهذا المصطلح التعرض للضوء في الليل وهو اختصار لجملة (exposure to Light at Night).

-Glare: هو الوهج أو صعوبة الرؤية ليلا بسبب وجود اضاءة مبهرة جدا كالانارات الصناعية المنتشرة بسبب سوء التصميم والتركيب والانارة الأمامية للسيارات وإنارات اللوحات الإعلانية.

-لكس (lux) : هي وحدة لقياس تدفق الضوء الساقط على مساحة محددة تعادل لومَن lumen لكل متر مربع، مصدرها luminous flux وتختصر أحيانا lx. ١٠٠ لومن / م^2 تعادل ١٠٠ لكس، في حين لو كانت نفس المائة لومن من الضوء موزعة على مساحة ١٠٠ م^2 فإن كثافة الضوء في تلك المساحة تعادل ١ لكس. يمكن استخدام مصطلح كيلو الشهير في هذه الوحدة، مثال: (klux or 1 kilolux 1) تعادل (١٠٠٠ لكس) لأن كيلو كلمة اغريقية تعني ألف.

-LD 12:12: يقصد بهذا المصطلح هو تعرض بعض الكائنات كما في بعض الدراسات مدة ١٢ ساعة لضوء (Light) متواصل، يعقبها ظلام تام (Dark) مدة ١٢ ساعة أيضا، وهكذا يوميا. يقصد أيضا بمصطلح (LL) هو التعرض الدائم للضوء في الأربع وعشرين ساعة اليومية.

-Plankton: وترجمتها «العوالق»، وهي الكائنات الحيوانية أو النباتية الصغيرة المعلقة أو الطافية في المياه، وتعتبر العوالق غذاءً للأسماك.

-Photoperiod، الفترة الضوئية: وهي طول النهار أو فترة الضوء اليومي الضروري لنمو النبتة ونضجها السويين، وتعني أيضا فترة النهار في فصلي الصيف والشتاء وتأثير ذلك.

الفصـــــــــــل الأول

تعريف التلوث الضوئي

١. تعريف التلوث الضوئي.

٢. آيات قرآنية وأحاديث نبوية.

٣. معجزة من معجزات النبي.

٤. الظلمات والنور.

٥. معلومات عامة عن التلوث الضوئي.

٦. التلوث الضوئي المتبقي (المنعكس).

٧. ازدواجية الطرق.

٨. الضوء والعين.

٩. أنواع الإضاءات.

١٠. استخدام إنارات ميتال هاليد خارج المحلات التجارية.

١١. خطورة الإنارات التي تصدر الطيف فوق البنفسجي.

١٢. الإنارات الخارجية.

١٣. حفلات الزواج والإضاءات.

١٤. السهر.

١٥. دراسة تأثر السائق في وجود أضواء الليل الزائدة.

١٦. كثافة الضوء في أماكن مختلفة.

١٧. المناطق البيئية.

- تعريف التلوث الضوئي:

يبدو أنك للمرة الأولى في حياتك تقرأ عن هذا التلوث، ويُعرّف بأنه الضوء الغير مستهدف لغرض محدد، ضوء مشرق، ساطع، مبهر، برّاق، متوهج، يحيّر البصر من شدة الضياء، يشوش على السائقين والمشاة ليلا، خطر على النظام الفيسيولوجي للجسم وعلى الحالة النفسية والبدنية، مؤثر من نواحي شتى، مشكلته خفيّة وخادعة، ضوء ينتهك ويتجاوز حقوق ومنازل الغير، ضوء صناعي يسبب اضطرابا في الساعة البيولوجية كالدواء المخدّر، موجّه بالخطأ في المكان الخطأ وفي الوقت الخطأ، ضوء زائد، ليس ضروريا في كثير من الحالات، يصعد عاليا في السماء ويلوثها، يغسل النجوم غسلا منها، تعكسه جزيئات الهواء في السماء فيصل مداه إلى مناطق تبعد مئات الكيلومترات، يشاهد من الفضاء من شدته، يمكن مشاهدته من على بعد مئات الأميال، يجتاح الكثير من المناطق المظلمة كل يوم حول العالم، نستخدمه صباح مساء، له تأثيرات سلبية دينيا وصحيا وبيئيا ووبائيا واقتصاديا واجتماعيا وفلكيا، هو من صنع الانسان ودليل على العبث بطاقة عظمى، هذا الضوء هو ما يسمونه الفلكيون والبيئيون بالتلوث الضوئي (١، ٩). الفساد والتخريب بأي شكل كان هي كلمات مرادفة للتلوث. التلوث ليس معنا محصورا كتلوث الهواء بالغازات الضارة أو تلوث الماء بالمواد السامة أو انبعاث الروائح الكريهة وغيرها من الأشياء التي تثير اشمئزاز الإنسان بل يُعتبَر اضطراب التناغم البيولوجي في الأجسام الحية تلوثا، ويعتبر الازعاج بأي شكل من الأشكال تلوثا سواء كان بسبب الإضاءات القوية ليلا أو كان بسبب آخر، ويعتبر الإسراف في استهلاك شيء ما تلوثا، ويعتبر سوء استخدام الموارد الطبيعية تلوثا.

-آيات قرآنية وأحاديث نبوية:

هل الشريعة الإسلامية تحارب التلوث الضوئي؟

أدعوك إلى قراءة هذه الآيات بتأمل وتدبر وهي آيات عن الليل الذي هو من السنن الكونية. نحن نسمع ونقرأ القرآن كل يوم ولكن السر والفائدة في التدبر. قال الله تعالى في سورة النبأ: ﴿ وَجَعَلْنَا نَوْمَكُمْ سُبَاتًا (٩) وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ لِبَاسًا (١٠) وَجَعَلْنَا النَّهَارَ مَعَاشًا (١١) ﴾. قال ابن كثير في تفسير هذه الآيات: وقوله: ﴿و جعلنا نومكم سباتا﴾ أي قَطعا للحركة لتحصل الراحة من كثرة التردد والسعي في المعايش في عرض النهار، وقوله: ﴿وجعلنا الليل لباسا﴾ أي يغشى الناس ظلامه وسواده، وقال قتادة: أي سكنا، وقال

تعالى في سورة الشمس: ﴿وَاللَّيْلِ إِذَا يَغْشَاهَا (٤)﴾. أي يغشى الشمس حين تغيب فتظلم الآفاق. فهذه فطرة الله وحكمته أن ينام الانسان في الظلام الحالك وأن تبقى الظلمة لبقية كائنات الليل لتعيش وتستمر الحياة وسيأتي وفاة أعداد هائلة من الكائنات بسبب كثرة الأضواء في الليل، وعند قلب هذه الفطرة كما هو حاصل الآن مع التلوث الضوئي تظهر لنا كل الأمراض والتقلبات التي لم تكن موجودة في أسلافنا عندها ندرك الحكمة من تلك الآيات العظيمة. إن من أكثر العوامل البارزة في إعادة التنظيم البيولوجي هي دورة النهار والليل أو سمّها إن شئت «دورة نور النهار وظلام الليل» التي لا قوام لنا بدونها. وقال تعالى في سورة الفرقان: ﴿وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ لِبَاسًا وَالنَّوْمَ سُبَاتًا وَجَعَلَ النَّهَارَ نُشُورًا (٤٧)﴾، فقطع الحركة تكون لراحة الأبدان، فإن الأعضاء والجوارح تكل من كثرة الحركة في الانتشار بالنهار في المعايش، فإذا جاء الليل وسكن سكنت الحركات، فاستراحت فحصل النوم الذي فيه راحة البدن والروح معا. قال تعالى في سورة القصص: ﴿قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ جَعَلَ اللَّهُ عَلَيْكُمُ النَّهَارَ سَرْمَدًا إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ مَنْ إِلَهٌ غَيْرُ اللَّهِ يَأْتِيكُمْ بِلَيْلٍ تَسْكُنُونَ فِيهِ أَفَلَا تُبْصِرُونَ (٧٢) وَمِنْ رَحْمَتِهِ جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ (٧٣)﴾، فلو جعل الله النهار سرمدا أبديا لأضر ذلك بنا ولتعبت الأبدان وكلّت من كثرة الحركات والانشغال ولهذا قال: «من إله غير الله يأتيكم بليل تسكنون فيه» أي تستريحون من حركاتكم وأشغالكم. فالواجب علينا شكر الله عز وجل على هذا التوازن، قال تعالى ﴿وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ خِلْفَةً لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يَذَّكَّرَ أَوْ أَرَادَ شُكُورًا (٦٢)﴾، وقال تعالى في سورة النمل: ﴿أَلَمْ يَرَوْا أَنَّا جَعَلْنَا اللَّيْلَ لِيَسْكُنُوا فِيهِ وَالنَّهَارَ مُبْصِرًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ (٨٦)﴾، أين آذاننا عن هذه الآيات، يجب علينا الانقياد لأوامر الله. وقال تعالى في سورة غافر: ﴿اللَّهُ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ وَالنَّهَارَ مُبْصِرًا إِنَّ اللَّهَ لَذُو فَضْلٍ عَلَى النَّاسِ وَلَكِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ لَا يَشْكُرُونَ (٦١)﴾، إذن نحن لم نعلم فوائد ظلمة الليل بل لا نحبه ونتهمه أنه سبب الجرائم وسيأتي تفصيل ذلك. لماذا خالفنا هذه الفطرة ونحن مأمورون أن ننام في الظلام ليلا وأن يبقى هذا الظلام ليلا كما جعله الله. اختلاف ضياء النهار وظلمة الليل آية لمن يعتبر، قال تعالى في سورة يونس: ﴿إِنَّ فِي اخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَمَا خَلَقَ اللَّهُ فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَّقُونَ (٦)﴾.

إنه الليل الذي ذكر في القرآن الكريم ٩٢ مرة والذي أنزل الله عز وجل سورة باسمه تعظيما لشأنه وأهميته، وقد أقسم الله بالليل ولا يقسم إلا بعظيم وأتبع الآية بقسم آخر وهو النهار، إنه التتابع والتوازن الأرضي، قال تعالى في سورة الليل: ﴿وَاللَّيْلِ إِذَا

يَغْشَى (١) وَالنَّهَارِ إِذَا تَجَلَّى (٢)﴾، فيغطي الليل الأشياء بظلمته وقد أقسم الله عز وجل بهذا التعاقب لأهميته وعظمته. قال تعالى: ﴿ وَأَغْطَشَ لَيْلَهَا وَأَخْرَجَ ضُحَاهَا (٢٩)﴾، أي جعل ليلها مظلما أسود حالكا، ونهارها مضيئا مشرقا نيرا واضحا. قال ابن عباس: أغطش ليلها: أظلمه، وأخرج ضحاها: أي نهارها. إن الليل الذي نعيشه هذه الأيام ليس ليلا شئت أم أبيت، بل هو نهار صناعيّ، فتقلّبت الفطر بوهج النور الذي هو من صنع البشر. متى سيأتي الليل الطبيعي لنعيش في هدوء تام ونوم هنيئ وتتوازن معها بقية الكائنات. قال تعالى في سورة الإسراء: ﴿ وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَتَيْنِ فَمَحَوْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً لِتَبْتَغُوا فَضْلًا مِنْ رَبِّكُمْ وَلِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ وَكُلَّ شَيْءٍ فَصَّلْنَاهُ تَفْصِيلًا (١٢)﴾، قال ابن عباس في قوله «وجعلنا الليل والنهار آيتين»: هو السواد في الليل. وقال ابن كثير: يمتن تعالى على خلقه بآياته العظام، فمنها مخالفة الليل والنهار ليسكنوا في الليل وينتشروا في النهار للمعايش والأعمال والأسفار، وليعلموا عدد الأيام والشهور والأعوام، ثم إنه تعالى جعل الليل آية، أي علامة يعرف بها وهي الظلام وظهور القمر فيه، وللنهار علامة وهي النور وظهور الشمس النيرة فيه وفاوت بين ضياء القمر وبرهان الشمس ليعرف هذا من هذا، وقوله «لتبتغوا فضلا من ربكم» أي في معايشكم وأسفاركم ونحو ذلك «و لتعلموا عدد السنين والحساب»، فإنه لو كان الزمان أسلوبا متساويا لما عرف شيء من ذلك، وقد حصل هذا في زماننا كما سيتم التفصيل في هذا حول اضطراب الكائنات الليلية بسبب انارة الليل السرمدية، وجاء في بعض أقوال المفسرين في قوله تعالى: ﴿ أَلَمْ تَرَ إِلَى رَبِّكَ كَيْفَ مَدَّ الظِّلَّ وَلَوْ شَاءَ لَجَعَلَهُ سَاكِنًا ثُمَّ جَعَلْنَا الشَّمْسَ عَلَيْهِ دَلِيلًا (٤٥)﴾، أي: لولا أن الشمس تطلع عليه لما عرف، فإنّ الضد لا يعرف إلا بضده. وفي هذه الأيام، فإنّ خسوف القمر لا يُحدث عند الكثيررهبة وإحدى الأسباب هي أن إناراتنا أقوى بمئات المرات من ضوء القمر فلا يلاحظ أحد الفرق بين نور القمر ليلة البدر وبين انعدام نور القمر عند الخسوف، وسيتم ذكر كثافة القمر ليلة البدر وكثافة الإنارات لنعرف الفرق بينهما. ظلام الليل ومحو النور منه أحد أعظم نعم الله علينا. قال تعالى: ﴿ وَآيَةٌ لَهُمُ اللَّيْلُ نَسْلَخُ مِنْهُ النَّهَارَ فَإِذَا هُمْ مُظْلِمُونَ (٣٧)﴾، لقد خرج الإنسان من ظلمة الليل وهو نشوز عن الفطرة ويجب علينا معرفة ذلك، فمن سيعيد لنا الليل؟! نحن البشر من أتينا بالضوء الصناعي الليلي وهو سبب استمرار الناس في أعمالهم وذهاب الرحمة والسكن لهذا الليل، قال تعالى: ﴿ فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٩٦)﴾، أي خالق الضياء والظلام وجاعل الليل سكنا أي ساجيا مظلما تسكن فيه الأشياء، ولك أن تنظر في أعداد السيارات

والإنارات والبشر والإزعاج المتواصل من المغرب إلى الفجر وكل ليلة وكيف تحول هذا الليل الذي هو رحمة إلى آخر لا يهنأ للمسلم فيه بال، وهناك الدراجات النارية «الدبابات» حتى قالت إحداهن أنها مزعجة ولا يحلوا لهم الاستعراض إلا في أوقات متأخرة من الليل على حساب راحة المواطنين، وهي على حق، فالليل للراحة، ومن أهم أسباب هذه الظاهرة والازعاج هو انتشار إنارات الليل. النوم في الليل من آيات الله، قال تعالى ﴿ وَمِنْ آيَاتِهِ مَنَامُكُمْ بِاللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَابْتِغَاؤُكُمْ مِنْ فَضْلِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَسْمَعُونَ (٢٣)﴾، أي يعون، ويعقب هذا النوم العمل في النهار، فهذا التضاد من آياته عز وجل. التلوث الضوئي افساد في هذه المعمورة وقد لا نستطيع أن نقول معمورة لهذا السبب ولوجود هذا التلوث في كل بقعة في الأرض وحيثما اتجهت ببصرك. إن فهم الاسلام على أنه دين يدعو إلى ترك الحياة وترك عمارة الأرض (و عدم القضاء على المفاسد) هو فهم خاطئ بلا شك، فلا يمكن لمسلم أن يقوم بهذا الواجب وحده بل لابد من التكاتف، ونحن في هذا العصر قد تطورت التيكنولوجيا وبعضها خطير وعلينا فهم العلوم المعاصرة لنعرف ما يمكن أن تسببه من أخطار سواء كانت ظاهرة أم باطنة، وسنجد أن التلوث الضوئي من أكبر أسباب المخاطر والمفاسد الباطنة التي لا تتجلى إلا لمن واكب هذه العلوم واستوعبها. سيأتي أيضا ذكر بعض الآيات عن الإفساد في موضعها، وقد قال تعالى: «... ولا تبغ الفساد في الأرض إن الله لا يحب المفسدين». وقال تعالى: «... ولا تفسدوا في الأرض بعد إصلاحها ذالكم خير لكم إن كنتم مؤمنين». وقال تعالى: «... وانظروا كيف كان عاقبة المفسدين». وقال تعالى: «...كلوا وأشربوا من رزق الله ولا تعثوا في الأرض مفسدين». هذا أحد أسوأ أنواع الفساد الذي سببه الإنسان، قال تعالى: ﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)﴾، وسنرى كيف يفسد الضوء في الليل البر والبحر، وهو الضوء الذي صنعه الإنسان ويستخدمه في البر والبحر باستمرار وبإسراف وعدم فائدة في كثير من الحالات.

و «عن أبي برزة -رضي الله عنه- أن النبي صلى الله عليه وسلّم كان يكره النوم قبل العشاء والحديث بعدها»، وقد انقلب الحال، فلا تبدأ الجلسات إلا بعد العشاء بسبب وجود آلاف الانارات في كل شارع من كل حي وهذا قلب للفطرة وقد كره ذلك الرسول محمد صلى الله عليه وسلّم. يعتبر التوقيت بعد العشاء عورة، فيمنع دخول الأطفال والخدم إلا بالاستئذان، هذا يعني أنّ توقيت زيارات الأصدقاء يكون إما بعد العصر أو المغرب، أما بعد العشاء فليس وقتا للزيارة لأنه وقت خاص للأسرة وهو وقت النوم، فإنه يمكننا الاستفادة من كل التقنيات الحديثة ولكن دون أن نتخلى عن هويتنا الإسلامية،

قال تعالى: ﴿ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لِيَسْتَأْذِنْكُمُ الَّذِينَ مَلَكَتْ أَيْمَانُكُمْ وَالَّذِينَ لَمْ يَبْلُغُوا الْحُلُمَ مِنْكُمْ ثَلاثَ مَرَّاتٍ مِنْ قَبْلِ صَلاةِ الْفَجْرِ وَحِينَ تَضَعُونَ ثِيَابَكُمْ مِنَ الظَّهِيرَةِ وَمِنْ بَعْدِ صَلاةِ الْعِشَاءِ ثَلاثُ عَوْرَاتٍ لَكُمْ لَيْسَ عَلَيْكُمْ وَلا عَلَيْهِمْ جُنَاحٌ بَعْدَهُنَّ طَوَّافُونَ عَلَيْكُمْ بَعْضُكُمْ عَلَى بَعْضٍ كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمُ الآيَاتِ وَاللَّهُ عَلِيمٌ حَكِيمٌ (٥٨)﴾.

أرجو منك أن تستشعر حجم الخسارة والتبذير في التشغيل الدائم لهذا النور في غير موطنه وبتلك القوة المبهرة، هل استشعرت يوما ما أنها إسراف؟!! إنني أتعجب من الغالبية العظمى منا، أيّ حالة نفسية نعيش بها؟! وأي احساس متبلد لدينا؟! لماذا لا نفرق بين الصحيح والباطل؟! هل نحن مسلمون حقا؟! هل نطبق ديننا فعلا أم أصبح عادة وروتين؟! هل ندعي المحافظة أم نحن أكثر الناس تفلّتا في العمل، هل تدبّرنا قول الله تعالى في سورة الأعراف: "... ولا تسرفوا إنه لا يحب المسرفين" أم أننا نسمع القرآن كالذي ردد خلف الامام الذي قرأ سورة الأنعام الآية السابعة والسبعين فقال آمين. سأتوقف عند هذه الكلمة (إسراف) وأريدك أن تتأملها قليلا بدلا من أن تمر مرورا عابرا. لو افترضنا أنّ هناك تهريبا قليلا في صنبور المياه، هل ستتركه؟ بالتأكيد لا. لو تركنا الصنبور وقمنا بحساب الخسارة الناجمة عن هذا الاسراف يوميا كم سنجدها، ١٠ ريالات، ١٠٠ ريال، ١٠٠٠ ريال، أكثر أم أقل؟ هناك إسراف ضخم في أضواء الشوارع، هل أحسست بها؟ هل ستقوم بإزالة الزائد منها، قم بحساب الخسارة الناجمة عن هذا الاسراف يوميا، كم ضعفا ستكون مقارنة بالخسارة السابقة للمياه، ١٠ أضعاف، ١٠٠ ضعف، ١٠٠٠ ضعف، أكثر أم أقل؟ نحن مأمورون بعدم الإسراف وإن كنا على نهر جار، ولو تخيلت معي الإسراف في استخدام المياه والإسراف في استخدام إنارات الطرقات على شكل تلوث ضوئي وهل يمكننا تعويض النقص أو الخطر الناجم عن ذلك الإسراف فإنّ هناك محطات لتحلية المياه لتعويض النقص الحاصل جرّاء الإسراف في استخدام المياه، لكن من المستحيل تعويض وتصحيح المخاطر الناجمة عن الإسراف الضوئي أو الفساد الضوئي كما أسميه كقتل ملايين الكائنات الحية وانبعاث أطنان من الغازات الخطرة والملوِّثة، فحصول ذلك يكلف على البيئة الكثير. كم هو حجم التبذير الناجم عن المأكولات الزائدة كالولائم مثلا، هل هذا العمل جائز؟ إذن التبذير في النعم مذموم حتى وإن لم يكن هناك ضرر. إحدى النعم هي الكهرباء وبالرغم من ذلك إلا أنها تؤثر على البيئة حتى وإن أحسَنّا استخدامها فكيف بعدم الترشيد فيها وتبذير المليارات دون فائدة؟!! ٥٠٪ من الضوء تقريبا (و يعتمد على نوع تصميم الإضاءة) يتجه للسماء، فمثلا في كل مليار ريال ننفقها في استخدامنا لأضواء المدن فإن ٥٠٠ مليون ريال تذهب للنصف الثاني من الضوء بدون

فائدة. هناك إسراف في النفقة وهناك إسراف في الاستهلاك، وإحدى أكبر أنواع الإسراف في الاستهلاك هو التلوث الضوئي بلا منازع. جميل أن نرى المواطنين يلاحظون الصليب في إنارات جديدة كما حدث في المدينة المنورة ويناشدون الأمانة وشركة الكهرباء لأنه أمر يمسّ الدين، فكانت ملاحظتهم دقيقة جدا وسريعة كسرعة الضوء في هذه الحادثة، لكنهم لم يلاحظوا الإسراف الضوئي طيلة عقود من الزمان وهذا أمر يمسّ الدين أيضا، إذن لم يعد لديك عذر بعد أن عرفت هذا الإسراف ويجب أن تناشد الأمانات وشركة الكهرباء في تصميم جديد يزيل الزائد من الضوء (صورة ١). في دراسة وجد أنّ تكلفة إنارات الطرقات في بريطانيا هو ١١٠ مليون جنيه استرليني، ٣٦ مليون جنيه استرليني من إنارات الأمن و٨٨٠ مليون جنيه استرليني من المباني التجارية.

صورة ١: ٨ إنارات في عمود واحد قرب أعمدة كثيرة هو شكل من أشكال الاسراف والتلوث الضوئي. على الأقل توضع إنارة واحدة بدلا من هذه الثمانية (Photo: by author).

«إضاءة حديقة صغيرة بإنارة قوتها ٥٠٠ واط هو بمثابة سقي زهرة بمضخّة حدائق» (IDA).

إنني أتمنى مقابلة الليل الطبيعي وانتظره على أحر من الجمر، وعند قدومه سيكون أعز ضيف في حياتي. لا أقصد أن يعيش الناس بدون أدوات كهربائية، الذي لا نحتاجه هو الضوء الزائد في الطرقات والضوء الصاعد في السماء. هل تعلم أنّ هذا التلوث يقتل الكثير من الكائنات وتضطرب أنظمتها الفيسيولوجية طالما بقيت الإنارات مضاءة؟! لقد قال لي البعض «نحن لا نبالي بهذه الحيوانات والكائنات سواء ماتت أو انقرضت». تدبر رعاك الله حديث المرأة التي دخلت النار في هرة حبستها حتى ماتت فلا هي أطعمتها وسقتها ولا هي تركتها تأكل من خشائش الأرض. وفي الجهة الأخرى حثنا الإسلام على الإحسان إلى كل الكائنات لنحصل على الأجر. عن أبي هريرة -رضي الله عنه- أن رسول

اللّه صلى اللّه عليه وسلم قال: «بينما رجل يمشي بطريق اشتد عليه العطش، فوجد بئرا فنزل فيها فشرب، ثم خرج فإذا كلب يلهث، يأكل الثرى من العطش، فقال الرجل: لقد بلغ هذا الكلب من العطش مثل الذي كان بلغ مني، فنزل البئر فملأ خُفّه ماء ثم أمسكه بفيه حتى رقي فسقى الكلب، فشكر اللّه له، فغفر له، قالوا يارسول اللّه وإنّ لنا في هذه البهائم لأجرا؟ فقال: «في كل كبد رطبة أجر». وقد غفر اللّه لامرأة بغي لأنها سقت كلبا. لقد تعجّب الصحابة من حصول الأجر عند الرفق بالحيوان ويرجع هذا الاستغراب في زماننا ولم يعد يهمنا شأنها ولا حياتها ولا انقراضها ولا دراستها.

- معجزة من معجزات النبي:

لقد أمرنا رسولنا صلى اللّه عليه وسلم بإطفاء المصابيح بعد صلاة العشاء وقبل النوم كما ورد ذلك في روايات كثيرة ويجب علينا الالتزام لأوامره. عن جابر بن عبداللّه -رضي اللّه عنهما- قال قال رسول اللّه صلى اللّه عليه وسلم «أطفئوا المصابيح بالليل إذا رقدتم وأغلقوا الأبواب» رواه البخاري ومسلم، وفي رواية «و أطفئوا السراج»، فمن نشز عن هذا فهو مخالف للسنة، وقد حذر النبي من كانوا ينامون والمصابيح مضاءة ظنا منهم أن هذا عمل صحيح او مجلبة للأمن، فهم لم يعلموا أثر الضوء الدائم الليلي LAN على أجسادهم وبيئتهم، فالصحيح هو اطفاؤها، وما جاء من مفاسد ظاهرة في هذا البحث الذي هو بسبب انتشار المصابيح الكهربائية وعدم اطفائها لهي معجزة من معجزات النبي الذي لا ينطق عن الهوى لأنّ اطفائها عند النوم هو الحل الجذري السريع السهل للتلوث الضوئي، وقوله "أطفئوا المصابيح" صالحة في أي زمان فتشمل المصابيح صوديوم عالي الضغط والمصابيح الزئبقية والفلوريسينية وغيرها من الإضاءات، وفيما جاء في قوله "أغلقوا الأبواب" لأن الشيطان لا يفتح بابا مغلقا، كذلك مع هذا الغلق يُمنع دخول الضوء الخافت ومقداره (٠,٢١ لكس) وهي قوة نور القمر في مرحلة البدر، وهي الكثافة التي تصل إلى حجرة النوم عند فتح النافذة أو الباب وقد قمت بقياس ذلك عن طريق جهاز قياس كثافة الضوء ووجدت نفس الرقم المذكور، وقد أكد البحث العلمي خطورة التعرض حتى للضوء الخافت (٠,٢١ لكس) فترة الليل وسيُفصّل في ذلك، فكان الهدف من الحديث هو النوم في ظلام حالك وقد أجمع الباحثون أنّ هذا هو أفضل الحالات للوقاية من المخاطر الصحية. ما يفعله الغرب الآن هو تطبيق هذا الحديث بحذافيره، ولسان حالهم يقول -بعد أن عقدوا المؤتمرات والحملات والمنظمات والبحوث ووضعوا القوانين- "أطفئوا المصابيح بالليل إذا رقدتم". أتمنى أن يطبق هذا الحديث في حياتنا فنحن أولى

من الغرب بالانقياد لأوامر الرسول. عند تذكرنا لحديث أبي برزة حول كراهية الحديث بعد العشاء، نفهم أنه في أغلب الأحيان يكون وجوب اطفاء المصابيح بعد العشاء إلا لعلم أو ضرورة، أما من يقول بأن اطفاء المصابيح هو بسبب الفويسقة (الفأرة) لأنها تضرم النار على أهل البيت فتحرقهم، فهذه كانت إحدى أسباب المنع لكنها ليست السبب الوحيد للمنع لأن هناك أحاديث كثيرة عن وجوب اطفاء المصابيح ولم يذكر السبب فيها، فكانت العلة غير معروفة، ونحن المسلمون علينا الانقياد لهذه الأوامر لأننا نسلم لكل أمر نبوي سواء ذكرت العلة أم لم تذكر. أعتقد أنّ إنارات الليل الزائدة عن الحاجة ستصبح من المسائل الفقهية المعاصرة.

-الظلمات والنور:

هل يمكن للظلمات أن تكون خيرا؟!! في الغالب يقصد بها الشر، وهل يمكن للنور أن يكون شرا؟!! في الغالب يقصد به الخير. قال تعالى: ﴿ أَوَمَنْ كَانَ مَيْتًا فَأَحْيَيْنَاهُ وَجَعَلْنَا لَهُ نُورًا يَمْشِي بِهِ فِي النَّاسِ كَمَنْ مَثَلُهُ فِي الظُّلُمَاتِ لَيْسَ بِخَارِجٍ مِنْهَا كَذَلِكَ زُيِّنَ لِلْكَافِرِينَ مَا كَانُوا يَعْمَلُونَ (١٢٢) ﴾، وقال تعالى: ﴿ هُوَ الَّذِي يُصَلِّي عَلَيْكُمْ وَمَلَائِكَتُهُ لِيُخْرِجَكُمْ مِنَ الظُّلُمَاتِ إِلَى النُّورِ وَكَانَ بِالْمُؤْمِنِينَ رَحِيمًا (٤٣)﴾، وقال تعالى: ﴿ وَمَا يَسْتَوِي الْأَعْمَى وَالْبَصِيرُ(١٩) وَلَا الظُّلُمَاتُ وَلَا النُّورُ (٢٠)﴾، وقال تعالى: ﴿ كَأَنَّمَا أُغْشِيَتْ وُجُوهُهُمْ قِطَعًا مِنَ اللَّيْلِ مُظْلِمًا... ﴾، وهذا إخبار عن سواد وجوه الذين عملوا السيئات كسواد الليل، فبسبب شدة ظلمة الليل (خاصة بداية الشهر القمري) لا تستطيع الخلايا العصوية في العين تمييز تفاصيل الأجسام ومعرفة الضار من النافع، قال تعالى: ﴿ يَوْمَ تَبْيَضُّ وُجُوهٌ وَتَسْوَدُّ وُجُوهٌ... ﴾، لكن هناك معنا آخر للظلمات حتى أنه كان هناك اختلاف في تفسير أول سورة الأنعام حتى تطور البحث العلمي، قال تعالى: ﴿ الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَجَعَلَ الظُّلُمَاتِ وَالنُّورَ ثُمَّ الَّذِينَ كَفَرُوا بِرَبِّهِمْ يَعْدِلُونَ (١)﴾، فإنّ الظلمات والنور منفعة لعباده في ليلهم ونهارهم، وأنّ فترة الضوء هامة جدا لكل الكائنات تقريبا أو ما يسمى photoperiodism (الفترة الضوئية)، وهناك تفسيرات أخرى فقيل أنه أراد بالظلمات الجهل وبالنور العلم. قال الواقدي: كل ما في القرآن من الظلمات والنور فهو الكفر والإيمان إلا في هذه الآية فإنه يريد بهما الليل والنهار، وقد يكون هذا هو المعنى الصحيح لما وصل إليه العلم حول فوائد ظلمة الليل وضياء الشمس والله أعلم. إذن للظلمات معانٍ كثيرة، فإنّ ظلمات الجهل والفساد والضلال هي أسوأ الظلمات ولا يخلط هذا بالظلام الحسيّ في الليل، فإنّ الظلام في هذا التوقيت نعمة كما ذكر في القرآن لما

تجلب من راحة وتوقف للعمل ولتعيش فيه بقية الكائنات الأخرى حتى تستمر الحياة، فلا يُفهم أنّ وضع إنارات في كل مكان وقلب الليل إلى نهار أنه خير في كل الأحوال، فإنّ النور إذا كان يفسد ويلوث وكان في غير وقته أصبح شرا لما يترتب عليه من مفاسد بيئية وغيرها. هذا دليل على أهمية الفترة الضوئية على الحياة، قال تعالى: ﴿ قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ جَعَلَ اللَّهُ عَلَيْكُمُ النَّهَارَ سَرْمَدًا إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ مَنْ إِلَهٌ غَيْرُ اللَّهِ يَأْتِيكُمْ بِلَيْلٍ تَسْكُنُونَ فِيهِ أَفَلَا تُبْصِرُونَ (٧٢)﴾. الضوء هام جدا، لكن استمرارية الضوء ضارة، ولهذا ذكر الله بعدها رحمة الظلام الذي يعقب هذا النور، قال تعالى: ﴿ وَمِنْ رَحْمَتِهِ جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ (٧٣) ﴾ إذن للنور معانٍ مختلفة أيضا. أما نور العلم والإيمان والهداية فهو النور الحقيقي، والنور في الآخرة ونور القبر هو النور الذي يتمناه كل مسلم ويسعى لنيله. في كثير من الأحيان يهوى الإنسان ما فيه ضرر ويكره ما فيه خير، فقد بين الله أننا لن نعتبر من هذه الحكمة الإلهية إلا لمن فكر وهم قليل، قال تعالى: ﴿ أَلَمْ يَرَوْا أَنَّا جَعَلْنَا اللَّيْلَ لِيَسْكُنُوا فِيهِ وَالنَّهَارَ مُبْصِرًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ (٨٦)﴾، وقال تعالى: ﴿ يُقَلِّبُ اللَّهُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَعِبْرَةً لِأُولِي الْأَبْصَارِ (٤٤)﴾، إنّ الله أعلم منا بهذا الظلام الذي جعله في الليل ليغطي الأرض ولتحيا فيها كائنات بطريقة غاية في التنظيم، قال تعالى: ﴿ أَلَا يَعْلَمُ مَنْ خَلَقَ وَهُوَ اللَّطِيفُ الْخَبِيرُ (١٤)﴾، ولكي نعرف أنّ للنور معان ولا يقصد به وجود الضوء الكهرومغناطيسي في كثير من الحالات وأنّ الإنسان ليس في حاجة ماسة للضوء ليلا لوجود النور الطبيعي الذي جعله الله، علينا أن نقرأ تفسير الآية ٣٥ في سورة النور: ﴿ اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ (٣٥) ﴾. قال علي بن أبي طلحة، عن ابن عباس: «الله نور السماوات والأرض» يقول: هادي أهل السماوات والأرض، وقال مجاهد وابن عباس في قوله: «الله نور السماوات والأرض» يدبر الأمر فيهما، نجومهما وشمسهما وقمرهما. وعن أبي بن كعب في قول الله تعالى: «الله نور السماوات والأرض» قال: هو المؤمن الذي جعل الله الإيمان والقرآن في صدره. وعن رسول الله -صلى الله عليه وسلم- أنه قال يوم آذاه أهل الطائف: «أعوذ بنور وجهك الذي أشرقت له الظلمات، وصلح عليه أمر الدنيا والآخرة، أن يحل بي غضبك أو ينزل بي سخطك..»، فنور الوجه هنا معنوي. وعن ابن مسعود -رضي الله عنه- قال: «إنّ ربكم ليس عنده ليل ولا نهار، نور العرش من نور وجهه. وفي قوله: «مثل نوره»

هو مثل ضربه الله لطاعته فسمى الله طاعته نورا. وفي قوله: «فيها مصباح» قال أبي ابن كعب: المصباح: النور، وهو القرآن والإيمان الذي في صدره. وفي قوله: « يوقد من شجرة مباركة زيتونة لا شرقية ولا غربية» قال الحسن البصري: هو مثل ضربه الله لنوره، وقيل معناها لا يهودي ولا نصراني. وفي قوله: «نور على نور» قال العوفي، عن ابن عباس: يعني بذلك إيمان العبد وعمله، وقال أبي ابن كعب: فهو يتقلب في خمسة من النور، فكلامه نور، وعلمه نور، وعمله نور، ومدخله نور، ومخرجه نور، ومصيره إلى النور يوم القيامة إلى الجنة. وقال السّدّي في قوله: «نور على نور» قال: نور النار ونور الزيت، حين اجتمعا أضاءا، ولا يضيء واحد بغير صاحبه، وكذلك نور القرآن ونور الإيمان حين اجتمعا، فلا يكون واحد منهما إلا بصاحبه. وقوله: «يهدي الله لنوره من يشاء» أي: يرشد الله إلى هدايته من يختاره. نفهم من هذه التفسيرات أنّ الضوء -الحسيّ- الذي نراه في كل مكان هو من الظلمات -المعنوية- وهي ظلمات الفساد والتلوث الذي يسببها، وأنّ ظلمات الليل -الحسيّة- هي من النور -المعنوي- لما يترتب عليها من منافع لا تعد ولاتحصى. ونفهم كذلك أنه قد تكون بصيرة الأعمى -الذي لا يرى الضوء- أفضل من المبصر، فبصيرة الشيخ ابن باز -رحمه الله- كانت أقوى من المبصرين بكثير. لقد تركنا الرسول صلى الله عليه وسلم على المحجة البيضاء ليلها كنهارها، أي أنّ هذا الدين واضح في كل الأحوال والأوقات، وهذا يقودنا إلى الحديث الآخر: «يصبح الرجل مؤمنا ويمسي كافرا، ويمسي الرجل مؤمنا ويصبح كافرا»، فالواجب استمرارية العبادة في كل الأوقات إلى أن يتوفانا الله. لقد أصبح الآن معنى «الظلم ظلمات...» واضح لنا، فلا يقصد بالظلمات هنا هو عدم وجود الضوء الكهرومغناطيسي الذي نعرفه، وأنّ الشعار المشهور: «العلم نور والجهل ظلام» معناه إنارة العقول وليست إنارة كهربائية، وأنّ «الجهل ظلام» ليس المقصود به عدم توفر إنارات، فما أجمل ظلام الليل، وما أقبح ظلام الجهل.

- معلومات عامة عن التلوث الضوئي:

لقد خطى علم الضوء خطوات هائلة في فهم جودة الضوء والإدراك البصري حتى أصبح التلوث الضوئي علما منفصلا (light pollution science)، فأصبح هناك علم كيمياء الضوء photochemistry وعلم أحياء الضوء photobiology وهو دراسة تفاعل الضوء وتأثيره الإيجابي والسلبي على الكائنات الحية، ولأهمية هذا العلم فإنّ هناك عددا من العلماء قد حصلوا على جائزة نوبل على دراساتهم في هذا المجال الصعب.

فرهايجن (Verheijen) هو أول من أطلق مسمى التلوث الضوئي (light pollution or

photopollution) بسبب السنين الطويلة التي أمضاها في دراسة تأثير هذه الأضواء الليلية على الحياة البرية. بما أنّ التعداد السكاني في تزايد فإنّ الإضاءات الاصطناعية في تزايد أيضا، وأصبح من الصعب وجود منطقة خالية من تأثيراته. إنها سنّة الله تعالى أن يستيقظ المسلم مبكرا ليصلي الفجر جماعة ويبدأ يومه تحت أشعة الشمس، تنير لك الأرض وتحوّل الأرجيستيرول في جلدك الى فيتامين د، وتبعث لك كل الإشعاعات اللازمة للرؤية مدة ١٢ ساعة تقريبا، تستخدم فيها خلايا النهار، فإذا بدأت حُمرة الأفق عند الغروب (الشفق) واستخدمت خلايا الليل لتعينك على الرؤية في هذا الضوء الخافت ونزلت الشمس ٦ درجات تحت الأفق وبدأت ظلمة أول الليل (الغسق)، وهو دخول وقت العشاء، ثم صليت العشاء، حلّ الظلام الحالك ثم أخلدت إلى النوم. ليست كل الليالي حالكة، فنور القمر يتفاوت بين ليلة وأخرى. مع الأسف الشديد، أصبح التلوث الضوئي ألمع من الشفق بالتالي لن يعيش الناس حياة طبيعية يهنؤون بها. كان الناس في الماضي يستخدمون المشكاة وضوء القمر للرؤية أثناء الليل إذا دعت الحاجة لذلك، ومع التطور والكهرباء كثرت نسبة الإضاءة ليلا ونتيجة لذلك زادت مشكلة التلوث الضوئي المزعج التي لم تكن في الماضي، وأشهر أشكال التلوث الضوئي هي تسليط الضوء في سماء الليل skyglow وهو الذي ندفع فيه نصف المبلغ الإجمالي تقريبا إذا لم تكن الإضاءة مغطاة من الأعلى، وهو الضوء الذي يحجب مشاهدة الشهب وآلاف النجوم وحزام مجرتنا الذي يشاهده فقط أقل من ١٠٪ في العالم. النوع الثاني هو صعوبة الرؤية في وجود ضوء متوهج موجّه بطريقة خاطئة (glare) وهناك ٩ درجات لهذا الوهج. نجد على سبيل المثال إنارات السيفتي (safety) في سيارات المرور قوية جدا، ويكاد سنا برقها يذهب بالأبصار، لكن إنارات السيفتي في بعض سيارات أمن الطرق خفيفة وبدون وهج وتؤدي الغرض المطلوب. يعيق التلوث الضوئي المصورون عن التقاط صور جميلة، فالإضاءة الساطعة تجعل منظر الصورة بشعا بدلا من صور جمالية في إضاءة أقل شدة (صورة ٢، ٤). النوع الثالث هو وجود إضاءة في أماكن لا يحتاجها الضوء (light trespass) أو مايسمى بالضوء المتعدي (صورة ٣). لتتأكد من ذلك، انظر إلى السماء في ليلة ملبدة بالغيوم وكيف تعكس هذه السحب اللون البرتقالي للأضواء. من سيحتاج الإضاءة هناك، هل من أشخاص في السماء يتَفَحّصون الغيوم وما فيها؟! معظمنا لا يعلم عن هذا النوع (تلوث الضوء في السماء) لأنك في الغالب لا تستطيع ملاحظة الضوء إلا إذا انعكس على جسم. الإسراف هو كذلك أحد أنواع التلوث الضوئي. ازدياد الإضاءة المزمن هو أحد أنواع هذا التلوث كإنارات الشوارع والعربات (إذا كانت باتجاه أعين الناس) وإنارات أسطح المنازل وحدائقها وإنارات المحلات التجارية وإنارات الأمن وإنارات الزينة (وهي كثيرة جدا) وإنارة الأندية الرياضية

ومحطات المحروقات وإنارات الطرقات ولوحات الاعلانات. إحدى أسباب هذه الإضاءة القوية هي الدول الغنية التي تتحمل تكاليف الطاقة فتنير البيئة طول الليل. لدى الدول النامية أقل مستوى للتلوث الضوئي، نيابة عن ذلك فهم يوقدون النيران أو يستخدمون ما يكفيهم من الضوء كالفوانيس. سيتم التحدث عن إنارات مغطاة (shielding lights) لمنع أحد هذه الأنواع، لكنه مع ذلك أحد مسببات التلوث البيئي حتى وإن تمت التغطية بعاكس. إذا رأيت مصدر الضوء (bulb) على بعد مسافة فإن الإنارة سيئة التصميم.

ملاحظة : المقصود بعاكس هو جسم غير نافذ للضوء يوضع باتجاه المنطقة الغير مراد إضائتها فتمنع نفاذ الضوء ليكون تركيزه أكثر في الجهة المراد إضائتها، أما الزجاجة إذا كانت تغطي مصدر الضوء فلا تعتبر عاكسا لأنّ الضوء ينفذ منها.

هل أدركت حجم الخسارة من هذه الكثافة الضوئية الهائلة؟ أنا متيقّن أنها مسألة تعوّد، فقد اعتاد الناس على ذلك ومن الصعب التخلي عن هذه العادة. قد يجتاح الضوء المنازل المجاورة (light trespass) فيضطرب النوم ويفقد أصحاب المنزل خصوصياتهم، و تزداد احتمالية تكوّن السرطانات. تستخدم كثير من هذه الإنارات الليلية الخارجية مع كل أسف في تجميل المباني ويالياتها لفترات محدودة بل تعمل على الدوام. إضاءة بعض الملاعب الرياضية تسبب الأنواع الثلاثة من التلوث الضوئي ويمكن أن تنير مناطق لا يحتاجها الضوء على بعد كيلومترات والسبب هو تركيب هذه الإنارات بشكل غير مدروس وبقوة تفوق الخيال. من الأمثلة المهمة على الإضاءة الغير مغطاة هي الإضاءة الفلوريسينية المشهورة الثنائية في معظم المنازل وواجهاتها وحدائقها. لمعرفة أهمية هذا التلوث، فقد عُقد ١١ مؤتمرا لحفظ سماء الليل من هذه الأضواء الزائدة، وفي هذا العام (٢٠١١) عقد مؤتمر بتاريخ ٦ – ٨ أكتوبر عن التلوث الضوئي بمدينة أوسنابروك بألمانيا، في حين لم يسمع الكثير في عالمنا العربي عن هذه المعضلة.

لقد سئلت أسئلة كثيرة حول الموضوع، ومن هذه الأسئلة :

- ما هي الخصائص الموجودة في الضوء (أو الأضواء الكثيفة) التي تؤثر على صحة الإنسان والبيئة؟
- كيف يمكن للتلوث الضوئي أن يتداخل مع ملوثات أخرى كتلوث الهواء والماء والضجيج وتقلبات الطقس؟
- ماهي التقنيات لمواجهة سلبيات عادات الإضاءة الراهن حفاظا على البيئة والصحة والاقتصاد؟
- ماهي استراتيجيات الضوء البديلة؟

- كم هو مستوى حرصك وحرص المسؤولين ورغبتهم في تقليل التلوث الضوئي؟

ربما كان غريبا على البعض عند سماعه هذه الكلمة، هل هو تلوث فعلا أو هل هناك تلوث يسببه الضوء؟! في الحقيقة هذا النوع هو تماما كأي نوع من أنواع التلوث البيئي، وهو أقل أنواع التلوث شهرةً وأكثرها خطرا لأنّ تأثيره يتعدى إلى كل أشكال الحياة تقريبا ولحسن الحظ أنه الأسهل حلا، فقط ينبغي التعرف على المشكلة أولا، أما التلوثات الأخرى فهي محصورة في مكان معين وعلى كائنات معينة وفي توقيت معين. قام كثير من الباحثين بالخوض في التلوث الضوئي حتى تمت دراسته من قِبل الاقتصاديين. امتد نشاط الكثير ليلا ولم تكفيهم الاثنتي عشرة ساعة في النهار وكأننا في عمل مستمر وقد جعل الله لنا الليل لنسكن ونرتاح فيه بعد عناء النهار، إلا أنّ وجود الأضواء الزائدة ليلا فتحت على البشر أبوابا ليمارسوا ما يشاؤون فكانت المخالفة للفطرة وسندفع الثمن غاليا جرّاء اضطراب دورة الضوء والظلام. لم يخطر على بال معظمنا أنها مشكلة اطلاقا بل ويطالبون البلديات بإنارة أي مكان لتعبئة الفراغات في الشوارع حتى وإن كانت الإنارة في المكان متوسطة. عند امتلاء الشوارع بهذه الإنارات الساطعة المشرقة -و كأننا نعيش نهارين- يرتاح المواطنون ويشعرون بالأمان وسأفصل حول قضية الأمن والضوء. لقد عاش الناس في الماضي بدون هذا التلوث ولم يكن الظلام عائقا إطلاقا بل والله هو السبب الرئيسي في تنظيم جدول الانسان واختفاء كثير من الأمراض الغريبة والمستعصية التي ظهرت بعد تغير الليل الى نهار بعد اختراع المصباح الكهربائي. هذا المصباح هو اختراع للعالم والمخترع الأمريكي توماس أديسون عام ١٨٧٩ ميلادي وأنيرت مدينة نيويورك في ذلك العام بالنور الساطع الكهربائي وهي قفزة نوعية غيرت العالم. لابد أنّ هناك فوائد جمّة لهذا الاختراع في مجالات كثيرة، لكن الإضاءة الزائدة في المدن جلبت أضرارا لا يمكن حصرها ومنها انقلاب الساعة البيولوجية والجدول اليومي لدى كثير من الناس. يزداد هذا الضوء الصناعي عالميا بنسبة ٦٪ سنويا (٣). الإضاءة سيئة التخطيط متفشية ومنتشرة على نحو غير مكبوح ولا توجد أي فائدة منها. لا نريد أن تستمر ممارسات وضع الإنارات الغير منظمة والزائدة دون فهم لما يحصل ولماذا يحصل وما هي الطرق الأفضل. تأكد أنّ هناك عددا لا يمكن حصره من إضاءات ليس لها أي فائدة إطلاقا. سبب هذه الظاهرة هو عدم إدراك عامة الناس لقضية الرؤية وكيف يكون الضوء الاصطناعي سببا في تحسين الرؤية أو تقليلها. لن يستفيد مجتمعنا من علم التلوث الضوئي حتى نرفع مستوى إدراك الناس والمسؤولين ونطالب بإضاءة أكثر جودة وسماء ظلماء. جودة الإضاءة لا تكون بالكثرة بل باستراتيجيات كثيرة ستُذكَر. استمرت هذه المشكلة عالميا

الى عام ١٩٩٥م فكانت المخازن والمكاتب تضاء أكثر من الحد المسموح به مرتين وأكثر وقد بدأت كثير من الدول بالتقليل منها منذ أكثر من خمس عشرة سنة. إنّ من أكثر العوامل المضيعة للطاقة هي إضاءة المناطق الشاغرة أو الخالية، وكثير من حرّاس الأمن لا يبالون أبدا بإطفاء الإنارة الغير ضرورية. سنتأمل فيما وراء الضوء وليس في الضوء نفسه وأريدك أن تفكر فيما سيرد مرارا وتكرارا.

يلعب الضوء الزائد الذي يشّع في كل الاتجاهات دورا في انقباض البؤبؤ في العين وعدم الرؤية الجيدة، فلماذا إنارات الزينة (أبجورات المنزل) مغطاة؟ انزع الغطاء، هل ستتحمل الإنارة؟ السبب الرئيسي للغطاء هو التقليل من الوهج المزعج إضافة إلى أنها تعطي منظرا جماليا ومع الأسف أصبح همُّنا هو الجمال وليس الغرض الأساسي. الإدراك البصري يكون في أعلى مستوياته وحساسيته في كثافة ضوء متوسطة أما الضوء الزائد يقلّص من الأداء البصري والرؤية (١٢). دعني اسألك هذا السؤال وأترك لك الإجابة: عندما تقود السيارة ليلا في طريق طويل، هل تحب أن يسلِّط عليك سائق آخر الضوء العالي؟ لقد استقبلت إدارة الأمن المروري الأمريكي آلاف الشكاوى حول وهج السيارات ليلا. لهذا السبب مسألة التلوث الضوئي من المسائل الموهمة للتناقض كما سيتم شرح ذلك، فلا يمكنك أن ترى بدون الضوء، ولا يمكنك الرؤية في وجود الضوء. ما هذا التناقض؟! إنّ المعلومتين صحيحتان. عندما يريد المدرس في المدرسة أو المحاضر في الجامعة إلقاء محاضرته عن طريق المِسْلاط (البروجكتور)، هل يحتاج زيادة في مستوى الضوء؟ بالتأكيد لا، يجب إطفاء إنارة القاعة لتبدو شرائح المحاضرة أوضح بكثير. هذه إحدى الأدلة على أنّ الضوء من موانع الرؤية وأننا لا نحتاج الضوء القوي في كثير من الأحيان. هل الضوء يمنع الرؤية؟! ما هو اعتقادك ابتداءً؟ الإجابة نعم، فنور الشمس وإنارات الليل تحجب رؤية النجوم. هل نحتاج الظلام لنرى الأشياء؟ ما هو اعتقادك ابتداءً؟! الإجابة نعم، فإذا ذهب هذا النور وحل الظلام استطعنا رؤية الألوف من النجوم. إضافة إلى ذلك، لو رأينا اختراع المصباح الكهربائي من منظور ضيق، فإنه اختراع رائع يضفي جمالا على الجسور والمباني والمدن ويغير سلوك البشر ليلا، فنحن نرى أنه إحدى أعظم الاختراعات، لكن من منظور آخر فإنه يعتبر أحد أسوأ الاختراعات إذا درسنا بدقة التأثيرات السلبية العديدة للإنارات ليلا، فمن يقول أنها سنة حسنة فقد يكون على حق، ومن يقول أنها سنة سيئة فهو محقّ أيضا. هناك علم في الفيزياء وهو تداخل موجات الضوء (interference in physics) فتقوّي أو تُضعف بعضها بعضا وتتغير الخصائص إذا زادت الإنارات مع وجود أنواع الإنارات الأخرى العديدة. الزيادة لا تعني الأفضل بل

في معظم الأحيان تكون أسوأ وهذا نوع آخر للتلوث الضوئي يسمى (light clutter) وله نفس تأثير الوهج وفي بعض الأحيان يزيد من حوادث السيارات. طالب أحد المواطنين في محافظة المجاردة بمنطقة عسير الأمين بعض المشاريع منها مركزا صحيا وسفلتة الطرق وتنظيف المحافظة وأنا أضم صوتي إلى صوته فنحن بحاجة لكثير من هذه الأساسيات لكنه قد ذكر للأمين أنّ الإنارة ضعيفة وهذا الخطأ الكبير الذي نحن فيه فهو يقارن إنارة محافظة المجاردة بالمناطق المنيرة الأخرى، ونفهم أنّ الإنسان يتعود على أي حال، فلماذا لم يطالب مثلا سكان أستراليا بزيادة الإنارات في ضواحيهم الشاسعة؟! الفرق في العلم، فهم يدركون خطورة ازدياد الإنارات (98).

هناك كائنات كثيرة تنام في الليل وتحتاج هذا الظلام وكذلك الإنسان، فإنّ الليل الطبيعي (الغير ملوث ضوئيا) هو مطلب أساسي جعله الله تبارك وتعالى لتلك المخلوقات حتى تنام وجعله لنا لنسكن ونرتاح.

قال حمد العلوي: «يتمثل ضرر التلوث الضوئي في الإضاءة الساطعة التي تسببها واجهات المحلات التجارية وشركات الإعلان والدعاية فتبهر أعين السائقين في الليل. ومن أمثلة ذلك أضواء اللوحات الإعلانية والدعائية، أضواء إشارات المرور (بالرغم انها أحد الأضواء الهامة جدا)، أضواء أعمدة الطريق، أضواء شلالات الزينة والنوافير، أضواء الأبراج والبنايات العالية. «إنّ المنظور البيئي للتلوث الضوئي يرى من الضرورة بمكان عدم السماح للأنوار الساطعة المبهرة بإلحاق الضرر بالإنسان ومحيطه البيئي، وخاصة في المناطق الريفية بمنع الإضاءة من أن ترسل شعاعها الباهر بصورة مباشرة في كل اتجاه، وأنّ أنسب طريقة لمعالجة هذه المشكلة أن تُوجَّه هذه الإضاءة نحو الأسفل بقدر المستطاع، بحيث لا يرى مصدره، لأنّ في ذلك ضررا كبيرا على الإنسان والحيوان والبيئة، ويتسبب هذا الأسلوب في الإيذاء ونشر الضرر بشكل عام، وقد يتجاوز هذا الضرر المباشر على الإنسان إلى إيذائه في بيئته بقتل أو طرد الحشرات المفيدة، كنحل العسل، والفَراش وغير ذلك من الحشرات التي تنقل لقاح الأشجار والزهور، الأمر الذي ينتج عنه انقراض تدريجي للحياة البرية، وكل ذلك سببه استخدام الإضاءة المتلفة للبيئة بمرور الأيام. أدركت بعض الدول المتقدمة صناعيا كجمهورية ألمانيا الاتحادية هذه المخاطر فوضعت قوانين تنظم استخدام الإنارة بمقاييس متدرجة ليس في أضواء المركبات فحسب وإنما لضبط الإنارات في المدن والمجمعات السكنية والتجارية والصناعية والرياضية إدراكا منها لمستوى التلوث الضوئي الذي نشأ مع التقدم الصناعي للمصابيح» (٨٢).

صورة ٢ : إنارات كثيرة وقوة ضوئية عالية (60 لكس) في شارع فرعي بأبها، مع ذلك لا تمر إلا سيارات قليلة به طيلة الليل. بقاء هذه الإنارات في هذا الشارع من المغرب إلى الفجر وبهذه الكثافة دليل على أكبر أنواع الإسراف في الاستهلاك. على الأقل، هذه الشوارع الغير مزدحمة في الغالب بحاجة إلى حساس بحيث تطفأ تلقائيا أو تنخفض عند خلو المكان (Photo by author).

الطيف الأزرق وفوق البنفسجي الصادر من الإضاءات البيضاء هو أسوأ طول موجي يلوث السماء ويؤثر على حساسية أعين كبار السن وهي أكثر الأضواء التي تتداخل مع نظام هرمونات الغدد الصماء (٢٤)، إضافة إلى أضرارها القوية على البيئة والكائنات الحية. لاحظ الإنارة الزائدة في لوحات الاعلانات والطرقات وتذكر التلوث الضوئي عندما تمر بجوارها. عندما يتم تركيب إنارة في أي مكان فكّر في أضرار التلوث الضوئي والحد منه قدر المستطاع مع الحفاظ على مستوى إضاءة يؤدي الغرض المطلوب. المشكلة مع الأسف في تفاقم دون وعي بالمخاطر، وبهذه المناسبة، هل الضوء مفيد أم مضر؟!! والاجابة هي الاثنان. فالضوء يحسّن الرؤية، لكن إذا استهلك الضوء واستُخدم في غير محله أصبح مضرا وإذا زادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة أصبح بالتأكيد خطرا واضحا، وإذا زادت نسبته فوق الحاجة وتعدت مضاره عن الغرض المقصود والمعنيّ من أجله أصبح غير مُرحّبا به حتى أنه سمّي بالمجرم بسبب قتله كثير من الكائنات دون أن نشعر. بين عامي ١٩٩٣ و٢٠٠٠، ازداد التلوث الضوئي في المناطق الريفية بانجيلترا بنسبة ٢٤٪، وقد انخفضت نسبة ظلام السماء هناك من ١٥٪ إلى ١١٪ وارتفعت نسبة الإضاءة التي أشبعت السماء بمعدل ٧٪ عما كانت عليه في الأعوام القليلة التي مضت (٨)، لكنهم الآن في دراسة لهذا الموضوع وقد تحسنت الأوضاع هناك قليلا وهم في مكافحة مستمرة. أيُعقل أن تبقى إنارات الطرقات واللوحات الإعلانية حتى الفجر وطيلة الدهر؟! أهي للتزيين أم إخبار بأنّ المحل مفتوح على الدوام؟! هل ستزيد نسبة المبيعات إذا تُركت مضاءة باستمرار؟! إذن حان الآن موعد مواجهة تلك المشكلات. لا يحتاج الزبون تلك الإنارات القوية المضاءة صباح مساء ليجد المحل. لقد بدأت فكرة التحكم بالإضاءة في كثير من الدول حول العالم كأستراليا وغيرها، فقلت آلاف الأطنان من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون ومازالوا يحاولون تقليص المشكلة. وضعت بعض الدول قوانين صارمة تجاه هذا

التلوث وحماية لسماء الليل من الإضاءة العشوائية ذات التصميم التقليدي. إذا التزمنا بهذه الحلول فستكون الفائدة عظيمة وسيتم حفظ المليارات من الريالات. الضوء الساطع لا يساعد في الرؤية، لذلك يجب أن يتم التحكم بمستوى الإضاءة في الطرق ليتم تعديلها إلى مستويات أقل وأفضل كما في كثير من الدول المتقدمة.

لاحظت في نهاية عام ٢٠١١ وبداية عام ٢٠١٢ شاحنات كثيرة محملة بأعمدة إنارات جديدة في كثير من المناطق، وهذا يدل على الجهل بمخاطر التلوث الضوئي، وهي بالتأكيد ليست حاجة ماسة إذا درسنا الأماكن التي ستُضاء.

صورة ٣: مثال للضوء المتعدي. هذه إحدى شوارع واشنطن دي سي ونلاحظ أنّ كثافة الضوء الساقطة على الأرض قليلة جدا والباقي ينير المباني المجاورة حيث لا يراد ويهدر في السماء أيضا. بالرغم أنّ تصميم هذه الإنارة غير جيد إلا أننا نلاحظ عددا قليلا من الإنارات في شوارعهم ليلا مقارنة بشوارعنا (Photo: IDA).

هذه إحدى الأدلة على وجود زيادة رهيبة في الأضواء، ففي يوم من الأيام تعطلت الإنارات الأمامية لسيارة أحد الأصدقاء، فكان يسير فيها طول الليل في المدينة وفي أي مكان ولمدة أسابيع، فقال لي لم أصلح إنارة السيارة لسببين الأول أنني لم أجد قيمة الإنارة والثاني أنّ هناك إنارات في كل مكان في البلد قد أدت المهمة نيابة عن إنارة سيارتي.

و استطرادا، أذكر ذات ليلة كنت عائدا الى المنزل في الثانية بعد منتصف الليل فقابلت امرأة مسنّة تنظر إلى الدجاج في الشارع وتتأمل متعجبة وسط إضاءة مبهرة كالعادة، وهي تقول لي: انظر الى الدجاج يرعى الحَبّ بعد منتصف الليل، لم يكن الدجاج مستيقظا هذه الساعة في الماضي أبدا، فقلت لها: نعم، أنت على الفطرة، وقد انقلبت موازين حياتنا وحياة الحيوانات على حدّ سواء هذه الأيام بسبب سوء التخطيط وسرعة التنفيذ بدون دراسة مخاطر أيّ جديد يُقدم على بلادنا ومن أشهرها بلا منازع «التلوث الضوئي أو كثرة الإضاءات»، إضافة إلى سهر الشباب طول الليل، فنجد التفحيط وكرة القدم وسط الشوارع خاصة في منطقة جازان،

ونجد العديد من الشباب وصغار السن في أي وقت من الليل، وهنا لا أنسى جملة : «صار الليل نهارا بفضل الكهرباء» قرأتها في مادة القواعد يوما ما. إنني أتعجب من هذا الهيام والحُب الدائم للإضاءة عند الكل بعد أن تغزّل شعراء الماضي في الليل ونجومه الباهرة آنذاك، أما الآن فقد انتهى هذا الغزل. هذه إحدى الأبيات الجميلة التي تثبت جمال النجوم في الليل الطبيعي الخالي من التلوث الضوئي:

لَوْلا الدُّجى مَا ضَحِكَتْ نَجْمَةٌ وَ الوَصْلُ لَوْلا الهَجْرُ لَمْ يُعْشَقِ

و لو أستطيع استبدال الدجى في البيت باختفاء الضوء الاصطناعي لفعلت، لأنّ اختفاء أو تقليل الإضاءات هو العامل الأساسي لظهور النجوم الجميلة العديدة، فإنّ الدجى أو الليل قد وضعه الله تعالى إلا أننا نحن البشر الذين منعنا هذه النجوم من الضحك عن طريق الإنارات التي أصبحت في متناول كل إنسان ويستخدمها أينما كان وفي أي وقت وبدون قيود. لو كان البشر يسهرون على علْم أو خدمة هامة للبشر في الليل الضوئي لقلنا معذورون، إذن لا يوجد هدف واضح من تشغيلها الدائم وقد وجد الناس هذه فرصة لهم للسهر ليلا وإلى أجل غير مسمى ولا حول ولا قوة إلا بالله. لقد أصبحت حفلات الزفاف تتواصل إلى الفجر كل ليلة وفي هذا مخالفة للفطرة وأذية للمساكن المجاورة ليليا، فإنّ هذا الليل هو راحة لهم، وعلينا إيجاد قوانين صارمة لمنع امتداد هذه الحفلات طول الليل مثل أن تنتهي الحفلات عند منتصف الليل وهكذا تدريجيا، ويكون أيضا بوضع قوانين في إطفاء واستخدام الإنارات حتى يسكن الناس، عندها سيعرف الجميع هذه القوانين وستتبرمج عقولهم على التنظيم والنوم ولو في منتصف الليل ابتداءً. هكذا نبدأ تدريجيا حتى يعرف الناس هذه الأخطار. تأمل في النظرة الواسعة لبعض الواعين، فهذه مقولة رائعة للأديب والمفكر عباس محمود العقاد : «لا يكفي أن تكون في النور لكي ترى بل ينبغي أن يكون في النور ما تراه».

ذات يوم كنت أتأمل في أعمدة الإنارات في شارع فرعي صغير في حيّنا، متعجبا من شدّتها وكثرتها وتأثيرها على أعيننا وسوء تخطيطها، وفجأة وإذا بموظفي البلدية جاهزون لتنصيب إنارات أكثر والسبب أنّ الجهة الأخرى من الشارع تعوزها الإنارة، علما أنّ المسافة بين الأعمدة القديمة والجديدة كانت أمتار قليلة جدا، فأصبحت الإنارة داخل منزلنا كالشمس المشرقة طيلة الليل وهذا هو النوع الثالث من التلوث الضوئي (light trespass) الذي اجتاح منزلنا وهو سلب للخصوصية. بعد ذلك تم تركيب إنارات كثيرة جدا في شوارع متعددة في المدينة. بعد تنصيب كل هذه الاعمدة -الذي استغرق وقتا وجيزا- عجز وصفي لهذه الإنارات، فأصبح الشارع وأصبحت المدينة مشرقة. هل راحتنا هي في أن تكون هناك إنارات بين متر وآخر؟! ويا ليتني أتحدث للفلكي بورتل كي يغير من مقياسه

للظلام وشدة الإنارة بوضع درجة عاشرة أو حادية عشرة لمدينتنا (جدول ١٠ صفحة ٢٣٢). أتذكر عندما نقلنا إلى هذا الحي عام ١٤١٢هـ (١٩٩٢م)، وعشنا وعاش سكان الحي بالإنارات القديمة طيلة ٢٠ سنة دون مشكلة، فلماذا ازدادت الإنارات إذن؟! وهذا دليل على أنّ الإنسان لايحتاج كل تلك الكثافة الضوئية كما عشنا عقدين من الزمان دون الزيادة الجديدة. يظن موظفو قسم الإنارات في البلديات أنّ كثرة الإنارات هو الأفضل، وهذا غير صحيح.

هناك على الأقل ٣٣٥١ مدينة ساحلية حول العالم تبث السم الضوئي في الشواطي وعمق البحر. يجب الحد من التدهور البيئي المصاحب للتلوث الضوئي الاصطناعي الليلي، وإذا كان هناك زيادة عمرانية فلابد أن تزيد معها طرق مكافحة التلوث إضافة إلى طرق للتحكم بإنارات المناطق الساحلية لتخفيف التلوث. في حالة التلوث النفطي، يكون التلوث الضوئي عاملاً ثانوياً في تفاقم المشكلة (٢٧). فلنستشعر التبذير في استخدامنا للإضاءة ولنخصص جزءا من وقتنا في التأمل حول المخاطر عموما، وبالتأكيد، فإنّ الهدف والغاية من مكافحة التلوث الضوئي جدير وقيّم ووجيه.

صورة ٤: إنارتان في شارع صغير قرب منزلنا (في جازان) بينهما أمتار قليلة جدا وبقوة رهيبة تبهر العين قوتها 320 لكس. عندما يغطي الشخص على عينيه لتخفيف هذا الوهج فإنه يرى بشكل أوضح. الضوء المتعدي الساقط على نافذة المنزل قوتها ٣٥ لكس وهذا رقم قياسي لضوء متعدي يبهر المنزل ويؤثر على النوم. الواجب وضع إنارة واحدة وبقوة واطية أقل في مثل هذه الأماكن. الغريب أنه عندما تعطلت إحداها وأصبحت الكثافة ١٠٠ لكس تقريبا وهي كثافة عالية، قامت البلدية بتركيب أخرى جديدة لتعود كما كانت وتتجاوز حاجز 300 لكس (Photo: by author).

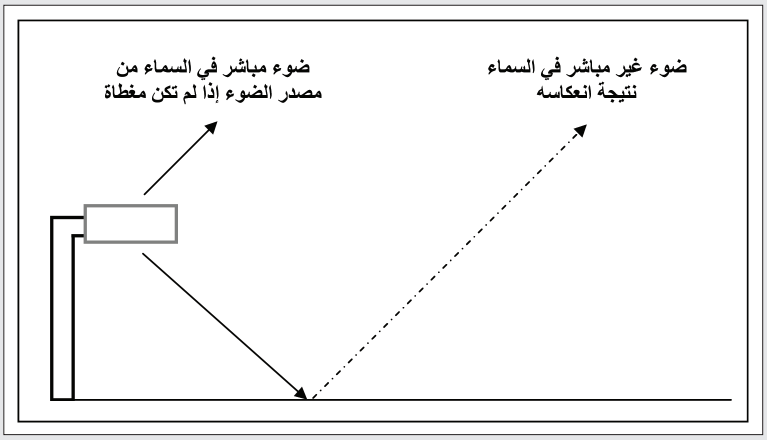
- التلوث الضوئي المتبقي (المنعكس):

عند الالتزام بكل معايير التحكم بالتلوث الضوئي فإنّ هناك نسبة من الضوء تنعكس مجددا إلى السماء بعد انبعاثها من مصدر الضوء إلى الأرض حتى وإن استخدمنا إنارات مغطاة بالكامل full cutoff، وقد تصل نسبة الضوء المنعكس إلى ١٠٪ و يعتمد هذا على خصائص الأسفلت أو الأسطح في سماحها للضوء بالانعكاس، فبعض الأسطح تعكس نسبة

ضئيلة من الضوء وبعضها يعكس كثافة أكبر من الضوء الساقط، فلو كانت قوة الإضاءة الساقطة على الأرض ١٠٠٠ لكس فقد تصل نسبة الضوء المنعكس مجددا إلى السماء ١٠٠ لكس وهذا كثير. يجب أيضا أن يتم الانتباه إلى الضوء المنعكس وتأثيراته على البيئة، وهذا الضوء يسمى (residual light pollution) أو تلوث ضوئي متبقي (106)، وأنا أسميه تلوث ضوئي منعكس (شكل ١)، ويمكن أن تخفَّف كثيرا بتقليل مستوى كثافة الضوء الصادرة باللكس. أصبحت هذه المشكلة محل اهتمام في الغرب بسبب انتشار الإنارات كل يوم، أما نحن في العالم العربي فلم نبدأ حتى في فهم المشكلة فضلا عن علاجها. من الحلول تجنب إهدار ضوء ينير مناطق خارج المنطقة المراد إضائتها.

يمكن لنا أن نزيل تماما الضوء الصادر مباشرة من مصدر الضوء عن طريق العواكس الغير نافذة للضوء ويمكننا أن نخفف من التلوث الضوئي المتبقي أو المنعكس عن طريق تخفيف كثافة الضوء الساقطة على الأرض ووضع حساسات للحركة في الإنارات.

شكل ١ : رسم توضيحي للضوء المنعكس مجددا إلى السماء (وهج غير مباشر). بالرغم أنّ كثافة هذا الضوء أقل من كثافة الوهج المباشر في السماء والصادر من المنبع إلا أنه لا يجب أن يهمل. تذكر أنّ الانتشار يكون في كل الاتجاهات، فالسهم للتوضيح فقط (Figure design، by author).



- إزدواجية الطرق:

كلنا نسعى في أن يكون الطريق آمنا بشتى الوسائل ونسعى لتقليل نسبة حوادث السيارات. هناك طرق سير كثيرة جدا غير مضاءة ومع ذلك لم يذكر أنّ الحوادث قد ارتفعت بها وإلا لطالب الكل بإنارة كل الطرق الطويلة. على سبيل المثال، هناك ٢١٠

كيلومترات من مدينة جدة إلى الليث ولا توجد أي إنارات على الطريق ولم يذكر أبدا أنّ الطريق به نسبة حوادث أعلى من الطرق المنيرة. هناك أكثر من ٧٠ كيلومترا من مدينة أبها إلى محافظة الدرب ولا توجد إنارات على الطريق، وبالرغم أنّ الطريق متعرج وضيق نسبيا إلا أنه لا يشكل خطرا على المسافرين، فإنّ هناك عشرات الألوف من المسافرين يوميا على هذا الطريق ولم نتأثر رغم هذه الطرق الجبلية. إذن، نعتبر أنّ طريق جدة الليث أكثر أمنا لأنه طريق مستقيم، وكلها طرق مظلمة. توجد عواكس في منتصف طريق أبها – الدرب على ارتفاع متر تقريبا وكأنها إنارات قزمة وهي فكرة أكثر من رائعة وخالية من المخاطر وأفضل بكثير من الإنارات وبدون إسراف ووهج. عيون القطط أو العواكس (cat's eye or road reflector) هي اختراع بريطاني حصل على امتياز عام ١٩٣٤، وقد ابتكرها المخترع بيرسي شاو، وهي من وسائل السلامة في الطريق safety device. أهم شيء في الطريق هو وضع الخطوط البيضاء والصفراء ووضع العواكس (عيون القطط) لمعرفة حدود الطريق، وفي وجود إنارة السيارات، فإنّ ذلك كاف لكل مسافر ليلا مهما كان الطريق وأنّ هناك أسباب للحوادث أخرى إذا كانت تلك الثلاثة متوفرة، منها السرعة الزائدة، الهاتف النقال، الأرصفة الزائدة في الطرق الغير مبررة، الازدحام المروري، رداءة الطريق، تجاوز السيارات في الطرق الغير مزدوجة وغيرها. في الغالب توضع إنارات الطرق للتزيين أكثر من أي شيء آخر. تعتبر ازدواجية الطرق وتوسيعها من أفضل الوسائل لتقليل الحوادث وقد لمسنا ذلك في كثير من الطرق في بلدنا والحمدلله رغم أنّ كثيرا منها ما زال مظلما ولم نشاهد ازدياد عدد الحوادث.

طالب سكان الواديين بمنطقة عسير بازدواج طريق الحبلة الضيق، وجميل أنّهم فكروا بشكل صحيح هذه المرة ولم يذكروا أنّ على الأمانة إنارة الطريق، فماذا ستفعل الإنارات بعدد هائل من السيارات وسط طريق ضيق؟! بالتأكيد لن تفعل شيئا، فالازدواجية هي الحل الأمثل هذه الأيام في ظل الازدحامات المرورية (99). وفي مقال بعنوان: قتيل كل ساعة في حوادث السير في السعودية، تتبعت صحيفة الشرق الأوسط نسبة الحوادث في الرياض فكان هناك ٤٤٦٨١ حادثا عام ٢٠٠٠ من شهر مايو إلى ديسمبر، وكان هناك ٤٨٩٩٩ حادثا عام ٢٠٠١، ووصل عدد الحوادث إلى ٣٧٦٠٧ في الأشهر العشرة الأولى عام ٢٠٠٣، وهذه ظاهرة تحتاج إلى تضافر الجهود لرفع الوعي والحد منها. هل قامت الإنارات بالحد من هذه الحوادث في هذه المدينة؟!! بالتأكيد لا، فإنه أيضا تحصل حوادث كثيرة في النهار، إذن الحوادث ليست مشكلة سببها عدم وجود إضاءات، والأسباب كثيرة (100). وهذا دليل على أنّ عدم ازدواجية الطرق تزيد حوادث السير، فقد كان هناك

١٣٨ قتيلا من بين جميع الحوادث التي حصلت في الطريق الغير مزدوج بين بيشة وخميس مشيط، وقد اعتمدت في ميزانية العام ٢٠١٢ مشروع ازدواجية هذا الطريق الذي يبلغ ١٥٠ كيلومتر (111). علاوة على ذلك، علينا أن نؤمن أنّ الحادث قَدَر مهما وضعنا كل معايير السلامة على الطريق. وأخيرا نتمنى من الأمانات تزيين الطرق بالأشجار وليس بالإنارات، وأن نحافظ على ما تبقى من الطرق المظلمة من التلوث الضوئي كالطرق المذكورة مع وضع عواكس طرق جديدة أو عيون القطط (road reflectors) حتى تعمل بشكل جيد وتخطيط الطريق وتزيينه بطرق مختلفة غير الطرق الضوئية الروتينية، وفي هذا محافظة على ما تبقى من تنوع بيئي، ولو كان منيرا لما رأينا تنوعا حيويا، وسأفصل في هذه القضية في فصل منفصل. لاثبات أنّ الطرق المنيرة لا تقلل من الحوادث المرورية، كانت سلوفينيا من أكثر الدول تأثرا بكثرة الإضاءات والحوادث المرورية، وبعد أن أصبحت أفضل دولة على وجه الأرض في وضع قوانين صارمة للحد من التلوث الضوئي وانتشار الإنارات منذ عام ٢٠٠٧، أصبحت الآن الدولة ذات الأقل عدد للحوادث المرورية على مستوى أوروبا، فكثرة الإنارات والوهج تقلل من وضوح الرؤية، و قد ذكر ذلك لي أحد أشهر باحثي التلوث الضوئي في سلوفينيا (أندريج موهار).

- الضوء والعين:

عين الإنسان عضو معقد كسائر أعين الثديات. تنقل الخلايا المخروطية والعصوية الموجودة خلف العين والعصب البصري النبضات إلى الدماغ، بينما تقوم العضلات والعدسات في تحكم الضوء الداخل إلى شبكية العين (و التي هي امتداد للدماغ) فتُحوِّل فوتونات الضوء إلى إشارات كهربية حيث يحولها الدماغ إلى صورة واضحة، بالتالي تعمل العين كالكاميرا في التحكم بمستوى الضوء الداخل (31). الطيف المرئي هو ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي تستطيع العين إدراكه ومشاهدته، ومجال هذا الطيف المرئي يقع بين طول موجي ٤٠٠ الى ٧٦٠ نانومتر تقريبا (صورة ٥)، تبدأ باللون البنفسجي فالنيلي فالأزرق فالأخضر فالأصفر فالبرتقالي فالأحمر. هذا هو تعريف الضوء لكن للضوء مهام أخرى كثيرة غير الرؤية. يختلف الضوء بكثافته (و هو عدد الفوتونات) وبمحتواه الطيفي (الأطوال الموجية المستخدمة). يتم انتاج فيتامين د عبر الجلد عن طريق ضوء الشمس، ويقلل الضوء مستوى البيليروبين في الدم عند الرضّع المصابين باليرقان أو الصفار (58)، وهذه إحدى فوائد الضوء، لكن ماذا عن التعرض المزمن للضوء؟. الضوء الأزرق (وهو الطول الموجي أقل من ٥٠٠ نانومتر) خطِر، فالإضاءات

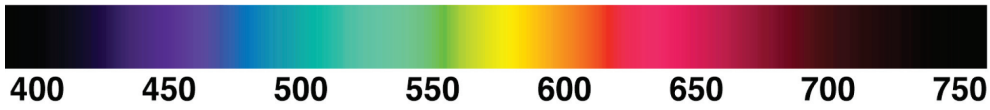
من نوع ميتال هاليد (Metal Halide) مثلا تبعث الضوء الابيض، ومن ضمنه الطول الموجي القصير، ويجب التنويه إلى أنّ كل إضاءة بيضاء تبعث كثافة مختلفة من الطيف الأزرق، ومن الأفضل معرفة كثافة الضوء الأزرق أو فوق البنفسجية الصادرة من الضوء الأبيض. يبعث هذا الضوء كل الأطوال الموجية ولا يمكننا رؤية كل لون على حدة إلا باستخدام الموشور لفصل الضوء إلى كل أطيافه المرئية. في زمن العالم الفيزيائي إسحاق نيوتن، ظن الناس أنّ الضوء الأبيض هو عديم اللون وأنّ الموشور هو الذي ينتج الضوء بنفسه، ولكن بتجربة نيوتن استنتج أنّ كل الألوان موجودة في اللون الأبيض وهذه إحدى أعظم اكتشافات هذا العالم العبقري. لا نستطيع نحن البشر إدراك أيّ أشعة خارج هذا النطاق كالأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء.

اختلاف الألوان آية من آيات الله، قال تعالى: ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ (٢٧) وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ (٢٨) ﴾، ونجد كذلك اختلافا في استجابة الكائنات الحية لمختلف الألوان. هناك كائنات ليلية كثيرة لديها القدرة على الرؤية خارج نطاق الطيف المرئي وسيؤثر التلوث الضوئي على توازن هذه الكائنات لأنّ الله تعالى خلقها لتعيش وتتأقلم في الظلام وتستطيع بعضها الرؤية في الظلام عن طريق الأشعة تحت الحمراء كالبومة مثلا، فوجود الطيف المرئي ليلا قد يعطل عليها هذا النظام، تماما كما لو كنا نعيش في بيئة فيها الأشعة تحت الحمراء فقط، في هذه الحالة لن ترى أبدا. ومن المذهل أنّ هناك ٣٠٪ من الفقاريات وأكثر من ٦٠٪ من اللافقاريات و ٨٠٪ من الجرابيات، وكل أنواع الخفافيش وعددها ٩٨٦ نوعا، ومعظم اللواحم الصغيرة كلها كائنات ليلية (٣، ٧٧،٣٨)، فالكائنات الليلية أكثر من كائنات النهار. في شبكية العين ٣ خلايا لاستقبال موجات الضوء وتحويلها إلى إشارات بصرية في أدمغتنا وهي الخلايا المخروطية، الخلايا العصوية وخلايا مكتشفة حديثا في التسعينات تحتوي على الميلانوبسين تسمى (RGCs retinal ganglion cells) مختلفة تشريحيا ووظيفيا ولها دور هام في العمليات الحيوية الغير بصرية وترتبط عصبيا بالنواة فوق التصالبية وبمناطق الدماغ المسؤولة عن الانتباه والاستيقاظ، لهذا السبب يمكن أن ينقص مستوى الميلاتونين وينقبض البؤبؤ وتضطرب الساعة البيولوجية عند الفئران التي ليس لديها خلايا عصوية (٤، ٨، ٥٨).

الميلانوبسين هي صبغة ضوئية اكتشفت حديثا، تتفاعل كيميائيا عند تعرضها لأطوال موجية مختلفة من الطيف المرئي. تعمل الخلايا المخروطية في النهار وعند التعرض لضوء عالي الكثافة، بينما تعمل الخلايا العصوية في الليل وفي الضوء الخافت ونقصانها يؤدي إلى العشا الليلي، وهكذا تتبادل هاتان الخليتان الدور. تعمل الخلايا المخروطية عند الكثير هذه الأيام بشكل متواصل ليل نهار، رغم أنّ عدد الخلايا العصوية التي تعمل ليلا (١٢٠ مليون خلية) أكثر بكثير من الخلايا المخروطية (٦ مليون خلية)، فالنسبة بين الخلايا العصوية إلى المخروطية هي تقريبا ٢٠:١. عملية النقل الحيوية في مستقبلات الضوء تتغير بتغير كثافة الضوء (٤). يتم استقبال الضوء في المجال المرئي عن طريق شبكية العين وينقل الى القشرة البصرية خلف الدماغ وهي المسؤولة عن المعلومات البصرية. فيما يتعلق بالوظائف الأخرى للضوء غير الرؤية، فإنّ الضوء يُنقل إلى النواة فوق التصالبية من خلال طرق كيميائية أخرى (١٩).

لدى العين حساسية في التأقلم على الظلام. يحتاج هذا التأقلم على الأقل ١٥ دقيقة بعيدا عن أي مصدر ضوء لحصول عمليات كيميائية معقدة حتى يعمل هذا النظام، ففيها يتوسع البؤبؤ وتعمل الخلايا العصوية بدلا من الخلايا المخروطية فتستجيب لأدنى كثافة ضوئية (١)، بينما تحتاج الخلايا المخروطية بضع ثوان لتتعود على الضوء العالي بعد عملية التكيف على الظلام. بعد نصف ساعة من التأقلم على الظلام تصبح حساسية العين أقوى بست مرات للضوء الخافت (١). لم يسمح أحد منا لنفسه مع الأسف ولو لدقيقة بالتأقلم على هذا الظلام، وفور دخولنا غرفة ولو بضوء متوسط لا يهنأ لنا بال إلا بتشغيل أعلى كثافة ضوئية وأخطرها. الخلايا الأكثر حساسية من الطول الموجي الأزرق وفوق البنفسجي هي تلك التي تحتوي على الميلانوبسين (٢٨، ٣٣). استخدام ضوء أحمر عندما تألف العين الظلام لا يؤثر على هذا التعود وهو الضوء الوحيد الذي يستخدمه الطيار والفلكي حتى تبقى أعينهم في أعلى حساسيتها للضوء الخافت. ليس صحيحا أنّ العين تتأثر في إضاءة خافتة لهذا يفضل الكثير الإنارات القوية. تختلف كثافة الضوء باختلاف الحالة، فهل الشخص يقوم بقراءة دقيقة أو فحص شيء متناهي الصغر؟ في هذه الحالة الإضاءة أكثر كثافة هي الأفضل، لكن العين تتأقلم على الظلام ولا تتأثر بالإضاءة الخافتة وقد عرفنا أنّ للعين نوعان مختلفان من الخلايا لاختلاف الكثافة الضوئية.

صورة ٥ : تمثل الطيف المرئي للضوء والطول الموجي بالنانومتر (24).



تجربة :

بإمكانك القيام بتجربة بسيطة لمعرفة الفرق بين خلايا العين المخروطية والعصوية. عندما تطفئ إضاءة الغرفة قبل النوم، فإنك في البداية وفي الدقائق الأولى لن ترى شيئا، انتظر ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة ولاحظ الفرق، بعد نصف ساعة ستشاهد الكثير من الأغراض الموجودة في الغرفة (بدون ألوان) وذلك لأن الخلايا العصوية قد بدأت في العمل في وجود الضوء الخافت الذي دخل الغرفة من أطراف الباب والنافذة وأصبحت حساسية عينيك أقوى بست مرات للضوء الخافت شرط أن يبقى الظلام دون انقطاع مدة نصف ساعة على الأقل بعيدا عن أي مصدر ضوء كضوء الجوال والتلفاز، ويمكن استخدام هذه الطريقة مع النجوم في مكان مظلم وبعيد عن المدن لرؤية أجرام سماوية عديدة جدا.

- أنواع الإضاءات:

١ - الصوديوم قليل الضغط (Low-pressure sodium) : يحتوي على صوديوم صلب وكمية بسيطة من غاز النيون والأرغون اللذان يستخدمان لملئ المصابيح الكهربائية، وتأتي بقوى من ١٠ إلى ١٨٠ واط، ويعتبر أكثر من ذلك إسرافا ضوئيا. عند تشغيل هذا النوع من الإنارة فإنه يبعث ضوء أحمر باهت وسرعان ما يتحول الى اللون الأصفر بطول موجي ٥٨٩ نانومتر نتيجة تبخر معدن الصوديوم، بالتالي تصبح عملية تمييز الألوان في الجسم الذي يعكس هذا النور صعبة قليلا لأنها بطول موجي واحد، ويعتبر الأقل تأثيرا على رؤية نجوم السماء لاحتوائه على طيف ضوئي واحد وهي الإنارات الأقل ضررا لعدم وجود الطيف الأزرق وهي التي ينصح بها علماء البيئة لأنها الأقل تأثيرا على الكائنات. يمكن استخدامها في السواحل بدلا من الإنارات الأخرى إذا لزم الأمر لأنّ السلاحف الصغيرة تنجذب إلى الأطوال الموجية الكثيرة وهذا يهدد حياتها، وهي ملائمة للطرقات - إذا دعت الحاجة للانارة - لأنّ الشخص لا يحتاج تمييز الألوان في الطرقات. هذه الإنارات أكثر فعالية من الصوديوم عالي الضغط ب ٣٠٪ وأكثر فعالية من أضواء (Metal Halide) ب ٦٠٪ (٦٩). تأتي هذه الإضاءات عادة في أشكال طويلة وقد

يصعب تغطيتها لتوجيه النور. تقوم شركات إضاءة كثيرة بوضع حملات ضد هذا النوع من الإنارات وسيصدقهم الكثير لعدم وضوح الألوان، لكنها شركات لا تهتم أبدا بالإنارات الصديقة للبيئة، وهناك بعض الشركات التي تبين فوائد هذا النوع من الإنارات على البيئة والنجوم، لذلك تعتبر أفضل أنواع الإنارات من ناحية بيئية.

٢- الصوديوم عالي الضغط (High-pressure sodium): يحتوي على معادن إضافية كالزئبق وتشع أطوالا موجية أكثر من الصوديوم قليل الضغط بما فيها اللون الأصفر وبكثافة أعلى. لا يفضل الكثير اللون الأصفر من الناحية النفسية فقط، لكنها قد تصبح رائعة إذا كانت بكثافة قليلة وموزعة بالتساوي، لهذا توضع في الفنادق ومكاتب الرؤساء وغيرها من الأماكن الراقية. قد تصدر وهجا إذا تم تركيبها بشكل خاطئ. هناك نسبة قليلة جدا من الطيف الأزرق وفوق البنفسجي تنبعث من الإنارات صوديوم عالي الضغط (صورة ٧). تستهلك هذه الإنارات قوة أكثر من الصوديوم قليل الضغط، لكنها تعتبر أفضل من إضاءات الميتال هالايد والإضاءات الفلوريسينية.

٣- إضاءات الهالوجين (Tungsten-halogen lamps): هذه الإضاءات البيضاء أقل فعالية من إضاءات (incandescent). عمرها الإفتراضي قصير نسبيا. تستخدم كإنارات أمن بقوة ٣٠٠ إلى ٥٠٠ واط وهذه كثافة مبهرة تفوق الغرض التي وضعت من أجله. تستخدم أيضا في المنازل وتبعث إشعاعات الطيف فوق البنفسجي.

٤- إضاءات (incandescent lights): تتحول الطاقة الكهربائية إلى إشعاع حراري عن طريق ارتفاع درجة حرارة سُلَيْكات التنجستن. تأتي بقوى مختلفة وهي أنواع مشهورة في الأسواق لكنها من الأسباب القوية للتلوث الضوئي لعدم وجود تغطية لها وينصح بالتقليل منها قدر الإمكان لقلة فعاليتها. لم تدرس خطورة هذه الأنواع بالتفصيل لكن وجد أنّ ٦٠ واطا منها يبعث الطيف ٣٧٥ نانومتر فوق البنفسجي، ودراسة أخرى تدل على أنها تبعث الطيف الأقل (٢٨٠ نانومتر) الذي يشكل خطرا على الأشخاص الذين لديهم حساسية للضوء. قامت إيكيا (و هي إحدى كبرى شركات المفروشات القيادية العالمية) بسحب كل هذه الإضاءات واستبدالها بأخرى توفر الطاقة مثل الفلوريسينت المضغوط (Compact Fluorescent Lights; CFL) وهذا رائع من ناحية الكم، فالإنارات الفلوريسنية الحالية أقل قوة، أما من ناحية النوع فإنّ الإنارات الفلوريسينية (و الإضاءات التي تبعث الطيف فوق البنفسجي) هي الأكثر خطرا على البيئة.

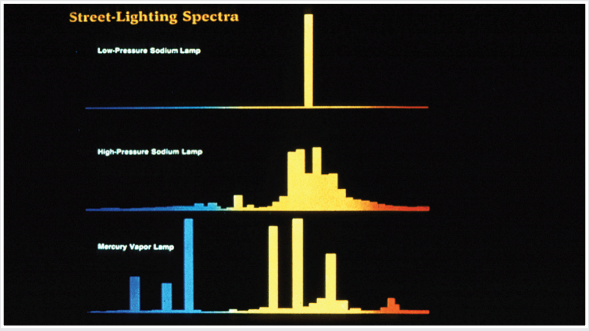
٥- الإضاءات الزئبقية (Mercury lamps): تنتج ضعف قوة الصوديوم منخفض الضغط (باللومَن). أعلنت المنظمة العالمية للسماء المظلمة (International Dark-Sky Association; IDA) أنّ القانون البلدي بمقاطعتي بيما وتوسان بولاية أريزونا منعت تنصيب إضاءات الزئبق لعدم فعاليتها (٣١)، ولم تعد تستخدم بكثرة في الطرقات والشوارع هذه الأيام وهي إحدى الإضاءات التي تبعث الأشعة فوق البنفسجية (صورة ٧).

٦- إضاءات ميتال هاليد (Metal Halide): مصدر الضوء أبيض مزرقّ وهي أكثر فعالية من إضاءات الزئبق إلا أنّ لها تأثيرات بيئية أقوى من إنارات الصوديوم فيجب عدم الإكثار من هذه الإنارات. تستخدم بكثرة هذه الأيام كمصدر للضوء الأبيض وتستخدم بقوة واطية عالية. إذا لم تكن مغطاة فستصدر وهجا قويا. العمر الافتراضي لهذه الإضاءات أقصر من الصوديوم عالي الضغط وهي أغلى سعرا (٣١).

صورة ٦: إضاءة مزدوجة (linear fluorescent light) تبعث ٥٠٪ من الإضاءة فوق مستوى ٩٠ درجة إلى السماء بدون فائدة. إنها الإنارة الأكثر شيوعا في المنازل وأسطحها وحدائقها الخارجية. عند وضع إنارة واحدة ومغطاة بعاكس، فإنّ قوة الضوء تكون أقوى بمرتين كما لو تم تركيب إنارتين مزدوجة، فنوفر ٥٠٪ من الطاقة وانبعاث ثاني أكسيد الكربون ونمنع وجوده في السماء، وعلى البلديات دراسة هذه التغطية لهذا النوع من الإنارات في مدننا حتى يلتزم بها الجميع، أو وضع إنارة صفراء بحساس خارج المنزل حتى تضاء عند مرور شخص، وهي صديقة للبيئة أكثر من هذه الإنارات الفلوريسينية (23).

٧- الإضاءات الفلوريسينية (Fluorescent lamps): أنواع مشهورة في المباني الداخلية والمنازل وهي طويلة وقليلة الضغط (صورة ٦). تحتوي على قليل من الزئبق وتبعث الطول الموجي ٢٥٣ نانومتر في الغالب UVC وهو من أخطر الأطياف القصيرة خاصة عندما يكون عالي الكثافة. لا تسبب وهجا واضحا ولكن أبعاد هذه الإضاءة تجعل منها أنواعا يصعب التحكم بها. تم تطوير أنواع مضغوطة فلوريسينية وقد تتداول بكثرة في المستقبل. لا يمكن التحكم بشدة الضوء للإضاءات الفلوريسينية عكس الإنارات التي تبعث الضوء الأصفر. تعتبر من أكثر الإنارات التي تجذب الحشرات ومن أكثر الإنارات المؤثرة على رؤية الأجرام السماوية

والنجوم تماما كإنارات ميتال هاليد والإنارات الزئبقية. يمكن تركيب حساس للحركة (صورة ٨) والتحكم بمستوى كثافة الإضاءات الصفراء (صورة ٩) في حين لا يمكننا القيام بأي من ذلك في الإضاءة الفلوريسينية البيضاء. لو افترضنا أنّ أجهزة التلفاز والمسجلات ضُبطت على أعلى مستوى، هل ستتحمل الصوت؟



صورة ٧: يلاحظ طول موجي واحد من إضاءة الصوديوم منخفض الضغط (أعلى الصورة) وأطوال موجية أكثر في الصوديوم عالي الضغط، إلا أنّ الإنارات الزئبقية والفلوريسينية (أسفل الصورة) تبعث أطوالا موجية كثيرة في المجال الأزرق وفوق البنفسجي الخطير (Courtesy: CfDS).

صورة ٨: يعتبر حساس الحركة من أفضل الوسائل للتقليل من مخاطر التلوث الضوئي خاصة خارج المباني. يتحسس أيضا ضوء الشمس لذا لا يعمل في النهار. يصل سعره إلى ٦٠ ريالا (يسار)، ويصل بعضها إلى ١٠٠٠ ريال (يمين) بناء على الشركة الصانعة (Photos: by author).

صورة ٩: هناك تحكم بمستوى الصوت في الأجهزة الكهربائية كالتلفاز والمسجل وغيرها، وهناك تحكم بدرجة حرارة التكييف، وهناك ضبط لمستوى سرعة السيارات، لكن لا يوجد تحكم لمستوى الإضاءات وهي لا تقل أهمية عن الصوت والسرعة والخصائص الأخرى. يجب ضبط كثافة الضوء بناءً على التوقيت والمكان. هذه إحدى الدارات التي تتحكم بمستوى الإضاءة التي قمت بتركيبها في المنزل، وعلينا تركيبها خارج المنازل أيضا (Photo: by author).

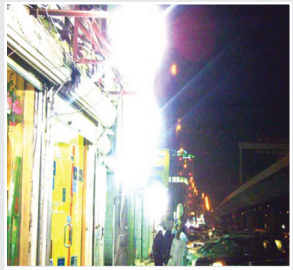
- استخدام إنارات ميتال هاليد (Metal Halide) خارج المحلات التجارية:

هناك عيوب كثيرة من استخدام إنارات ميتال هاليد خارج المحلات التجارية (صورة ١٠):

١. قوية جدا (٤٠٠ واط، ١٥٠٠ لكس).

٢. غير مغطاة بعاكس، فيصعد ١٥٠٠ لكس أخرى إلى السماء.

٣. تبعث الأشعة فوق البنفسجية، وقد حذرت الشركة الصانعة من انبعاث هذه الأشعة منها خاصة عند انكسار الزجاجة ولو جزءا بسيطا، وأوصت الشركة بالالتزام بمعايير لجنة IEC قبل استخدامها، أي أنها لا تناسب بعض الأماكن. لا أظن أنّ أحدا من أصحاب المحلات التجارية قد التزم بذلك، فعلى الأمانات دراسة هذا الموضوع. لو قام أصحاب المحلات التجارية بإطفائها لظلت كثافة الضوء في مدخل المحل كافية بسبب إنارات المحل الداخلية والإنارات الخارجية.



صورة ١٠: تستخدم إنارات ميتال هاليد خارج المحلات التجارية بكثرة (Photos: by author).

قمت باستخدام إنارة بقوة ٩ واط مغطاة ووضعتها على ارتفاع مترين ونصف تقريبا فأعطت ٥٠ لكس من الضوء وهي أفضل بكثير من إنارات ميتال هاليد ذات القوة (٤٠٠ واط)، فيمكن استخدامها كبديل. عندما نزعت الغطاء على نفس الارتفاع (٢,٥ متر) أصبحت الكثافة ٢٥ لكس وأنار النصف الآخر السماء. بهذه الطريقة، قمنا بتوفير ٣٨٩ واط وتوفير ١٤٥٠ لكس من الضوء دون أن نؤثر على رؤية الناس خارج الطريق.

صورة ١١ : تصميم جديد للتخفيف من التلوث الضوئي. عند تغطية مصدر ضوء قوته ٧ واط من الأعلى فإنها تعطي كثافة ضوء بنفس إنارة قوتها ٣٥ واط، وتغطية مصدر ضوء قوته ٩ واط تعطي كثافة ضوء بنفس إنارة قوتها ٤٥ واط (Photo: by author).

- خطورة الإنارات التي تصدر الطيف فوق البنفسجي:

الإشعاعات فوق البنفسجية (ultraviolet; UV) -خاصة ذو الطول الموجي ٢٩٠ إلى ٣٢٠ نانومتر- يمكن أن تزيد من أمراض الجلد عند مرضى الذئبة الحمراء، ولسوء الحظ فإنّ إضاءات المنازل تبعث إشعاعات في ذاك الطيف ونحن نتعرض لها بشكل مزمن. مثال ذلك إضاءات الهالوجين التي تبعث الطيف فوق البنفسجي، ومن المعلوم أنّ هذا الطيف يدمر الحامض النووي (DNA) عند الجراثيم عن طريق استبدال قواعدها النيتروجينية وعمل أخطاء في هذا الحامض، وتقوم هذه الأطوال الموجية بتكسير كروموسومات وخلايا الإنسان (٦٣)، كما أنها تحرق قرنية العين وتؤدي إلى سرطان الجلد. عدم تغطية مصابيح الهالوجين يزيد من الخلايا اللمفاوية صغيرة الأنوية (micronucleated lymphocytes) في الدم وهي دليل على تدمير المواد الوراثية في الخلية. الاقتراب من مصدر ضوء الهالوجين خطر جدا، فيمكن أن يصاب الشخص باحمرار والتهاب في الجلد (erythema) إذا كانت المسافة بينه وبين مصدر نور الهالوجين ١٠ سم بقوة ١٠٠ واط لمدة ١٥ دقيقة وهذا يمثل زيادة في سرطانات الجلد بمعدل ٣,٤ مرات (٦٣). لحسن الحظ، تنخفض كل تلك التأثيرات بمجرد تغطية التنجستين في أنوار الهالوجين بزجاج السيليكا حتى تتم فلترة الأطياف فوق البنفسجية، فتغطيتها بغير السيليكا قد ينتج عنها بعض الآثار الجينية المذكورة لكنها أكثر أمانا من تلك الغير مغطاة. ونخلُص إلى أهمية تغطية أنوار الهالوجين بزجاج السيليكا قبل الاستخدام.

الأضواء الفلوريسينية هي أشهر الأنواع في منازلنا بسبب لونها الأبيض وتمييزنا الحاد للألوان عن طريقها، فقد بحث كول ومساعديه حول خطرها، فوجدوا أنها تبعث الطيف

فوق البنفسجي الخطير. يجلس الناس أمام هذه الإنارات فترة أطول بكثير من جلوسهم تحت أشعة الشمس، لهذا قام الباحثون بدراسة هذه الإشعاعات فوق البنفسجية وعلاقتها مع الأمراض الإكلينيكية. تغطية مصدر الضوء الفلوريسيني بالأكريليك (acrylic diffuser) -و ليس بغلاف زجاجي- يوقف انبعاث كل الأطياف فوق البنفسجية منها. أكد ذلك بحث آخر عام ١٩٩٢ لكل من رينر وماكقراث، فقد سُجِّلَت حالات طفح والتهاب للمفاصل وتعب عند مرضى الذئبة الحمراء بعد تعرضهم للضوء الفلوريسيني (Fluorescent lights). فاستخدام الأضواء الفلوريسينية عارية يؤدي إلى تفاقم المشكلة عند أولئك المرضى إلا إذا تم تغطيتها بالأكريليك. وفي عام ٢٠٠٤ قام ساير وآخرون بقياس كثافة الأطياف فوق البنفسجية كميّا من الإنارات الفلوريسينية المستخدمة في المنازل والمباني الأخرى سواء كانت غير مغطاة أو من النوع المضغوط (CFL) لمعرفة أي منها يبعث أقل إشعاعا للطيف فوق البنفسجي ليكون هو الأفضل على الأشخاص المتحسسين من الضوء. وجدوا أنّ كل الأنواع التي فحصوها تبعث ذاك الطيف حتى التي كانت مغطاة بالزجاج. تصاب الفئران بسرطانات للجلد عند تعرضها المزمن (من ٣ أشهر إلى عامين) للأشعة فوق البنفسجية في المدى ٢٨٠ - ٣٦٠ نانومتر، وبغض النظر عن كثافة الإشعاعات فقد كانت نسبة تكون الأورام ١٠٠٪ وهي نتيجة ملفتة للانتباه (٦٣).

- الإنارات الخارجية:

سترى الأغلبية، إن لم نكن جميعنا، يتركون إضاءة المنزل الخارجية مضاءة طيلة الليل، وفي كثير من الأحيان تكون إضاءة فلوريسينية غير مغطاة. الأدهى من ذلك هو ترك إنارة أسطح المنازل كذلك صباح مساء، وقد لا يعلم صاحب المنزل عن هذا لفترة طويلة جدا، وهو أمر غير مبرر. يجب علينا الاعتراف بالاهمال وأننا بتركنا أي إنارة مضاءة في النهار والليل نزيد من هذه الكارثة، وهذا يدل على أنّ استخدامنا للضوء ليلا في كثير من الأحيان عشوائي. تترك أحيانا إنارات الطرقات في وضع التشغيل (صورة ١٢).

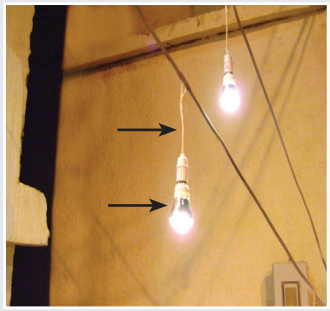
صورة ١٢ : أعمدة إنارة مضاءة طيلة النهار في محافظة بيش بمنطقة جازان، وغيرها من المدن الكثير وهو دليل على الاهمال، ولعل هذا يحفزنا إلى أن نركز على هذه المشكلة ونقوم بحلها (Photo: by author).

- حفلات الزواج والإضاءات:

هناك عادة في كثير من المناطق الجنوبية في السعودية وهي وضع إنارات incandescent lights وبأعداد كثيرة جدا خارج منزل العريس ولمدة قد تصل أسبوع إلى أسبوعين قبل وبعد حفل الزفاف، فتترك من المغرب إلى الفجر، وهذا إسراف واضح وهي سنّة سيئة بينما لا تستخدم في مناطق أخرى. لو كان الناس يضيئوها من المغرب إلى بعد العشاء أو العاشرة مساء لكان أمرا طبيعيا، ولكن ليس بتلك الطريقة الاسرافية وتركها حتى وهم نائمون، وهي إنارات تلوث السماء وغير مغطاة أبدا وتستخدم قوة ٤٥ واط. تُستخدَم نفس الإنارات في مدينة جدة مثلا عند العزاء (و ليس في جازان)، ولا يوجد هناك ضرورة لاستخدامها. هناك أيضا إضاءات بقوة ١٤ واط (مغطاة أيضا) تستخدم لإنارة الشوارع وبنفس القوة الضوئية التي تبعثها الإضاءات بقوة ٨٠ واط (102)، وتعطي تقريبا كثافة ١ لكس من الضوء.

قمت بتركيب إنارات جديدة التصميم خارج منزلنا مراعاة للعرف الموجود في المنطقة بها غطاء رصاصي وبقوة ٧ واط، فبدلا من إنارة السماء تنير الأرض كما لو كانت بقوة ٣٥ واط (صورة ١١). كل هذه المميزات في هذه الإنارة الجديدة جعلتها أغلى سعرا بعشر مرات من الإنارات القديمة الغير مغطاة، لأنها توفر ٣٨ واط من كل إضاءة مقارنة بالإنارة القديمة (صورة ١٣)، ويمكن للبلديات دراسة هذه الأنواع من الإنارات حتى تُستخدَم بهذه الضوابط الجديدة وتمنع استخدام الإنارات القديمة والإنارات الفلوريسينية البيضاء. عن طريق استخدامنا لهذه الإنارات الجديدة، فإننا نعالج مشكلة تغير المناخ بتوفير الطاقة والتقليل من انبعاث غازات الاحتباس الحراري عن طريق توفير الواطات المستخدمة، فإنّ الأرض تحتر ويجب علينا حل المشكلة دون أن نؤثر على مستوى معيشتنا.

صورة ١٣ : إنارات جديدة لحفلات الزواج. قمت باستخدام سلك صغير حتى تبقى الإنارة متجهة للأسفل بفعل الجاذبية (يسار). تلتوي الإنارات وتعود مجددا لتنير السماء بدلا من الأرض إذا لم نضع هذا السلك الصغير. لاحظ الجزء العلوي الرصاصي من الإنارة الغير نافذ للضوء حتى يرتد الضوء ويقوى للأسفل، ولاحظ انعكاس الضوء على الجدار أسفل مصدر الضوء فقط (Photos and design، by author).

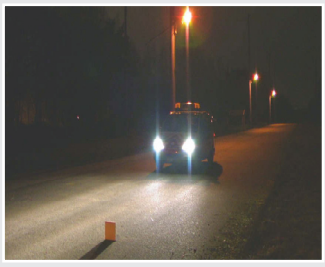


- السهر:

لقد أعطانا الله -عز وجل- إنارة طبيعية مدة ١٢ ساعة يوميا حتى نعمل فيها، ثم أعطانا ظلمة مدة ١٢ ساعة أخرى حتى نرتاح لأنّ الإنسان لا يستطيع العمل في الظلام فكان لزاما عليه أن يوقف الحركة وأن يخطط لهذا الظلام الذي يأتي كل ١٢ ساعة. لكي نكافح التلوث الضوئي (و هو وجود الضوء الذي صنعه الإنسان وقت الظلام الذي أوجده الله ليلا) فعلينا أن نجعل جلّ أعمالنا نهارا وأن نبرمج أنفسنا أن لا نعمل ليلا، فهذه هي السنة الطبيعية التي عاش عليها البشر منذ أن خلق الله آدم. لقد أجبرت إنارات الليل الكثير من البشر (و نحن منهم بلا شك) على العمل مدة ٢٤ ساعة ولهذا السلوك الغير سوي عواقب صحية وخيمة. يعتبر السهر كارثة من كوارث التلوث الضوئي وهي مشكلة اجتماعية وصحية هذه الأيام لم تكن موجودة في الماضي إلا من أراد قيام الليل أو التأمل في السماء أو القراءة عن طريق المصابيح الخفيفة التي لم تكن فوق حاجة المحتاج للضوء، ومهما تمت مناقشة هذه المشكلة وأسبابها فلن تجدي نفعا في الغالب لأنه لم يناقش أحد السبب الرئيسي وهو وجود الإنارات الليلية داخل المنازل وخارجها فجعلت ليلهم نهارا ينشطون فيه. سيكون التخفيف من هذا التلوث الضوئي دور كبير في التقليل من هذه المشكلة. نصح مفتي عام المملكة الشيخ عبدالعزيز آل الشيخ في خطبة الجمعة التي ألقاها في جامع الإمام تركي بن عبدالله بالرياض بتاريخ ٢٧ / ٤ / ١٤٣٢ هـ ممارسي التفحيط قائلا : «أنتم تنامون في نهاركم، وتسهرون في لياليكم لتلك الممارسات» (٥٠)، فما هو سبب هذا الانقلاب البيولوجي عند الشباب؟ إنها باختصار الأضواء الساطعة في الليل، لكن الشباب لا يعون ولا يدركون ذلك.

- دراسة تأثر السائق في وجود أضواء الليل الزائدة:

في دراسة حديثة وفريدة من نوعها، قام الباحثون بدراسة تأثيرقدرة السائق ليلا على اكتشاف الهدف كتحديد لمستوى الرؤية (صورة ١٤). وقد قال الباحثون: "أضواء السيارات الأمامية كافية جدا للرؤية الليلية حتى في عدم وجود إنارة للطرقات، ويجب على مسؤولي إنارة الطرقات أن يعدّلوها كوسيلة لتحسين الإدراك البصري لدى السائقين، وبالرغم من كونها بنية تحتية إلا أنها ظلّت مشكلة، وأنّ العلاقة بين الإنارات وأمن الطرق مشكوك فيها" (١٣)، فهذا تحليل يقيّم الأداء البصري تحت كثافة ضوء متباينة. لقد دخل المحللون في مناقشة علمية وأظهر بعض المحلّلين أنّ الإضاءة سيئة التصميم وعالية الكثافة تعوق الرؤية الليلية أسوأ من عدم وجود إنارة مطلقا، وأنّ العلاقة بين إضاءة الطرقات والرؤية الجيدة ليست دائما متوافقة في حين أنّ الإضاءة الخفيفة للطرقات يمكن أن تحسّن الرؤية أكثر من الإضاءة العالية نسبيا، وأنّ عدم وجود إنارات أفضل من الإنارات القوية سيئة التصميم (١٣، ٢٢). عند القيادة ليلا، هناك إضاءة أمامية للسيارات قوية الكثافة، فلماذا توضع إنارات عالية الكثافة في الطرقات؟ في الطرقات الطويلة ينصح بوضع عواكس (reflectors) حتى يتضح مسار الطريق. ذكر حمد بن سالم العلوي (خبير في تخطيط حوادث المرور، مؤسس طريق مركز الأمانة لخدمة السلامة المرورية) أنّ اللائحة التنفيذية لقانون المرور العماني لم يتطرق إلى الأضواء الخارجية وعلاقتها بالمركبات ليس بسبب خطرها على أبصار السائقين بل حتى على تركيزهم على الطريق (٨٢).

صورة ١٤: سيارة مزودة بأجهزة في وجود الهدف، قسم الإضاءات التجريبية (13).	**صورة ١٥:** جهاز قياس كثافة الضوء الحساس الذي قمت باستخدامه (Photo: by author).
	

- كثافة الضوء في أماكن مختلفة:

قمت بقياس كثافة الإضاءة في أكثر من مكان عن طريق جهاز حساس للضوء. خصائص حساسية الطيف للجهاز مطابقة لمقاييس اللجنة العالمية للإضاءة CIE (صورة ١٥). تختلف كثافة الضوء بناء على بعد الجهاز عن مصدر الضوء وقد أخذت المتوسط في كل القياسات التي أخذتها. لم أستطع قياس قوة نور الشفق الخافت، فكلما ذهبت شمالا وجنوبا، شرقا وغربا، لأجد منطقة خالية من الأضواء يرخي الضوء الليلي سدوله وكأنّ شمسا أخرى تناوب ليلا. قارن كثافة إنارة مدننا بالكثافة المسموح بها (جدول ١). هناك دراسة أخرى حول الكثافة المثالية (جدول ٢).

جدول ١ : متوسط لمعان الضوء بوحدة (lux) المسموح بها حسب المكان (١٢). [1]

مكان الاضاءة	لمعانها في المدينة (lux)
محلات التخزين	١٥
منطقة مشاة أو دراجات	٦
طرق السيارات[1]	١٠ - ٢٠
مواقف السيارات	٢ - ٥

[1] تمنع الإنارات في طرق السيارات خارج حدود المدينة وتستخدم العواكس بدلا منها، باستثناء التقاطعات علما أنّ أضواء الطرق تكون كافية بقوة ٨ – ١٠ لكس.

جدول ٢ : نتائج بحث حول كثافة إضاءة الطرقات بوحدة لكس (22).

الدرجة	الطرق السريعة	التقاطعات
متوسطة	٩	١٥
عالية	١٨	٣٠

- لمعان الشمعة من على بعد متر: ١ لكس.
- كثافة الضوء المثالية تحت عمود الإضاءة في ضواحي المدن: ١ لكس.
- كثافة الضوء تحت أعمدة معظم الإنارات في السعودية وبعض الدول: ١٠٠ – ٤٠٠ لكس.
- كثافة ضوء الشمس قبل الشروق بربع ساعة: ٥٠ لكس.

- متوسط كثافة إضاءة المنزل في الداخل: ١٠٠ – ٥٠٠ لكس.
- كثافة ضوء الشمس وقت الشروق: ٥٠٠ لكس.
- كثافة الضوء داخل بعض المحلات التجارية: ٥٠٠٠ – ٧٠٠٠ لكس.
- أجواء غائمة نهارا: ٢٠٠٠ – ١٥٠٠٠ لكس.

- المناطق البيئية:

من الأفضل أن تأخذ البلديات تصنيف المناطق البيئية بعين الاعتبار عند تركيب الإنارات الخارجية (31). تذكر أنّ مساحة مركز المدينة المضيء صغيرة (جدول ٣).

جدول ٣: تصنيف المناطق البيئية.

التصنيف	أمثلة
E1	و هي مناطق مظلمة كالحدائق الوطنية والمناطق ذات الطبيعة الخلابة وغيرها
E2	مناطق ذات إضاءة منخفضة كالأرياف والقرى الصغيرة
E3	مناطق ذات إضاءة متوسطة كالضواحي القريبة من مركز المدينة
E4	مناطق ذات إضاءة قوية كمراكز المدن (city centers) والتي يكثر فيها النشاط الليلي

الـفـصـل الـثـاني

المخـاطـر الصحيـة

١. أثره على المناعة والهرمونات.

٢. أثره في حدوث السرطانات.

٣. أثره على زيادة الوزن.

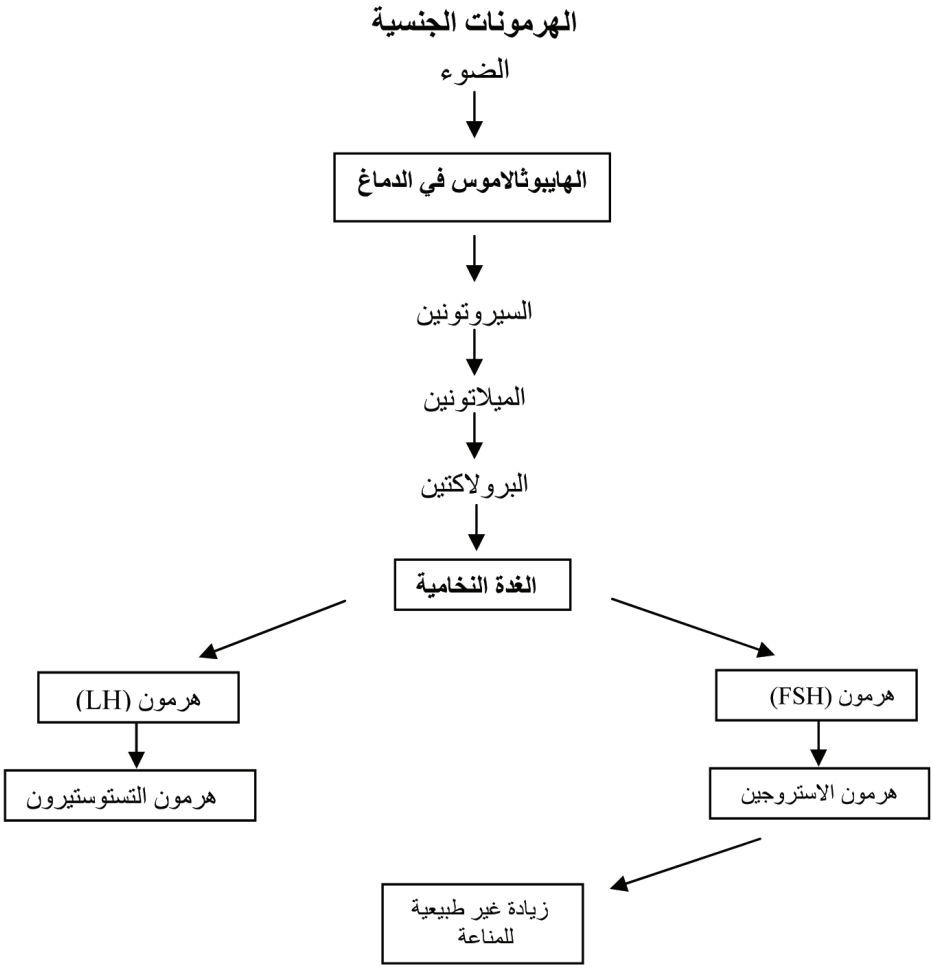
٤. الضوء والاكتئاب.

٥. الساعة البيولوجية.

- أثره على المناعة والهرمونات:

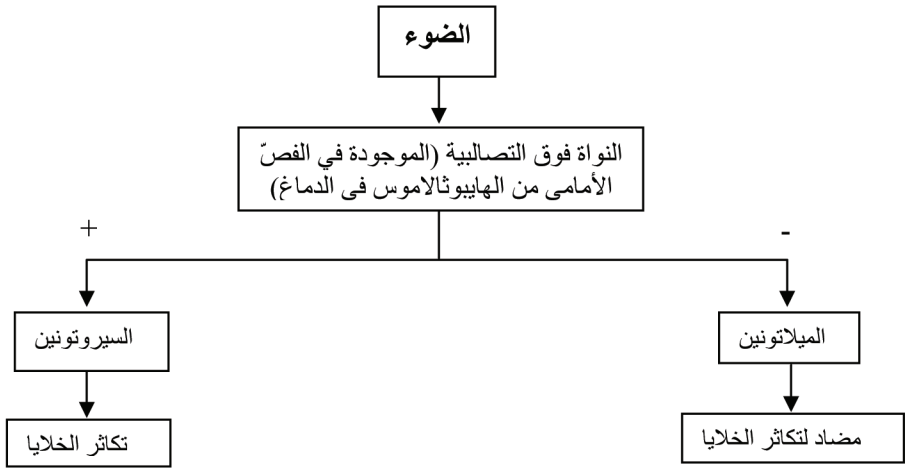
مع بداية اتساع بؤبؤ مشكلة التلوث الضوئي بدأت المقالات العلمية والأبحاث في الكشف عن أسراره، ففي مقال علمي عنوانه "الطيف المرئي يحفز تغير الاستجابة المناعية من خلال ميكانيكية الدماغ والعين"، نشأ علم جديد اسمه علم المناعة العصبي الضوئي (photoneuroimmunology). يتحسس الجهاز المناعي من عوامل مؤثرة عديدة، وقد بدأ علم المناعة العصبي في فهم كيفية تأثير تغير المزاج والضغط والانسجام اليومي على الجهاز المناعي عن طريق التغيرات الهرمونية، وكان العامل الوسيط لكل ما ذكر هو الضوء عن طريق العين وما تتبعها من تغيرات هرمونية، إضافة إلى تغيرات كالسلوك واضطراب دورة النهار والليل، وينتج عن ذلك آثار فيسيولوجية نفسية وخيمة (٣، ١٩)، وهذا يفسر لنا عدم معرفة أسباب الأمراض المناعية الذاتية علما أنّ هناك أمراض كثيرة جدا سببها زيادة في جهاز المناعة تدمر أعضاء الجسم الداخلية. إنّ زيادة المناعة أمر خطير وقد يكون قاتلا، وليس كما نظن بأنّ هذه الزيادة محمودة. يجب أن تكون المناعة متوازنة دون زيادة أو نقصان (شكل ٢، ٣). المناعة ليست شيئا واحدا بل هي آلاف الخلايا والبروتينات، فإذا أثبت البحث السابق تأثير ضوء الليل في زيادة هذا الجهاز ليسبب أمراض الحساسية عن طريق جزء من أجزاء هذا الجهاز المناعي المعقد، فإنّ هناك دراسات أخرى تثبت تأثيره في ضعف المناعة من طرق حيوية أخرى. لم تنشر بعض تلك الدراسات بعد، فكلتا الحالتين خطرة على الجسم ولا تعارض بين تلك البحوث قديمها وحديثها حتى وإن أظهرت نتائج مختلفة. فالمقصود أنّ هناك تأثير صحي من زوايا متعددة. هذه طريقة أخرى يضعف فيه الجهاز المناعي عند التعرض المستمر للضوء، حيث يفرز هرمون الكورتيزول في وجود الضوء وهو أحد الهرمونات التي تعتمد على دورة النهار والليل الطبيعية light/dark cycle، لأنّ الكورتيزول يصنع عن طريق الغدة الكظرية ويتحكم به الوطاء في الدماغ الذي يعتمد على الضوء والظلام في التحكم بإفراز هرمونات في أعضاء كثيرة مهمة. من خصائص هذا الهرمون أنه يزيد نسبة الجلوكوز في الدم، ويضعف المناعة عن طريق تثبيط البروتين IL-1 وهو من أهم البروتينات في تنشيط جهاز المناعة ومقاومة كثير من الأمراض، فاستمرارية إفراز هذا الهرمون عن طريق الضوء السرمدي يضعف جهاز المناعة، لذلك كان الظلام هاما في الليل حتى يقل إفراز الكورتيزول ويعود عمل جهاز المناعة.

شكل ٢ : تتقلب الهرمونات الجنسية عن طريق الضوء. يحفز الضوء إنتاج السيروتونين (ناقل عصبي) الذي بدوره يثبط إفراز هرمون البرولاكتين ويحفز إنتاج الهرمون المحفز للحويصلات المبيضية (FSH) الذي بدوره ينشط المبايض لإنتاج الاستروجين. زيادة معدل الاستروجين توقف إنتاج هرمون (FSH). يحفز الاستروجين إحدى خلايا الدم البيضاء وتسمى الخلايا اللمفاوية البائية (B cells) لإنتاج أجسام مضادة، وهذا يؤدي إلى زيادة القابلية للأمراض المناعية الذاتية (Adapted from: Roberts JE, Ref; 19).



كتب البروفيسور ستيفن باولي المتخصص في الغدد الصماء مقالا علميا حول المسائل الصحية المتعلقة بالتعرض للضوء ليلا (exposure to light at night or LAN). التعرض المتواصل للضوء ليلا يغير من تناغم كثير من الهرمونات، ليس فقط الميلاتونين بل هرمونات ونواقل عصبية أخرى مثل البرولاكتين والهرمونات الجنسية والسيروتونين.

شكل ٣: يزداد السيروتونين في وجود الضوء، وينقص هرمون الميلاتونين في وجود الضوء أيضا، فتنشأ آثار بيولوجية ومنها أنّ السيروتونين يزيد من تكاثر الخلايا، ونقص الميلاتونين أيضا يقلل من حماية الجسم من الخلايا السرطانية. لذلك التعرض الزائد للضوء يزيد الخلايا زيادة غير طبيعية وهذا بدوره يؤدي إلى حدوث السرطانات (Adapted from: Roberts JE; Ref; 19).



+ = تحفيز، - = تثبيط.

هناك نوعان من الخلايا اللمفاوية المناعية هما التائية والبائية (T cells and B cells). تَنشَط الخلايا التائية وتتكاثر في هجومها على الأجسام الغريبة في الصباح بينما تكون استجابة الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة وتتكاثر في أقصى مستوياتها ليلا، ولا يمكن لجهاز المناعة أن يعمل إلا في وجود هاتين الخليتين الأساسيتين (١٩)، فسبحان مقلّب الليل والنهار.

تمت دراسة هذا الموضوع من قبل البيولوجيين لسنوات عديدة، وقالوا أنه لا توجد

مناعة وحصانة لفسيولوجيا التركيب البدني تجاه التلوث الضوئي. ويستنتج من هذا أنّ التعرض لأشعة الشمس يؤدي الى رفع المناعة قليلا وهذا جيد كخط دفاع للجسم ويجب أن يكون هذا الارتفاع في توازن. وفي الظلام ليلا، يتم إعادة توازن قوة الجهاز المناعي الذي يقينا من الأمراض المناعية الذاتية (autoimmune diseases). من التأثيرات الأخرى للضوء المتواصل على تغير المناعة هو اختراق الضوء المرئي لبشرة الجلد والأدمة وتفاعلها مع خلايا المناعة اللمفاوية فيتأثر الجهاز الدفاعي للجسم. في دراسة تأثير الضوء منخفض الطول الموجي، دلّت على أنّ التعرض مدة أقل من ساعة (٣٩ دقيقة تحديدا) ينتج عنه انخفاض ٥٠٪ من مستوى الميلاتونين في الدورة الدموية وأنّ التعرض للطيف المرئي الأزرق (حتى لو كانت الكثافة منخفضة جدا) مقارنة بنور القمر قد قلل أيضا تركيز الهرمون (٢٨). وفي اليابان، ضعفت المناعة الخلوية ومناعة الأجسام المضادة عند طيور السلوى الداجنة في بيئة الضوء المستمر وعُملت تجربة أخرى مشابهة على صغار الدِّيَكة فكانت الأجسام المضادة قليلة عند الديكة التي وضعوها في البيئة LAN في حين ظَلّ التركيز في معدله الطبيعي عند تلك التي حُفظت فترة ١٢ ساعة في ظلمة و١٢ ساعة في الضوء يوميا (L:12 D 12). ومن جهة أخرى، ضعف نشاط خلايا المناعة القاتلة الطبيعية (Natural Killer; NK cells) عند الثديات التي تتعرض للضوء الليلي الدائم LAN (٢٨).

بسبب تقلب الهرمونات الجنسية، أفسد الضوء الصناعي الدورة النزوية عند الحيوانات كالفئران وهي التغيرات الفيسيولوجية المنتظمة دوريا بواسطة الهرمونات الجنسية وارتفع عندها هرمون البرولاكتين، بالتالي قلّت القوة والرغبة الجنسية وقل عندها الاخصاب. يعمل البرولاكتين بطريقة معاكسة للناقل العصبي دوبامين المسؤول عن الرغبة الجنسية والعجيب أنّ سبب ذلك هو التعرض المتواصل لضوء خافت ناهيك عن الضوء عالي الكثافة. وفي اليربوع، انخفض حجم أعضاءها التناسلية وعدد حيواناتها المنوية جرّاء الإضاءات ليلا. قورنت أسماك السلمون المرقّطة في بيئة طبيعية مع أخرى في ضوء مستمر حول إنتاج وفقس البيض (٢٨)، وسيأتي شرح تأثير فقس البيض عند الأسماك. إنّ هذا نوع من التشتت والتغير الزماني في توقيت التكاثر عند الحيوانات، وقد حذّر الباحثون من هذا وقالوا أصبح أمرا واضحا في كثير من أنواع الحيوانات. فكل هذه التغيرات الهرمونية المباشرة والغير مباشرة قد تفسر لنا ارتفاع المشاكل الجنسية. وحول قوة الضوء المنبعثة، فقد بحث في هذه الجزئية كلا من توماس كانترمان وتل روينبرغ من معهد الطب النفسي في جامعة ميونخ بألمانيا، وهو بحث حديث نشر عام ٢٠٠٩، وقالوا:

"نعلم أنّ الشخص الذي يقضي ٤ ساعات يوميا في الخارج أو يقضيها تحت كثافة ضوء عالية تعادل ٥٠٠ لكس داخل المنزل ليلا يقلل كثيرا من صنع الميلاتونين. من ناحية أخرى، لم يتم تثبيط هذا الهرمون للأشخاص الذين تعرضوا لكثافة أقل بقوة ٣٠ لكس لمدة نصف ساعة، وعند غلق الجفنين انخفضت شدة الاضاءة الموجهة على شبكية العين بنسبة ٧٨,٦ – ٨٥,٥٪، فإذا كانت هناك إضاءة بقوة ١٠٠ لكس تشع الضوء على شخص مغمض العينين فإنّ ما يصل الشبكية هو ٣ لكس فقط وهي ثلث متوسط الكثافة التي استخدمها كثير من الباحثين في تجاربهم، لكن لا يعني هذا أن الكثافة الضوئية القليلة لا تلعب دورا، فإن الأضواء الخافتة تتداخل في تزامن الساعة البيولوجية. إنّ التعرض للضوء ليلا LAN دليل على أسلوب حياة يدعم حدوث السرطانات" (٢٥).

- أثره في حدوث السرطانات:

هناك دراسات تؤكد أنّ التلوث الضوئي قد رفع معدّل الإصابة بالسرطان الذي هو سبب وفيات ٥٠٪ من النساء بين الأعمار ٤٥ و٦٤ سنة و٣٠٪ من الوفيات عند الرجال بنفس العمر، وقد لوحظ ارتفاع المعدل في نهاية القرن العشرين (١٩٩٠) حين ازدادت الانارات. ذكرت دراسات كثيرة أنّ التلوث الضوئي هو أقوى الأسباب لهذه الحالة الصحية الخطرة من بين أسباب أخرى كالتدخين وشرب الكحول. زيادة التعرض للضوء يؤثر مباشرة على الغدة الصنوبرية التي بدورها تقلل من إفراز هرمون الميلاتونين. لهذا الهرمون وظائف عديدة من بينها أنه مضاد قوي للأكسدة ومضاد لتكوّن الخلايا السرطانية، إضافة إلى أنه يعمل على التنظيم الفيسيولوجي في الجسم، ويساعد على إفراز هرمون الإستروجين ليلا ويزيد من إنتاج مركب الطاقة ATP في القلب ويساعد على تنظيم وزن الجسم (٧، ١٠، ٢٨). إفراز هذا الهرمون في ظلام الليل (و ليس في الليل الصناعي) وفوائده على الجسم هو أحد المعجزات القرآنية كما جاء في قوله تعالى: ﴿ اللَّهُ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ...﴾، فقد أثبتت البحوث أنّ نقص إفراز الميلاتونين ليلا بسبب التعرض للضوء يزيد من احتمالية حدوث السرطانات المتعلقة بهرمون الإستروجين مثل سرطان الثدي، وفي بحوث أخرى أكدوا ارتباط التعرض للضوء ليلا بسرطان المستقيم وبأدلة قوية (٩). عندها أوصى الباحثون إلى رفع الوعي لدى الناس بمخاطر التلوث الضوئي والحد منه بأسرع وقت. هناك أدلة مخبرية تؤكد العلاقة بين التعرض للضوء ليلا وبين سرطان الثدي والمستقيم وذلك بوضع فئران في الضوء ووضع مجموعة أخرى في الظلام، فكانت النتيجة سرعة نمو الخلايا السرطانية عند المجموعة الموجودة في الضوء المتواصل.

يُفرَز الميلاتونين ليلا عند الإنسان والحيوانات كذلك ويتأثر كثيرا بتعرض الضوء، وقد اقترحت الدراسة بأن يوضع حد للإضاءة لحماية صحة الإنسان والتوازن البيئي، علما أنّ الساعة البيولوجية موجودة في كل الكائنات الحية.

وفي دراسة حديثة نشرت في فبراير هذا العام (٢٠١١) تؤيد كل ما نشر عن التعرض للضوء ليلا وحدوث سرطان الثدي أجريت على ١٦٧٩ امرأة تعرضن للضوء ليلا وكانت النتيجة متوافقة مع كل الأبحاث المماثلة، هذا ولأول مرة يؤكد الباحث إتاي كلووق العلاقة الغير مشكوك فيها بين إنارة المنزل الداخلية وسرطان الثدي، وحتى الآن لم تثبت علاقة سرطان الرئة مع التلوث الضوئي (١٠). كان البحث مشابها لبحث أجراه ديفيز عام ٢٠٠١ وحصلوا على النتائج نفسها، إلا أنّ علاقة الارتباط بين المسبب والمرض في هذا البحث كانت أقوى من بحث ديفيز. ما تزال هناك أبحاث إضافية جارية إلى اليوم عن مدى الأضرار الصحية لتأكيد تأثيرها القوي على ضغط الدم والسكري والاكتئاب.
د. ماريو موتا هو أحد أشهر أخصائيي القلب في أمريكا، رئيس جمعية ماساتشوستس الطبية وهي المنظمة التي تنشر إحدى أقوى المجلات الطبية في العالم، إلا أنه من عشاق علم الفلك ويملك تيليسكوبا بقطر ٣٢ إنشا في مرصد بمنزله في مدينة قلوسستر، ولاية ماساتشوستس بالولايات المتحدة الأمريكية. اهتم كثيرا بمشكلة التلوث الضوئي ومكافحته وهو أحد المتعاونين مع باحثين في نشر أبحاث علمية عن مخاطر التلوث الضوئي الصحية. خاطب د. ماريو مسؤولي الحكومة في الولاية عن هذه المشكلة المتفاقمة عالميا. وفي مقابلة له في مرصده بتاريخ ٢٠ يوليو عام ٢٠١١، بيّن ابتداءً أنه بالرغم من ضخامة تيليسكوبه وقوة تجميعه للضوء الاستثنائية إلا أنّ التلوث الضوئي في المدينة قد أثر كثيرا على رصده للأجرام السماوية المختلفة، ثم ذكر تأثيراته على الصحة وأنّ منظمة الصحة العالمية قد صنفت التلوث الضوئي (المكوث الطويل ليلا تحت الضوء وهو توقيت الراحة والنوم) على أنه من المسرطنات ذو الدرجة الثانية 2A في إحداث سرطان الثدي تماما كالتبغ الموجود في السجاير وهو أحد المسرطنات. هناك خمس درجات للمسرطنات (و هي المواد التي تزيد قابلية حدوث السرطان عند الأشخاص) حسب المؤتمر الأمريكي لأخصائيي الصحة الصناعية الحكومية، تعتبر الدرجة الأولى أسوأها وتعتبر الدرجة الخامسة أقلها خطرا. ثم شرح بعد ذلك المخاطر الأخرى البيئية والاقتصادية المصاحبة للإنارات (صورة ١٦).

صورة ١٦ : د. ماريو موتا (128). تحدث في لقاء عن مخاطر التلوث الضوئي الصحية وغيرها (Al Takeda/ A TMoB).

هناك ارتفاع بنسبة ٣٥٪ لسرطان القولون والمستقيم للموظفين الذين يعملون طوال الليل (ليلتين شهريا على الأقل) لعدة سنوات. لدى المكفوفات اللواتي فقدن هذا النظام الحساس لاستقبال الضوء أقل نسبة حدوث لسرطان الثدي مقارنة بمن لديهن على الأقل بعض هذه المستقبلات الحساسة. إضافة إلى هذه المعلومات، لوحظ أنّ سرطان الثدي أقل بكثير عند النساء اللواتي يعشن في بيئة ذات نسبة إضاءة ليليّة قليلة من أولئك اللواتي يقطنّ في البيئات المكتضّة بالضوء الساطع في كل مكان (٩). قال الباحثون في هذه الدراسة بعد ظهور النتائج: «من الحكمة منع التنصيب اليومي لإنارة الشوارع وأخذ ذلك بعين الاعتبار ويجب النوم ليلا في ظلام كلّي، ونحن نرى الإنسان المتمدّن يعيش في عادات نوم صعبة، وقد أُثبت أنّ الموظف المناوب طول الليل يتغير معه الجدول الفسيولوجي». من العادات الصديقة بيولوجيا لجسم الإنسان هي عدم استخدام الأضواء الفلوريسنية (البيضاء المنتشرة) لأنها تصدر الطيف الأزرق وفوق البنفسجي وعدم استخدام أضواء ساطعة شديدة الكثافة، وقد ذكروا حلولا منها استخدام أغطية من نوع (full cut-off) لتقليل دخول الأضواء للمنازل، وعدم اسخدام الأضواء من نوع ميتال هاليد Metal Halide والإنارات الزئبقية والفلوريسينية لأنها تبعث إشعاعات الطول الموجي الأزرق بنسبة أعلى. أفضل أنواع الإضاءة هو الصوديوم قليل الضغط (Low Pressure Sodium) لأنها تبعث طيفا واحدا أصفرا (٩). يجب أن يكون نظامنا لتشغيل الضوء صديقا للساعة البيولوجية. لم يستطع الإنسان وسط المدينة، أو بالأحرى وسط فيض من ضوء، أن ينام نوما هنيئا حتى وإن أطفأ إنارة المنزل، فسرعان ما تتحسس العين لإضاءة الشوارع التي تعدّت حدود المنزل.

تكون مقاومة السرطانات إما عن طريق مضادات الأكسدة أو جهاز المناعة أو هرمونات الغدد الصماء، وأصبح جليًا أنّ كل العمليات الدفاعية المذكورة تتأثر بأضواء الليل LAN وبالتالي حدوث السرطانات، وهذا يبرر ارتفاع سرطان الثدي بخمسة أضعاف عند سكان المناطق الصناعية التي تلوثت بالضوء مقارنة بسكان المناطق النامية قليلة الأضواء. في دراسة أجريت على ٧٠٣٥ امرأة، فقد أظهرت ارتفاع نسبة سرطان الثدي لأولئك اللواتي يعملن في المناوبات الليلية، وقد اكتشفوا النتائج نفسها عند مَن يَسهَرن الليل وعند النساء اللواتي يعشن في غرف عالية الإضاءة. سرطان الثدي هو أكثر أنواع السرطانات التي دُرست علاقته مع ضوء الليل LAN، وقد بدأ الباحثون بدراسة السرطانات الأخرى وعلاقتها مع الأضواء الصناعية ليلا لأنّ عدم وجود دليل يربط سرطانا من نوع آخر مع التعرض للضوء ليلا ليس دليلا على عدم وجود علاقة بين هذه الأنواع من السرطانات الأخرى والجلوس المزمن تحت الإضاءات دائمة التشغيل.

أعلن القسم الإداري العالمي لأبحاث السرطانات في منظمة الصحة العالمية أنّ موظفي المناوبات الليلية هم عرضة للسرطانات وهناك أدلة وافرة لم تدع مجالا للشك في ذلك، وأفترضوا كل أنواع التلوث الضوئي كمسبب ومنها إضاءة الشوارع والتلفاز والكومبيوتر وغيرها. وقالوا أنّ التعرض للضوء في الليل تصاحبه الحقائق الستة الآتية :

-ينظَّم هرمون الميلاتونين عن طريق الساعة البيولوجية ليلا.

-يثبَّط إنتاج الميلاتونين عن طريق الضوء.

-يصنَّف الميلاتونين كيميائيا من فئة الإندول أمين.

-يعمل الإندول أمين في التخلص من الشقوق الحرة المؤكسِدة.

-تدمِّر الشقوق الحرة المؤكسدة الحامض النووي DNA.

-تدمير الحامض النووي يسبب السرطان (٢٥).

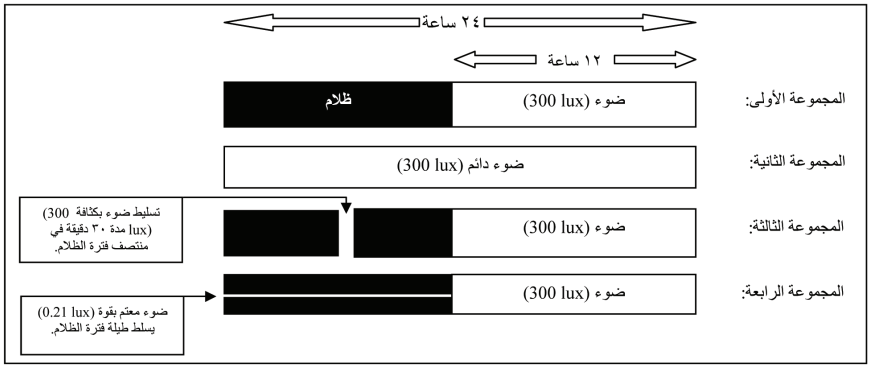
إن ذلك يعود إلى اضطراب الساعة البيولوجية عند موظفي المناوبات في الليل أو الأشخاص كثيروا السهر.

و تستمر هذه الدراسات دون توقف، فقد زادت نسبة حدوث سرطان القولون والمستقيم عند من يكون لديه ٣ مناوبات ليلية على الأقل وبُرهنت علاقته بالضوء LAN في أنواع

متخصصة من الفئران (deer mice) فقسموها إلى مجموعتين، الأولى في يوم طويل مدة ١٦ ساعة (16 hours D 'Dark'، 8 hours L 'light') ومجموعة في يوم قصير (8 L:16 D). وجدوا أنّ ٩٠٪ من فئران اليوم الطويل كَوَّنت السرطان بينما كانت جميع فئران اليوم القصير سليمة. ظهرت لهم مشكلة أخرى، وهو أنّ الضوء إذا كان متواصلا حتى ولو كان قليل الكثافة يعطي النتائج نفسها كما حصل مع التعرض لكثافة ضوء تعادل ٠,٢١ لكس وهي قليلة وقريبة من قوة نور القمر ليلة البدر، فالإشكالية تكمن في الجلوس الدائم تحت الضوء ليلا، وهنا نتذكر نوع من أنواع التلوث الضوئي الذي يجتاح المنازل (light trespass). حتى مع غلق النوافذ، فإنّ هناك نور خافت لا مفرّ منه، لابد أن يجتاح غرفتك طول الليل، وهذا خطر لأنه تعرض دائم كما مرّ في التجارب السابقة (٢٨). هذه نتائج مذهلة وطريقة ذكية من طرق البحث الطبي، فقد سُحِب دم من فئتين من الأشخاص (فئة LAN وفئة أشخاص ينامون الليل في عدم وجود الأضواء) ووضعوا كل دم على خلايا سرطانية، فوجدوا أنّ تكاثر الخلايا ومستوى أحادي فوسفات الأدينوسين الحلقي cAMP المسؤول عن الأورام قد انخفض عند تغطية الخلايا السرطانية بدماء الأشخاص أصدقاء الليل المظلم في حين عاد نشاط الخلايا السرطانية عندما كسوها بدماء أشخاص LAN أصدقاء الضوء الصناعي الليلي، وعند إضافة الميلاتونين على دم أشخاص LAN، يقلّ تكاثر الخلايا السرطانية من جديد (٢٨).

قام صاموييل ومساعديه في قسم الصيدلة بجامعة كانتابريا في أسبانيا (٢٩) بحقن فئران بمادة (DMBA; dimethylbenzathracene) المحفزة للأورام وتابعوها على نحو أسبوعي لاكتشاف أي ورم في الغدة الثديّة. عندما يتكون ورم بطول ١ سنتيمتر في تلك الغدة تؤخذ الفئران وتوضع في تجربة أخرى إضافية متباينة الظروف الضوئية. توضع المجموعة الأولى مدة ١٢ ساعة تحت ضوء بتدفق ٣٠٠ لكس و١٢ ساعة في ظلام، والمجموعة الثانية بقيت تحت إضاءة مستديمة بنفس الكثافة (٣٠٠ لكس)، والمجموعة الثالثة بنفس ظروف المجموعة الأولى ولكن الفرق هو تسليط ضوء بكثافة ٣٠٠ لكس لمدة ٣٠ دقيقة في منتصف فترة الظلام، والمجموعة الرابعة بنفس ظروف المجموعة الأولى لكن بتسليط ضوء خافت (٠,٢١ لكس، وهي كثافة نور القمر ليلة البدر) طيلة فترة الظلام (شكل ٤).

شكل ٤ : توضح أنماط الإضاءة لكل مجموعة تجريبية من الفئران
.(Adapted from Cos S.. et. al. 2006. Ref. 29)



في كل الحالات الأربعة يتم تدوين أي تطور للأورام لمدة ١٢ أسبوعا ومتابعة دورتها النزوية، ثم أُخذَت عينات بعد ١٢ أسبوعا لقياس مستوى هرمون الإستراديول ومستقلب الميلاتونين (6-sulfatoxymelatonin) وهو دلالة على استقلاب الميلاتونين وتركيزه، فهو دليل على عمل الغدة الصنوبرية. وجدوا أنّ أقل معدل للأورام كان عند المجموعة الأولى بينما كان معدل الورم عاليا في بقية المجموعات (الثانية والثالثة والرابعة)، فقد كبُر حجم الورم بعد ٧ أسابيع عند المجموعة الرابعة بينما استغرقت المجموعة الثالثة ٩ أسابيع ليزيد حجم الورم. أما المجموعة الثانية فقد ازداد الورم بعد ١١ أسبوعا، وبقي حجم الورم كما هو دون زيادة عند المجموعة الأولى. أقل احتمالية لبقاء الفئران على قيد الحياة كانت عند المجموعة الرابعة التي تعرضت لضوء خافت فترة الظلام، فقد مات ٥٠٪ من فئران تلك المجموعة بعد ١٢ أسبوعا. كلنا نؤمن إيمانا تاما أنّ الأعمار بيد الله تعالى ولكن يجب التذكير بأنّ نسبة السرطانات قد ارتفعت بشكل ملحوظ منذ بداية القرن العشرين (و هي بداية انتشار الإضاءات). إنّ أحد أسباب الوفيات (هذه الأيام) هي أمراض السرطانات وكلنا نسمع دائما أنّ فلانا أو كاتبا أو عالما توفي بعد معاناة طويلة مع مرض السرطان وفي معظم الأحوال تكون الأسباب غامضة لأنهم لم يدرسوا علاقة الضوء مع هذه الأمراض. كيف تريد أن تعيش في صحة تامة وهذه الإنارات مضاءة على مدار العام؟!! وخلاصة ذلك هو أنّ الأضواء تمنع إفراز هرمون الميلاتونين المضاد للسرطانات، وبالتالي ترتفع نسبة هذه الأمراض.

تم تحريم التدخين لأنه من الخبائث والمسرطنات. هذه حقيقة واحدة فقط من التدخين المتفق على تحريمه، فكيف بالسرطانات الأخرى التي يرفعها الضوء الزائد المتواصل ومئات الحقائق المثبتة التي تورطت فيها استمرارية تشغيل أضواء ساطعة في الليل؟!! ثم لو قرأنا بحثا جديدا بأنّ منتجا معينا يزيد احتمالية سرطانا واحدا فربما ننشيء حملة لمقاطعة المنتج، لكن لم يدرك أحد خطر الأضواء الزائدة ليلا على الصحة وغيرها.

بلا شك أنّ التلوث الضوئي موجود في جميع دول العالم وأنّ نسبة السرطانات ترتفع سنويا. بمقارنة نسبة حدوث السرطانات في دول العالم مع نسبتها في السعودية فسنجد اختلافا، وإذا قارنا التلوث الضوئي في كثير من تلك الدول مع التلوث الضوئي في السعودية فسنجده أكثر عند مقارنتنا المناطق السكنية والكثافة الضوئية فيها. أكّد د. عبدالله بن سليمان العمر -رئيس مجلس إدارة الجمعية السعودية لمكافحة السرطان- في برنامج الثانية مع داود الشريان في ١٤ نوفمبر عام ٢٠١١ (١٨ من ذي الحجة عام ١٤٣٢ هـ) أنّ نسبة زيادة السرطان في كل دول العالم هي من ٢ إلى ٣٪ أما في المملكة العربية السعودية فترتفع الإصابة بالسرطان إلى ١٠٪ سنويا، وتوقع الدكتور بأنه ستصل النسبة ٢٧٥٪ عام ٢٠٢٥ في السعودية وهي نسبة مخيفة. إذا نظرنا إلى أسلوب الحياة أيضا فإننا نجد أنّ كثيرا من سكان ضواحي المدن ينامون في وقت مبكر ليلا، أما نحن فتبدأ حياتنا بعد العشاء وهذا يعني تعرض أطول للضوء وقد يكون هذا هو سبب جعل نسبة السرطان هي الأعلى في العالم. مع الأسف، يظن الكثير أنّ سبب تفشي السرطان هو العين والمس، لكن السبب الواضح علميا هو التلوث الضوئي وليس العين.

لإثبات أنّ التعرض للضوء ليلا يساعد في تكون السرطانات بشكل مبكر و أنّ من ينامون في وقت مبكر من الليل في ظلام هم أقل الناس عرضة لخطر الإصابة بالسرطانات، فقد كشف الدكتور حافظ حلواني -استشاري الأورام بمستشفى الملك فهد التخصصي بالدمام في أحداث المؤتمر العالمي السعودي الأمريكي الأول (١٤/٤/١٤٣٣) - أنّ معدل عمر الإصابة بسرطان الثدي في المملكة هو (٤٨ عاما) بالمقارنة مع (٦٧ عاما) في الولايات المتحدة، و بلا شك فإنّ أشهر سرطان يسببه التعرض للضوء في الليل هو سرطان الثدي، و أنّ نمط حياتنا في السعودية يتمتع بنشاط ليلي تحت إضاءات مبهرة في كل مكان، و أنّ الكثير من الأمريكيين ينامون في وقت مبكر من الليل. من الطرق المستخدمة لمواجهة هذه السرطانات هو الكشف المبكر لكن هذه الطريقة لن تحمي من السرطان، أما النوم بعد العشاء و إظلام المصابيح كما أمرنا محمد صلى الله عليه و سلم يقينا نهائيا من تكون السرطانات و هي أفضل طريقة للوقاية منه. ناقش الكثير من المشاركين في المؤتمر طرق علاج السرطانات (بعد تكونها) و لم يناقشوا السبب الرئيسي و هو المكوث الطويل تحت الأضواء الداخلية و الخارجية ليلا.

- أثره على زيادة الوزن:

في العقدين الماضيين، أصبحت مشكلة السمنة عالمية بعد أن كانت محصورة على الولايات المتحدة. يتزامن ازدياد معدل السمنة واضطرابات الاستقلاب مع ازدياد التعرض للضوء ليلا LAN. تقوم الساعة البيولوجية بتجهيز الشخص حول أحداث كثيرة ومنها وجود الطعام والنوم، فاضطراب هذه الساعة الداخلية يعوق العمليات الاستقلابية والبيولوجية فيرتفع مؤشر كتلة الجسم (BMI) وتتغير استقلابات الدهون في بلازما الدم. أُثبت ذلك على الفئران وهي نتائج مطابقة مع ازدياد الوزن والتعرض للضوء ليلا عند الإنسان. بالرغم أنّ الافراط في تناول الطعام وأخذ السعرات الحرارية هي أهم مسببات السمنة إلا أنّ العوامل البيئية تلعب دورا هذه الأيام في زيادة الوزن (80). عند حدوث الطفرات الجينية في جينات الساعة البيولوجية، تصبح فئران التجارب أكثر عرضة للسمنة والاضطرابات الاستقلابية وارتفاع الجلوكوز والكوليسترول والدهون الثلاثية. هذه دراسة لاثبات ذلك، فقد وضع العلماء مجموعة من الفئران في ظروف ضوئية مختلفة على النحو الآتي:

١. ضوء متواصل بقوة ١٥٠ لكس LL.
٢. ضوء بقوة ١٥٠ لكس لمدة ١٦ ساعة ثم ضوء خافت بقوة ٥ لكس مدة ٨ ساعات DM.
٣. ضوء بقوة ١٥٠ لكس مدة ١٦ ساعة ثم ظلام تام أو صفر لكس مدة ٨ ساعات LD.

وجدوا أنّ ارتفاع الوزن كان قويا عند الظرفين الأولين (LL وDM)، وبعد ٤ أسابيع من التعرض عند نفس المجموعتين السابقتين التي تعرضت للضوء في الليل (LAN) لم تستطع الفئران القدرة على تحمل مستوى السكر (الجلوكوز) في الدم، لذلك حتى الضوء الباهت بقوة ٥ لكس كاف لزيادة الوزن وتقليل كفاءة الجسم في تحمل الجلوكوز (80). أثبتت دراسة أخرى في جامعة ولاية أوهايو ارتباط التلوث الضوئي مع زيادة الوزن. يقول البروفيسور راندي نيلسون، عالم الأعصاب في جامعة ولاية أوهايو: "الضوء في الليل هو عامل بيئي يمكن أن يزيد نسبة السمنة بطرق غير متوقعة"، ويقول أيضا "الحفاظ على الوزن يتطلّب الحذر في أخذ السعرات الحرارية وعمل الرياضة البدنية، لكن هذا العامل البيئي (و يقصد التلوث الضوئي) يمكن أن يبرر أنّ بعض الناس المحافظين على الرياضة المستمرة ما زال وزنهم في تزايد". وخلال دراساته قال راندي نيلسون: "هناك شيء ما يتعلق بالضوء في الليل يجعل فئران التجارب في دراستنا تأكل في الوقت الخطأ". عدم تنظيم العمليات الاستقلابية ينتج عنه أمراض متنوعة منها النوع الثاني من داء السكري وأمراض القلب، وسبب ذلك التعرض للضوء ليلا LAN، فقد تأثر النظام

الاستقلابي للفئران تأثرا قويا وقلت فعاليته جرّاء تسليط ضوء عليها فترة طويلة خاصة على استقلاب الكربوهيدرات في الكبد، وظهر نفس ذلك التأثير الكيميائي الحيوي على الدجاج. وفي بحث آخر تَبيّن أنّ نسبة الدهون قد ارتفعت وبشدة في الدجاج الذي وُضِع في بيئة أبدية الإضاءة مقارنة بالدجاج الموجود في بيئة طبيعية مظلمة ليلا. حتى الديكة أظهرت نفس ارتفاع الدهون وبنفس المقاييس والظروف التي طُبّقت على الدجاج في التجربة العلمية السابقة. يقوم الميلاتونين أيضا بتنظيم أوقات البحث عن الطعام عند بعض أنواع الطيور ويمكن للتلوث الضوئي LAN أن يغير من هذا السلوك الغذائي لديها ولدى الثديات عموما وقد أصبح هذا حقيقة لدى العلماء وليست فرضية (٢٨).

- الضوء والاكتئاب:

في فبراير عام ٢٠١١، أجرى قسم علوم الأعصاب بجامعة ولاية أوهايو بحثا حول هذه الحالة، وقالوا: «ازداد معدل الاكتئاب في العقود الماضية، وأحد العوامل البيئية المهمة التي تزامنت مع ارتفاع نسبة الاكتئاب هي زيادة التعرض للضوء الاصطناعي في الليل. موظفي المناوبات وغيرهم ممن يتعرضون لهذا الضوء الليلي هم عرضة لاضطرابات المزاج أكثر من غيرهم وقد يكون ذلك بسبب تأثير ميكانيكيات الدماغ عن طريق الإضاءة الليلية». بعد ذلك بدأوا بفحص تلك التغيرات الميكانيكية على الهامستر السيبيري وهي كائنات مثالية جدا لدراسة الساعة البيولوجية بسبب طبيعة تناسقها البيولوجي، فوضعوا مجموعتان من إناث الهامستر السيبيري مدة ٨ أسابيع في ظروف مختلفة ضوئيا على النحو الآتي:

١. المجموعة الاولى: (ضوء خافت في الليلDM).

٢. المجموعة الثانية: (ضوء في النهار وظلام في الليلLD)،

ثم تمت متابعة سلوكها، فأظهرت إناث الهامستر في المجموعة الأولى (DM) تصرفات توحي بالاكتئاب، في حين قل السلوك المرتبط بالقلق عند المجموعة الثانية. كان الأثر الثاني للإضاءة الليلية على حجم أعصاب قرن آمون في الدماغ (Cornu Ammonis; CA)، ففي المجموعة الأولى قل حجم الزوائد المتشجرة العلوية والقاعدية كثيرا في منطقة (CA1) في الدماغ وهذا يفسر أنّ الضوء الخافت الليلي كاف لتقليل الاتصال بين نقطة الاشتباك العصبي (synapse) وقرن آمون (CA1) في الدماغ. ثم صرحوا محذرين بعد هذه النتائج بأنّ الإضاءة الليلية (حتى وإن كانت خافتة) تلعب دورا في زيادة معدل اضطرابات المزاج (٣٥). يأتي هذا تأكيدا لما أجراه نفس القسم عام ٢٠٠٩ وجاء فيه أنّ التعرض للضوء مدة ١٦ ساعة في اليوم يزيد الاكتئاب (٦٤).

انتشرت في أيامنا مراكز لتقييم الحالة النفسية وفرص التوافق قبل الزواج مما يدل على ارتفاع تقلبات المزاج بين الناس هذه الأيام والكثير منهم يعيشون ليلا وسط ينابيع من ضوء. أما في الماضي -وفي ظل التوازن الضوئي بين النهار والليل- فلم يكن تقلب المزاج شائعا ولم تكن هناك حاجة لاستشارات نفسية للمتزوجين. كيف يستشير وهو مقبل على رحمة الزواج، ومع الأسف فقد أصبحنا نخاف من هذه الرحمة. الليل والزواج رحمة، وقد ذكر تبارك وتعالى الزواج والنوم ليلا (في عدم وجود التلوث الضوئي) وأوردت آيات كثيرة حول الليل الذي هو رحمة، ولم يعد رحمة هذه الأيام بسبب التلوث الضوئي. وجود مراكز نفسية للمتزوجين دليل على ذهاب الرحمة الأخرى وهي رحمة الزواج. قال تعالى في سورة الروم: ﴿وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ خَلَقَ لَكُمْ مِنْ أَنْفُسِكُمْ أَزْوَاجًا لِتَسْكُنُوا إِلَيْهَا وَجَعَلَ بَيْنَكُمْ مَوَدَّةً وَرَحْمَةً إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (٢١) وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقُ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ وَاخْتِلافُ أَلْسِنَتِكُمْ وَأَلْوَانِكُمْ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِلْعَالِمِينَ (٢٢) وَمِنْ آيَاتِهِ مَنَامُكُمْ بِاللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَابْتِغَاؤُكُمْ مِنْ فَضْلِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَسْمَعُونَ (٢٣)﴾

- الساعة البيولوجية:

لقد تأقلمت كل الكائنات الحية من حيوانات ونباتات وبكتيريا وفطريات وطحالب على سطح هذا الكوكب بيولوجيا في دورة النهار والليل وتكيفت جينيّا في الأربع وعشرين ساعة اليومية في حالة نفسية متوازنة في بيئة ملائمة. هل للكائنات حالة نفسية كالبشر؟! جاء في حديث ابن مسعود - رضي الله عنه - قال: كنا مع رسول الله صلى الله عليه وسلم في سفر فانطلق لحاجته فرأينا حمرة معها فرخان فأخذنا فرخيها فجاءت الحمرة فجعلت تفرش فجاء النبي صلى الله عليه وسلم فقال: من فجع هذه بولدها؟ ردوا ولدها إليها. فكانت الرحمة المحمدية بسبب الحالة النفسية لطائر، وأنا الآن أكتب خلاصة بحث من قسم علم النفس في جامعة ولاية متشيقان أكدوا تغير الحالة النفسية عند الكائنات الليلية بسبب إضاءة الليل، فإذا كان محمد صلى الله عليه وسلم قد رحم هذه الحمرة فكيف بتريليونات الكائنات المتأثرة نفسيا من الضوء الزائد في غير وقته وفي غير مكانه. إنّ التلوث الضوئي أشد خطرا من أخذ فرخي طائر. كيف لو ابتُكِرَت هذه الإنارات الكهربائية في عهد محمد صلى الله عليه وسلم؟! هل سيسمح للمسلمين باستخدامها بهذا الشكل؟! لم ينحصر هذا التكيف على الحالة النفسية فقط بل شمل النشاط الفيزيائي ووظائف مناعة الجسم ودرجة الحرارة والهضم. في الكائنات الثدية، المسؤول الرئيسي عن تنسيق الساعة البيولوجية في أقصى ما يمكن من التنظيم الهرموني والعصبي هي النواة فوق التصالبية أو (suprachiasmatic nucleus; SCN) الموجودة في الجزء الأمامي من الهايبوثالاموس (الوطاء) في الدماغ، وتحتوي على آلاف الخلايا العصبية،

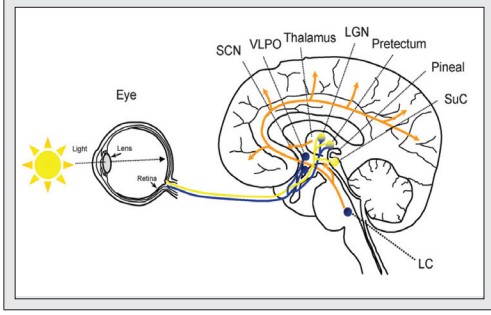
فعنـد تحسـس خلايا RGCs للضـوء تقوم بإعادة برمجـة النواة فوق التصـالبية SCN وبرمجة السـاعة الداخلية البيولوجية الضـابطة، فتقوم النواة فوق التصالبية بالعمل المباشـر على أنظمة الجسم وتُغيّر شـبكة التواصل الفيسيولوجية (٤، ٢٨). يتغير انقسام الخلايا وصنع الحامض النووي DNA مع دورة النهار والليل في أنسجة كائنات كثيرة مثل الكبـد والجلد والأنسـجة الطلائيـة في الأمعاء، وهـذا دليل على أنّ وقت انقسـام الخلايا متناغم فيسـيولوجيا (٦٤). حتى درجة حرارة أجسـام الكائنات واسـتهلاكها للأكسجين تتغير وتتناسـق في تعاقـب الليل والنهار ومثال ذلك فراخ الدجـاج (٦٥). تَمكّن الباحثون من فهم بعض تلك الأسرار عن طريق مقارنة وجود الإنارات باستمرار مع سلوك الكائنات ومقدرتها على الرؤية ودورتها الفيسيولوجية تحت الظروف الضوئية الطبيعية (الضوء والظـلام). بشـهادة كل الباحثـين في هذا المجال، الضـوء هـو أكبر مؤثر علـى تعديل هذه الساعة.

د. سـتيفين لوكلي، أستاذ مساعد بقسم طب النوم بجامعة هارفارد، هو أحد المشهورين في علـم اضـطرابات النوم، وقد نشـر بحوثـا عديدة عن تأثـير التلوث الضـوئي وعلاقته باضطرابات النوم وهو ما زال يدرس ويبحث تأثير الإضاءة على أداء الساعة البيولوجية كالنوم والهرمونات وغيرها منذ عام ١٩٩٣، وهو عضـو في منظمة IESNA وCIE. إحدى بحوثه هو أنّ المصابين بالعمى الكلي لايصابون بسرطان الثدي. قال د. ستيفين في المؤتمر التاسـع الأوروبـي للسـماء المظلمـة: "هناك ٥٠٠٠٠ خليـة في النواة فوق التصـالبية كل واحدة تمثل سـاعة منفصـلة. التعرض لضـوء بقوة ١٠٠٠ لكس يقلل الميلاتونين بنسـبة ١٠٠٪، والتعرض للضوء الذي يبعث الطيف الأزرق لمدة ٦,٥ ساعات يقلل الهرمون بمعدل ٩٠٪ بينما قل بنسـبة ٤٠٪ في نفس الظروف مع الطيف الأخضـر، وأنّ التركيز في الشتاء أعلـى منـه في الصـيف، وأنّ استئصـال الغـدة الصـنوبرية (التـي تصـنع الميلاتونين) من حيوانات التجارب يزيد نمو الخلايا السـرطانية، وأنّ الضوء يزيد هرمون الكورتيزول في الصباح ويرفع الحرارة، لذلك تنخفض درجة حرارة الجسم في ظلام الليل".

قام د. سـتيفين لوكلي بإرسـال رسالة رسـمية بتاريخ ٣١ مايو ٢٠٠٨ م إلى ليو سمث في الحملـة العالميـة للسـماء المظلمة (IDA) كرَدّ حول استفسـاره عن تأثير إنارات الشـوارع على النوم ومسـتوى الهرمونات وعلى صحة البشـر الذين يعيشون وسط المدينة المزدحم، وقد أرسل ستيفن هذه الرسالة لي واطّلعت عليها كاملة. أكد ستيفن في الرسالة لليو سمث ذلك وببراهين علمية كثيرة، وقال في آخر الرسـالة أنّ الاسـتراتيجيات قصـيرة وطويلة الأجل لتقليل التلوث الضـوئي سـتقلل الاحتياج من الطاقة والوقود الأحفوري وسيحسّن الحالـة الصـحية عند سـكان المدينـة. وفي ختامه للرسـالة ذكـر أنه يحيّـي الحملة على

محاولتها في إزالة الأضواء المتعدية التي تضيء في غير ضرورة وأنه يدعم هذه الحملة وبإخلاص. أعجبني أنّ ليو سمث أراد أن يأخذ العلم الصحيح من أفضل مصدر له، ولم يقتصر على كلام البعض أو بحثا سريعا في قوقل وما أكثر ما تجد بضغطة زر ولكن أين الصحيح في كل ذلك. والخلاصة أنّ تأثير الضوء على الصحة مؤكد من أحد أشهر علماء الساعة البيولوجية وعلاقتها مع الضوء.

في عام ٢٠٠٢، تم اكتشاف ولأول مرة مستقبلات للضوء في شبكية العين تعمل على نقل النبضات الكهربية إلى جينات الساعة البيولوجية، وهو اكتشاف فتح المجال للباحثين فيما يتعلق بالساعة البيولوجية لتأكيد فرضياتهم. دورة النور والظلام هي العامل الرئيسي في تزامن الساعة البيولوجية الداخلية لكل الكائنات التي تعيش في النهار والتي تتعرض لأشعة الشمس، فهناك جينات في أجسامنا تنشط وتُثبّط في وجود الضوء وعدمه كعامل مؤثر خارجي على النشاط الجيني. تُنقل الإشارات الضوئية عن طريق مجرى الهايبوثالاموس المرتبط بشبكية العين إلى النواة فوق التصالبية. التعرض للضوء ليلا يعيد سلبا برمجة الساعة في النواة فوق التصالبية ونتيجة لذلك تتغير الحالة النفسية والتناغم، ويحتمل أن يكون هذا بسبب نشاط اثنين من جينات هذه الساعة في وجود الضوء تدعى "Per1 and Per2" (٤). وأشاروا إلى أنّ التعرض الدائم والمزمن لهذا الضوء ليلا قد يؤدي إلى نتائج لا تحمد عقباها بسبب التأثير العميق الذي يسببه الضوء الزائد على خصائص النواة فوق التصالبية (شكل ٥). نوم الحُسن (و هو النوم مبكرا) مهم لصحة العقل والبدن كما أرشدنا بذلك الهادي محمد صلى الله عليه وسلم، ولا يكون ذلك إلا في الظلام الطبيعي، فأدنى كثافة ضوئية تُعطِّل هذا التناغم البدني. هناك أكثر من ٥٠٪ في العالم يعيشون في سماء ليلٍ أبرق من نور القمر ليلة البدر بدرجات عديدة، أو ألمع من الدرجة السابعة على مقياس بورتل (جدول ١٠).



شكل ٥: خطورة الضوء المتواصل على التناغم البيولوجي بما في ذلك الفيسيولوجيا (وظائف الجسم) والسلوك عند الإنسان (58). توضح الصورة العمليات الكيميائية الحيوية لتحفيز مناطق الدماغ الغير مسؤولة عن الرؤية مثل النواة فوق التصالبية (SCN) والغدة الصنوبرية وغيرها (Cajochen C; 2007. Ref. 58).

قال البروفيسور راسيل ريتر من جامعة تكساس في المؤتمر العلمي العالمي الأول في لندن حول سرطان الدم عند الأطفال في الثامن من سبتمبر عام ٢٠٠٤ : «التعرض للضوء في الليل يدمر النظام البيولوجي للجسم ويثبط الإنتاج الليلي من هرمون الميلاتونين، وكونه مضادا للأكسدة، أكّدت دراسات كثيرة أنّ الميلاتونين يحمي الحامض النووي د.ن.أ (DNA) من التكسر بسبب العوامل المؤكسدة، فإذا تأثر، يمكن أن تحصل طفرة جينية للحامض النووي وبالتالي تكوّن السرطانات".

ذكرت مجلة طبية علمية من الأكاديمية الأمريكية لأطبّاء الأسرة اسمها طبيب الأسرة الأمريكي في إصدارها بتاريخ الخامس عشر من فبراير عام ٢٠٠٥ أنّ الذين يعملون في المناوبات الليلية لديهم القابلية لنوع من أنواع الصداع الوعائي يسمى صداع الانتحار، يشبه الشقيقة المعروفة، ويتميز بألم شديد جدا، وقد قُبلت أقوى فرضية للأخصائي الأسترالي الدكتور قودبسي أنّ سبب هذا الصداع هو خلل أو عدم توازن الوِطاء (الهايبوثالاموس)، وهذا يفسر حدوث الصداع بشكل دوري لأنّ الوطاء ينظم الساعة البيولوجية. إضافة الى ذلك، فإنّ العمل طول الليل يصاحبه مشكلات صحية مثل الإرهاق والتوتر وفقدان التركيز وضعف الأداء الجنسي. من سلبيات الضوء الليلي المكتشفة على موظفي المناوبات هي اضطرابات في استقلاب الدهون والكربوهيدرات، مقاومة هرمون الأنسولين، ضغط الدم، أمراض شرايين القلب التاجية وجلطات القلب وهذا يكون إما بالاضطراب الفيسيولوجي المباشر عن طريق التعرض للضوء LAN أو بطريقة غير مباشرة ونقص النوم (٢٦، ٢٨). لقد أثبت هذا إكلينيكيا على مرضى شرايين القلب التاجية، فوجدوا عندهم تركيزا منخفضا جدا من الميلاتونين، وكما هو معلوم في الطب أنّ من فوائد هرمون الميلاتونين تقليل نشاط الجهاز العصبي السِمبتاوي (الوُدّي). لقد أصبحت العلاقة المباشرة بين LAN والعمليات الاستقلابية وأمراض القلب واضحة لدى الباحثين.

هناك كائنات تسمى (diurnal animals) وهي التي تعيش في النهار وتنام في الليل، وهناك كائنات (nocturnal) تنام في النهار وتنشط في الليل، والغريب أنّ إضاءة الليل المستمرة تعطل نوم الكائنات الأولى وتؤثر على بحث الكائنات عن الطعام عند الثانية، فكلاهما متأثر. نأخذ على سبيل المثال طائر من النوع الأول الذي يعيش في النهار وينام ليلا وهو الحمام المشهور من نوع (Columba livia)، فقد سُجِّلت ٩٣٪ حالة اضطراب في النوم عند هذا النوع من الحمام بمجرد نقلها من البيئة الطبيعية (LD 12،12) إلى بيئة ضوئية (LL) طوال اليوم وذلك بسبب نقص هرمون الميلاتونين عندها (٦٨)، فيتعطل نظامها البيولوجي الدائم بسبب وجود الضوء

الاصطناعي المتواصل. استمر الباحثون في دراستهم ووضعوا ظرفا ضوئيا آخر وهو (LD 3:3) فتبقى الإنارات مضاءة مدة ٣ ساعات ثم تطفأ مدة ٣ ساعات أخرى ثم تضاء ٣ ساعات وهكذا، بعد ذلك راقبوا تصرف الحمام عن طريق كاميرات الفيديو في الأربع وعشرين ساعة وذلك كل يوم، وراقبوا إغلاق أعينها في تلك الظروف المختلفة. الظلام هو العامل الأساسي للنوم، فقد لاحظوا أنّ العدد الأكبر منها لم ينم في الظرف (LD 3:3) فكان للضوء تأثير حاد عليها كما زعم أصحاب تلك الدراسة.

في دراسة أخرى، أظهرت القوارض التي تشمل السناجب والجرذان وما إليها في المناطق الاستوائية اضطرابا في تكاثرها وفي العمليات الاستقلابية والمناعية بناء على طول فترة اليوم خلال الفصول المختلفة. يعتمد التكاثر عند الطيور وطرح الريش أيضا على التغير الفصلي بناء على طول أو قِصَر اليوم. فيما يتعلق بالدورة القمرية، تَضبُط كثير من الحيوانات كالقوارض والخفافيش والحيوانات البحرية جدول بحثها عن الطعام شهريا فسبحان الخالق المبدع المنظم الذي جعل ضوء القمر متباينا لحكم عظيمة، وبغض النظر عن التغيرات الفصلية، هناك تغيرات معقدة بيولوجيا تطرأ على وظائف الجسم. ففي الطيور والقوارض والأسماك والإنسان مثلا يتذبذب تركيز الهرمونات الجنسية والأيْضيّة، ومع تطور الإضاءات الكهربائية منذ قرن من الزمان، تغير هذا التنظيم الزماني الدقيق فجأة على الإنسان والحيوان. يجب أن تتكيف الكائنات مع الخصائص الزمانية في بيئتها المحيطة لتعيش وتتكاثر بسلام ولنحميها من الانقراض الذي أصبح وشيكا لكثير منها. يمنع التغير في النظام الضوئي اليومي الغدد الصماء والنظام الحيوي العصبي من التحكم بالعمليات الفيسيولوجية تتبعها عواقب صحية وحتى اجتماعية. من أجل تلك المخاطر الصحية، عقَد المعهد الوطني لعلوم صحة البيئة (NIEHS) حلقة دراسية علمية لتبادل وجهات النظر وحرية المناقشة بتاريخ ١٤-١٥ سبتمبر ٢٠٠٦، وشملت مجموعة علماء لمواجهة المشكلة وفهم علاقة الضوء مع الحالة الصحية كالاكتئاب وسرطان البروستاتا وغيرها (٣٣).

بعد أن تأكدنا أنّ الضوء الخافت ليلا في غرفة النوم (و إن كان ٢ر٠ لكس ككثافة ضوء البدر) تزيد احتمالية حدوث السرطانات، فعلى الأمانات عدم تنصيب إنارات قرب المنازل حفاظا على صحة البشر، فمن يريد إنارة منزله من الخارج فيستطيع بكل سهولة فعل ذلك، لكن ليس على الدوام كإنارات البلديات القوية قرب المنازل.

الفصل الثالث

تأثيراته على البيئة

١. تأثيره في زيادة تلوث الهواء.

٢. تركيز غاز الأوزون في الهواء المحيط وفترة التعرض له.

٣. تأثيره على ظاهرة الاحتباس الحراري.

٤. أثره على التكلفة وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون.

- تأثيره في زيادة تلوث الهواء:

تلوث الهواء هو عبارة عن انبعاث أو زيادة في مركبات كيميائية أو مواد بيولوجية فيه، فتؤثر على صحة الإنسان ورئتيه وتجلب الصداع، إضافة إلى أنها تضر البيئة من حولنا. يعتبر الأوزون من ملوثات الهواء وهو مركب كيميائي مكون من ثلاث ذرات أكسجين، يتكون في وجود أكسيد النيتروجين. الضوء الزائد والمنتشر في السماء يسهم في زيادة تلوث الهواء ويحرم الناس من استنشاق هواء نظيف منعش أوقات الليل. في دراسة لعلماء في جامعة كلورادوا وقُدِّمت النتائج في الاتحاد الجيوفيزيائي الأمريكي في سان فرانسيسكو في ديسمبر عام ٢٠١٠ م، دلّت على أنّ التلوث الضوئي يتداخل مع تفاعلات كيميائية تنظّف الهواء أثناء ساعات الليل. في كل ليلة، تتكسر مركبات منبعثة من السيارات والمصانع وتَحوْل دون تحوّلها إلى دخان وأوزون عن طريق شكل من أشكال أكسيد النيتروجين يسمى نايتريت راديكال (nitrate radical; NO_3) حيث يعمل كمنظف كيميائي للهواء. يكون هذا المركب نشطا في الليل فقط، أما في وجود الإنارات الليلية فتصبح غير نشطة. تعمل أشعة الشمس على تكسير هذا المركب، أما أثناء الليل (إذا كان ليلا مظلما) فيبقى النايترايت راديكال ليحافظ على توازن الغازات السامة ومنها غاز الأوزون دون زيادة في عملية تنظيف كيميائية طبيعية، فتعمل إنارات المناطق السكنية الزائدة على تقليل وتثبيط النايتريت راديكال بالتالي تقل كفاءة هذا التنظيف بنسبة ٧٪ وتزيد من تلوث الأوزون نهارا في اليوم التالي بنسبة تصل إلى ٥٪ (١٨)، وذلك عن طريق قياس نسبة أكسيد النيتروجين وكثافة الضوء. يقول د. ستارك: "يتفاعل الأوزون الموجود في طبقات الجو السفلى ليلا مع ثاني أكسيد النيتروجين السام لإنتاج ثالث أكسيد النيتروجين. فحجم وخصائص هذا المركب الكيميائي -الذي لا يجب أن يتفاعل مرة أخرى- تسمح له بالتكسر بسهولة عن طريق الأضواء الزائدة ليلا إلى أوزون ونيتروجين، لذلك يصبح من الصعب إزالة غاز الأوزون نهارا، لهذا السبب يجب إطفاء الإنارة ليلا". ويتوقع د. ستارك أن تزيد نسبة الأوزون بمقدار ٥٪ أكثر من التركيز الذي يجب أن تكون عليه في عدم وجود إضاءة الليل المتوهجة وهي نسبة خطرة (٤٣). وبهذه الملاحظة اقترحوا أن يتم الاهتمام بظاهرة التلوث الضوئي في كل المدن وفورا، كاستخدام أقل مستوى للانارة عند الحاجة. وأضافوا أنه لن يتم التوفير اقتصاديا فحسب، بل بناء على دراستنا ستُحسّن من جودة الهواء". وفي بحث آخر للدكتور ستارك وآخرون نهاية عام ٢٠١١ في مجلة ناتشر جيوساينس، في عددها الرابع، أنّ نسبة الأوزون قد لا ترتفع في بعض المناطق الملوثة بالضوء لكنه وجد أنّ المنظف الطبيعي للهواء (نايتريت راديكال) ينقص بنسبة ٢ – ٣٪.

- تركيز غاز الأوزون في الهواء المحيط وفترة التعرض له:

• جيد - من صفر إلى ٠,٠٥٩ جزء في المليون ppm:

لن تؤثر على صحة الإنسان، ومع ذلك فإن هناك أبحاث جديدة تتوقع حصول تأثير صحي عند هذا التركيز. في بريزبن، أستراليا، أثبتت دراسة أنّ تركيز ٠,٠٣٠ جزء في المليون (ppm) من الأوزون كانت مرتبطة بوفيات كبار السن (96). أيضا، كانت هناك علاقة قوية بين تركيز ٠,٠٥٠ جزء في المليون والتعرض له مدة ٢٤ ساعة وبين التهاب الرئة (٩٧).

• متوسط - من ٠,٠٦٠ إلى ٠,٠٧٥ جزء في المليون:

التعرض لمدة ٨ ساعات للأوزون في هذا التركيز قد يضر الجهاز التنفسي عند الأشخاص الحساسين إذا قاموا بمجهود بدني في الهواء الطلق، فإنّ الإنسان يستنشق عند الجري مثلا أكثر بعشرين مرة تقريبا مقارنة باستنشاقه في حالة السكون، فترتفع نسبة غاز الأوزون في الرئة.

• غير صحي للأشخاص الحساسين - من ٠,٠٧٦ إلى ٠,٠٩٥ جزء في المليون:

قد يصاب الأطفال النشطين والبالغين والمصابون بأمراض تنفسية بسعال أو ألم عند أخذ نفس عميق، ويصابوا بقلة في النشاط الرئوي إذا قاموا بمجهود خارجي مدة ساعة واحدة.

- تأثيره على ظاهرة الاحتباس الحراري:

الإضاءة من أسرع العوامل التي تغير البيئة الطبيعية في عصرنا. انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون لحرق الوقود الأحفوري من أجل تشغيل الإنارات عامل رئيسي في عملية الاحتباس الحراري حيث يقوم هذا الغاز بحفظ حرارة الشمس في الجو فتزداد حرارة الجو. ولتوضيح الصورة، أُجري حوار مع د. عبدالله الوليعي بقسم الجغرافيا بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية قال فيه: «زادت نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي منذ بداية الثورة الصناعية في نهاية القرن الثامن عشر الميلادي. ويعتقد العلماء بأنّ زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون تتسبب في تسخين الجو greenhouse effect، لأنّ ثاني أكسيد الكربون يسهم في تفعيل ظاهرة البيت الزجاجي". وفي سؤال عن عواقب

التسخين الحراري قال: "أكثر آثار التسخين الحراري خطورة هي الارتفاع العالمي في مستوى سطح البحر بمقدار متر إلى خمسة أمتار مما سيهدد الناس الذين يعيشون قرب السواحل". وفي شرح لظاهرة الاحتباس الحراري يقول د. الوليعي: "يسمح البيت الزجاجي بمرور ضوء الشمس من خلال سقفه وجدرانه الزجاجية، فتسخّن أشعة الشمس النباتات وغيرها من الأشياء الصلبة داخل البيت الزجاجي، وتلك بدورها تسخن الهواء، وبما أنّ البيت الزجاجي مكان مغلق، فلا يستطيع الهواء الدافئ الافلات، ومن ثم يزداد الدفء في الداخل، وتحدث عملية شبيهة بذلك إلى حد ما في الغلاف الجوي للأرض حيث يمر ضوء الشمس خلال الغلاف الجوي الشفاف ويؤدي إلى تسخين الأرض والمحيطات، ويصبح الغلاف الجوي السفلي دافئا بسبب ملامسته للأرض والمحيطات الدافئة". وذكر أنّ غازات الاحتباس الحراري مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وبخار الماء وغيرها التي تحافظ على الدفء تمتص بعض الحرارة ثم تطلقها مرة أخرى بعد ذلك في الغلاف الجوي، مما يجعل المناخ أكثر دفئا مما كان يمكن أن يكون عليه. وقال أنّ في أواخر الثمانينات كانت هناك زيادة مرتفعة في مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وعلى مدى مئات آلاف من السنين كان هناك توافق وثيق بين ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وبين متوسط درجة الحرارة على كوكب الأرض، وقد زاد مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون ووصل إلى ٢٨٠ جزءا في المليون في ثمانينات القرن التاسع عشر، وفي عام ٢٠٠٧ م وصل إلى ٣٧٩ جزءا في المليون والسبب وراء تلك الزيادة المفاجئة يعود إلى زيادة حرق الوقود الأحفوري (الفحم الحجري والنفط والغاز) منذ بداية الثورة الصناعية (72). أخطر نسبة يخاف منها العلماء هي ٤٥٠ جزء في المليون. (انظر جدول ٥ في فصل الحشرات).

في أمريكا مثلا، ٦٪ من كل ٤ مليون ميقا واط ساعة من الكهرباء تستخدم في الإضاءة الخارجية، و٣٠٪ منها تهدر على صورة تلوث ضوئي تعطي ٧٢,٩ مليون ميقا واط ساعة من الكهرباء وبتكلفة ٦,٩ بليون دولار أمريكي سنويا (٢). تنتج هذه الطاقة الغير مستخدمة ٦٦ مليون طن متري إضافي من ثاني أكسيد الكربون. عندما وجدوا هذه الإحصائيات المدروسة، تداركوا الأمر وأسَّست بعض المنظمات هناك دستورا خاصا للتلوث الضوئي. إزالة التلوث الضوئي (و هي فقط هذه الزيادة من الطاقة الغير مستخدمة) ستكون تماما كإزالة ٩,٥ مليون سيارة من الطرقات، وستقل هذه الملايين من الأطنان الغازية الكربونية. هذه اعتقادات العلماء في الماضي وكانت اعتقاداتهم صحيحة وهم يتوقعون أسوأ من ذلك في السنين القادمة إذا استمرت الدول على حالها، وقد تحركت دول كثيرة في التقليل من التلوث الضوئي ولكن بقينا نحن نشك في كلام العلماء وفي الناحية الأخرى

نتعجب من ارتفاع زيادة الحرارة هذه السنين. قامت بعض الدول بتقليل هذا التلوث من أجل التخفيف من هذه الظاهرة وقد استبدل الكثير السيارات بالدراجات. ذكر البروفيسور ديفيد باربر من جامعة مانيتوبا أنّ ظاهرة الاحتباس الحراري في تزايد بشكل غير متوقع وأنّ القطب الشمالي سيصبح خاليا من الجليد في نهاية القرن الحادي والعشرين وستزداد الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و٢٠٣٠ على نحو غير مسبوق. جاء ذلك في مشروع بحث قام به ٣٧٠ عالما من ٢٧ دولة بقيادة البروفيسور باربر (٤٧). وفي تحليل للوكالة ناسا أنّ بين عامي ١٩٩٣ و٢٠٠٩، وعلى مدى ١٧ عاما، اختفت ١٤٠٠ كيلومتر مكعب من طبقات الجليد بسبب الذوبان وهي تمثل ٣٢٪ من تلك الطبقات الجليدية (٤٨).

قامت جامعة (آر إم آي تي) في ملبورن بأستراليا بوضع بخطة مدروسة وذلك من أجل تقليل نسبة هذه الغازات الضارة بمعدل ٢٥٪ بحلول عام ٢٠٢٠ وذلك عن طريق تقليل استهلاك الطاقة، وقد تعاونت الجامعة مع حكومة ولاية فكتوريا لتخفيف الانبعاث وذلك بتنفيذ عقد لأداء الطاقة (energy performance contract; EPC)، وقد أقر فريق العمل (think green team) بخطورة التلوث الضوئي الناجم عن الإنارات الخارجية ويدعمون تقليل التلوث الضوئي وأن الجامعة تدعم الأحداث البيئية كحملة ساعة الأرض لتحفيز الناس على إطفاء الإنارات الغير ضرورية والإنارات التي تضاء في غير وقتها وحفظ الطاقة.

نعتمد في المملكة العربية السعودية على النفط في إنتاج الطاقة ونعتمد اعتمادا كليا على السيارات كوسيلة نقل ونعتمد أيضا على الإضاءات إلا أنها في كثير من الأحيان أقل أهمية من النفط والسيارات وأقل أهمية من استخدام الأجهزة الكهربائية المختلفة، وكل هذه الأساليب تبعث كميات ضخمة من غازات الاحتباس الحراري، ولو كانت لا تقل أهمية عن جميع تقنيات العصر لما فكرت الدول في التخفيف من التلوث الضوئي.

في مقال للدكتور حسن باصرة –رئيس قسم علوم الفلك والفضاء بجامعة الملك عبدالعزيز بجدة- بعنوان «أخطاء بشرية وراء التغيرات المناخية»، ذكر أنّ التغيرات المناخية عامة وليست مقتصرة على بلد معين داعيا إلى الاهتمام بالبحوث ذات الصلة، وشدد على أنّ هذه التغيرات حدثت بسبب النشاطات السلبية للبشر. وقال: « إنّ من المهم تعريف المواطنين العاديين بالعوامل التي تؤثر على المناخ حتى يتجنبوا الأنشطة التي تؤثر بصورة سلبية وتسرع من عملية حدوث التغيرات الحادة»، وأعتبر أنّ البحوث التي ناقشت هذا الموضوع حتى الآن ليست كافية (٧٠). وفي سؤال عن الاستقرار المناخي في

بعض المناطق، قال «ليست هناك مناطق مستقرة وأخرى تواجه التغير، كلها تمر بمراحل التغير المناخي». وفي استبيان قمت به، سألت بعض رعاة الإبل عن الفرق بين هذه الأيام وقبل عقود من الزمان، فقالوا أنّ الحر اللاذع في صيف السنين القليلة الماضية مَنعَهم من رعي الإبل في النهار، بينما كانوا يرعونها نهارا قبل أنْ تأتي الإضاءات الكهربائية وقبل أن يتفشى الكهرباء في كل مكان. أعلن الاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة بتاريخ ٢٦ أكتوبر ٢٠١١ أنّ الدب القطبي Ursus maritimus مهدد بالانقراض (vulnerable) بسبب تغير المناخ، وعلينا أن نقوم بتقليل استهلاك الطاقة من الوقود الأحفوري بالتالي تخفيف غازات الاحتباس الحراري.

عرفنا كيف يزيد التلوث الضوئي من كارثة الاحتباس الحراري، لكن ارتفاع الحرارة بحد ذاتها ليست المشكلة الوحيدة فقط، بل هناك كوارث أخرى تحصل جراء ارتفاع غاز ثاني أكسيد الكربون. ففي ساحل المحيط الهادئ، ازدادت حموضته عندما امتصت ثاني أكسيد الكربون الصادر من المصانع و السيارات و حرق الوقود الأحفوري، فقل الكالسيوم الهام للشعاب المرجانية، و قد قلت هذه الشعاب بنسبة ٢٠٪ في جميع المحيطات و قد يندثر ماتبقى منها قريبا، كذلك لا تستطيع العوالق كالقشريات بناء قشورها و قد لاحظ العلماء نقصان العوالق في المحيطات أيضا، و أنّ التلوث الضوئي يؤثر على أعدادها كذلك. عند ذوبان الجليد بسبب غازات الاحتباس الحراري يقل ذلك من تنفس المحيطات و بالتالي نقص الأكسجين، فقد وجد علماء أنّ الأكسجين قد نقص بمعدل ٢٢٪ في سواحل المحيط الهادئ و وجدوا أمرا مروعا و هو وفاة أعداد هائلة من الأسماك و السلطعونات و كائنات أخرى وكان السبب نقص الأكسجين. تهاجر بعض الأسماك إلى السواحل التي لديها نسبة أكسجين أعلى، لكن هناك كائنات عديدة أخرى لا تستطيع الحراك فتواجه هذا الخطر المحتوم، كل ذلك بسبب الاحتباس الحراري و انتاج غاز ثاني أكسيد الكربون بسبب سلوك البشر، و وجد العلماء كذلك اختفاء المرجان في البحار. لا تنمو صغار الأسماك بشكل جيد في البحار التي تشبعت بثاني أكسيد الكربون. لقد كنا السبب وراء تدهور نظامنا البيئي و البحري و لايمكننا تعويض كل ما حصل، و علينا اتخاذ إجراءات لحلها الآن، فقد ندفع نحن و الكائنات الثمن إذا لم نسرع في حل المشكلة.

- أثره على التكلفة وانتاج غاز ثاني أكسيد الكربون:

http://www.britastro.org/dark-skies/calculators.html

تستطيع عن طريق هذا الموقع حساب التكلفة لأي عدد من الإنارات وبالرقم الذي تريد وبعدد الساعات التي تبقى فيها الإنارة مُضاءة. ستجد أنها تبعث آلاف الكيلوجرامات من غاز ثاني أكسيد الكربون في وقت قصير (٢٠٠٠ طن تقريبا كل عام من

١٠٠٠٠ إضاءة). تخسر أمريكا الشمالية بليون دولار من الضوء الساطع في السماء فقط (١٢). وفي إحصائية أخرى أنّ الولايات المتحدة الأمريكية تخسر أكثر من ٤ مليار ونصف سنويا في تلوث الضوء، وليس في الضوء المرغوب فيه. لم أجد مع الأسف إحصائيات في السعودية ونحن بحاجة لهذه الدراسات. يستهلك الضوء الاصطناعي ١٩٪ من إجمالي الكهرباء وهي مسؤولة عن إنتاج ١٩٠٠ طن متري من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا وهو المسؤول عن ظاهرة الاحتباس الحراري مع الغازات الضارة الأخرى كالميثان وأكسيد النيتروز والأوزون. قامت وكالة الطاقة العالمية بحسابات دقيقة جاء فيها أنّ الاستخدام الأمثل لما يسمى (least life-cycle cost) كحلّ للإضاءة سيقلل من استهلاك الكهرباء إلى عام ٢٠٢٠ م بمعدل ١٣١١ تيرا واط ساعة وسيقل ٧٦٣ طن متري من انبعاث ثاني أكسيد الكربون سنويا (٣). يستخدم الوقود الحفري في إنتاج الكهرباء عن طريق حرقه واستخدام بخاره لإدارة المولدات الكهربائية، إلا أنّ من أشهر سلبياته انبعاث غازات ضخمة تحبس الحرارة وقد لوحظ هذا في الآونة الأخيرة. لن أنسى الكلمة الجميلة التي قالها ولي العهد صاحب السمو الملكي الأمير نايف بن عبدالعزيز آل سعود ونشرت في الصحف في الثامن من فبراير عام ٢٠١١ : "الشباب السعودي قادر على تحقيق إنجازات نوعية تخدم اقتصادنا الوطني"، فهذه محاولة مني لخدمة اقتصاد وطننا الغالي. ومن أساليب التوعية الجميلة والحثّ على الترشيد في الاستهلاك الضوئي، هناك عبارة في إيصالات الصراف الآلي: "ترشيد استهلاك الكهرباء مطلب ديني ووطني".

ذكرت إحدى جمعيات الإضاءة أنّ ١٥٠ واطا لإضاءة أمن كافية جدا، لكننا نستخدم واطات أقوى من ذلك تصل إلى ٤٠٠ واط وأكثر دون حاجة ماسة حتى أنك لا تستطيع رؤية مصدر الإنارة لثواني قليلة لأنك ستصاب بعمى مؤقت بسبب الوهج photopigment bleach وعلينا وضع إنارات أقل قوةً وعددا حتى تكون مناسبة للرؤية دون زيادة. نوقشت قضية إطفاء الإنارات بعد منتصف الليل في الطرقات في بريطانيا لأنّ هناك طرقا كثيرة لا توجد بها إنارات ولم يتأثر السائقون، وفي هذا العمل توفير كبير للمال والطاقة، ونتمنى أن نقوم بدراسة من هذا النوع في السعودية.

-عند ترك إضاءة بقوة ١٠٠٠ واط مدة ١٢ ساعة كل ليلة فإنها تبعث ٣,٥ طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا.

-عند ترك إضاءة بقوة ١٠٠ واط مدة ١٢ ساعة كل ليلة فإنها تبعث ٣٥٠ كيلوجرام من ثاني أكسيد الكربون سنويا.

الـــفـــصـــل الـــرابـــع

تأثيره على التنوع الحيوي

١. معلومات عامة حول تأثيره على الكائنات.

٢. العلاقة بين الفريسة والمفترس والأضواء الاصطناعية في الليل.

٣. تصوير في الظلام الدامس لأول مرة.

٤. الوزغ والحشرات حول الإنارات الفلوريسينية (التأثير الأكبر).

٥. الثديات الطائرة والحشرات حول إنارات الحدائق في السعودية.

٦. تأثير الضوء على حركة المتعضيات.

٧. انجذاب صغار السلاحف.

- معلومات عامة حول تأثيره على الكائنات:

تختلف استجابة الكائنات للضوء بسبب التركيب التشريحي والفيسيولوجي لنظام الرؤية والعين بما فيها البؤبؤ ونوع العدسات وعدد الخلايا العصوية الحساسة للضوء في الشبكية. للكائنات الليلية بؤبؤ كبير ليسمح بدخول كثافة أكثر للضوء ولديها عدسات أكبر للتقليل من الزيغ الكروي (و هو زيادة في انكسار الضوء الساقط على العدسة) وعددا كبيرا من الخلايا العصوية التي تعمل في كثافة ضوء خافتة جدا. لدى كثير من الكائنات الليلية عدد قليل من الخلايا المخروطية (التي تعمل في وجود إضاءة مبهرة). لا توجد خلايا مخروطية في شبكية كلا من الخفافيش والمُدرّع (أو الأرمديللو وهو حيوان ثديي). تصاب الكائنات الليلية التي لديها خلايا مخروطية قليلة بعمى مؤقت (photopigment bleach) عند تعرضها لكثافة ضوء عالية (حتى كثافة الضوء التي تعادل كثافة ضوء الشفق كافية لفعل ذلك التأثير على الكائنات الحساسة) وذلك لأنّ الخلايا العصوية تكون متشبعة بالضوء فتصبح عديمة الاستجابة (٣٨)، لهذا جعل الله منازل ضوئية للقمر، فيختفي تماما في بعض الليالي حتى تواصل هذه الكائنات الحساسة جدا حياتها. قد تقاوم بعض هذه الكائنات هذه الظاهرة بتقليص حجم البؤبؤ لكنها حماية مؤقتة فقط من التأثير الأعمى للضوء.

يتأثر مأوى الطيور والحيوانات سلبا بإضاءة الليل. ظلام الليل عامل جوهري في تطور الفقاريات التي أصبحت مهددة بالتلوث الضوئي، حيث يشكل هذا التلوث خطرا على التنوع الحيوي (biodiversity) من خلال تغير العادات الطبيعية الليلية للكائنات كالتكاثر وهجرتها اليومية والفصلية، ويشكل الإنسان أكبر عامل في نقصان واضطراب هذا التنوع، لأن أكثر الكائنات على سطح الكرة الأرضية هي الكائنات ليلية المعيشة. يمكن أن تنشط بعض مفترسات النهار تحت إضاءة الليل الساطعة فيزداد الضغط على الفرائس الليلية وهذا عدم توازن بيئي. الضوء الليلي من دواعي التضييق على الكائنات بسبب تأثيره على مواد جوهرية في دورة حياتها. لقد تأثرت هجرة الطيور واضطربت مقدرتها على قيادة السرب أثناء الهجرة بسبب الضوء الصناعي الليلي لأنها تهتدي بأبراج النجوم وأشكالها وترتيبها في هجرتها وهناك أبراج نجمية كثيرة مختفية تماما مع التلوث الضوئي. قال تعالى في سورة النحل: ﴿ وَعَلامَاتٍ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ (١٦) ﴾، وقال تعالى: ﴿ أَمَّنْ يَهْدِيكُمْ فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ... ﴾، وذلك عن طريق الدلائل السماوية وهي النجوم بضوئها الباهت، فالهداية ليست للبشر فحسب بل للطيور أيضا، حتى الميلاتونين له دور

في هجرة الطيور وتوجيهها (٢٨). كنت ألاحظ طيورا أستاذة في التغريد (من الطيور الجواثم) تشبه السِّسْكن من النوع Carduelis magellanica حيث كانت منتشرة ومع الأسف قلت أعدادها هذه الأيام (صورة ١٧).

في مقال نشر من جمعية البيئة الأمريكية قيل فيه: «لقد عطلت إنارات الليل أسلوب نظام طبيعة النهار والليل»، فالوهج الزائد منع الكائنات من البحث عن الطعام وتصرفاتها الطبيعية، وقد بدأ البيولوجيون بدراسة أثر الضوء الليلي على تكاثر اليعسوب التي هي إحدى أسرع الحشرات في العالم والتي تقتات على حشرات أخرى مضرة على الإنسان كالبعوض. وفي مقال من موقع (نيو سيانتيست) جاء فيه أنّ اليعسوب يُجذب إلى الأضواء الليلية، فإذا وضعت الأنثى البيض في هذه الأماكن الملوثة بالضوء ستقل كثيرا احتمالية فقسها ويعتقد العلماء أن يؤثر هذا حتى على السلسلة الغذائية (food chain) وعند اضطراب هذه السلسلة ستتأثر سلبا كل الكائنات الحية. في الثاني من أكتوبر عام ٢٠٠٩، ذكر الاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة (IUCN) أنّ ٤ أنواع من اليعسوب منقرضة، و٥ أنواع منها في خطورة انقراض قصوى، و١٣ نوعا مهدد بالانقراض، و١٣ نوعا أخرى عرضة للانقراض، و٢٧ نوعا يمكن أن تكون عرضة للانقراض.

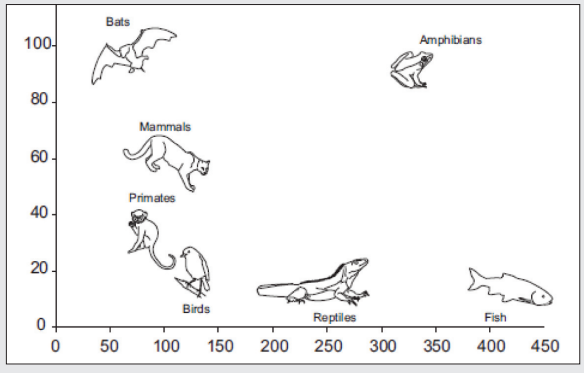
لقد تناقصت أعداد البرمائيات كالضفادع في هذا الزمان بسبب عدم تأقلمها على دورة النهار والليل، فجلدها نافذ ولا تتحمل إضاءة الليل. وقد اقترح الباحثون بعد أن أُذهلوا من النتائج أن يبدأ كل المتخصصين في عمل بحوث حول التلوث الضوئي وبأسرع وقت واعتبروها حالة طارئة يجب علاجها. هناك إضاءات تبعث إشعاعات في أطوال موجية مختلفة ومنها الطول الموجي الأزرق الضار، فالضوء المتوهج يمكن أن يدمر شبكية الكائنات الليلية التي تعيش في الأشجار والقريبة من مصدر الضوء وقد تصاب بالعمى، حتى البوم والوطواط معرضة لهذه المخاطر (٢٣). تعتمد هذه الكائنات الليلية على حلول الظلام كي تبدأ حياتها، وقد يعطل الضوء ليلا النظام الفسيولوجي عند هذه الكائنات، فتعطيلها عن حياتها يضع استفهاما ضخما بيئيا ودينيا لأنّ الواجب على المسلم النوم ليلا وإطفاء المصابيح.

صورة ١٧: طائر السِّسْكن Carduelis magellanica المغرد الشبيه بالطائر الجاثم الذي كان منتشرا في المنطقة الجنوبية من السعودية (Courtesy photo: Lou Hegedus).

اعلم أنّ هناك كائنات تهاجر هجرة عمودية يومية بين طبقات البحر المختلفة صغيرة جدا لا ترى بالعين المجردة وتعتبر غذاءً للأسماك.

هل تعلم أنّ هجرة الكائنات مهمة جدا في بقائها على قيد الحياة واستمرار عملية تكاثرها! وهل تعلم أنّ التقويم القمري أساسي لدى أسماك كثيرة؟! يصبح سمك الأنقليس أو الجِريِّث (eel) حَذِرا عندما يتعرض لأي ضوء، فيوقف هجرته وحركته عندما يقوى نور القمر، ولك أن تتخيل ماذا ستفعل الإضاءات الساحلية بها وبغيرها. عندما يولد القمر، يزداد تركيز هرمون الثايروكسين في بلازما أسماك السلمون فيحثّ هذا الهرمون الأسماك على الهجرة. تهاجر كثير من اللافقاريات البحرية كل يوم وكل ليلة في هجرة تسمى بالهجرة العمودية اليومية لأنها تحصل في النهار والليل صعودا ونزولا في طبقات البحر، فتصعد تلك اللافقاريات إلى منطقة (epipelagic zone) في الليل وهي المنطقة من سطح البحر إلى عمق ٢٠٠ متر، وتنزل إلى منطقة (mezopelagic zone) في النهار وهي المنطقة من عمق ٢٠٠ متر إلى عمق ١٠٠٠ متر، وكل هذا يعتمد على مراحل القمر. تتجنب بعض أنواع الكائنات البحرية المجهرية وأسماك القُريدس سطح البحر (pelagic zone) استجابة لأي كثافة ضوء حتى لو كانت أقل قوة من نور القمر مثل مرحلة التربيع الاول (أي أقل من ٠,٠١ لكس) وهذا يعني أنها شديدة الحساسية لأي نور (٢٨).

لقد حَرَم الإنسان هذه الكائنات المطر بسبب الذنوب، ولولا هذه الكائنات لما مطرنا، وكما جاء في الحديث الموقوف على أبي هريرة -رضي الله عنه- أنه سمع رجلا يقول إنّ الظالم لايضر إلا نفسه، فقال أبو هريرة: «بلى والله حتى الحباري لتموت في وكرها هزلا لظلم الظالم». قال مجاهد: إنّ البهائم تلعن عصاة بني آدم إذا اشتدت السنة وأمسك المطر، وقال عكرمة: دواب الأرض وهوامها حتى الخنافس والعقارب يقولون: منعنا القطر بذنوب بني آدم». فكيف بنا وقد دمر الضوء الذي من صنعنا بيئتها وقتل العديد منها؟!



شكل ٦: كان ظلام الليل عامل أساسي في تطور الفقاريات عبر ملايين السنين (المحور السيني)، فكان هناك تنوع للكائنات ليلا (المحور الصادي) وهي الآن مهددة بكثرة الإنارات في كل مكان وبسبب أخطارها التي لايمكننا تنبؤها (5).

-العلاقة بين الفريسة والمفترس والأضواء الاصطناعية في الليل:

يجب أن تعيش كل الكائنات التي خلقها الله عز وجل في توازن، وهناك حكمة من ذلك، علمها من علمها وجهلها من جهلها (شكل ٦). لقد جعل الله تعالى لدى الكثير من الفرائس طرقا لحماية نفسها حتى لا تكون عرضة للانقراض، فهناك التمويه عن طريق الألوان camouflage أو التخفي، وهي طريقة توازنية حتى لا يزداد خطر الافتراس عليها فتتوازن الكائنات. هناك طريقة أخرى لهذا التوازن وهي العلاقة بين الفريسة والمفترس بناء على تغير كثافة نور القمر طيلة الشهر، فأي خلل في تلك السلوكيات يعرض الكثير من الكائنات لخطر الانقراض في وقت قصير. قام الباحثون بتجربة لمعرفة تأثير الأضواء الخافتة، وافترضوا ما سيحصل للكائنات الليلية إذا كان القمر بدرا على الدوام ولم يكن هناك أضواء كهربائية أبدا، فقاموا بوضع إنارتين في مناطق مختلفة، الأولى بنفس كثافة القمر في مرحلة التربيع الأول وهي ٠,١ لكس وأخرى بكثافة ٠,٣ لكس وهي كثافة القمر ليلة البدر دون أن تتغير هذه الكثافة وباستمرار. وجدوا أنّ القوارض الليلية تقلل نشاطها وتقلل من تناولها للطعام في كلتي الكثافتين لأنّ تلك الكثافة الضوئية تزيد تجمع مفترساتها فتبقى هذه القوارض قريبة من جحرها خوفا من هذه المفترسات، وفي هذا ازدياد خطير لعملية الافتراس قد نتنبأ حصوله عند كثير من الكائنات. بسبب عدم التوازن هذا، تتخذ بعض هذه الفرائس قرارا قهريا لقلة الطعام لديها فتبحث عن الطعام وهذا يعرضها لخطر افتراس كبير كما حصل مع حيوان النيص (الشيهم) من نوع Hystrix indica، وبقيت كائنات أخرى في المأوى على حساب نقص وزنها حتى لا تُفترَس، وحصل ذلك عند القوارض من نوع Phyllotis darwini. تغير كثافة القمر (في المناطق الخالية تماما من التلوث الضوئي) هو توازن دقيق للعلاقة بين الفريسة والمفترس حتى أنّ بعض هذه الكائنات تقوم بأخذ الطعام إلى جحرها إذا ازداد نور القمر خوفا من المفترسات وتستهلك كمية من الطعام في الليالي المظلمة (بداية الشهر القمري)، فكيف بإناراتنا وهي أقوى بمئات المرات من نور القمر. في المناطق الطبيعية، تعتبر بداية الشهر القمري فرصة لهذه الكائنات لتبحث عن الطعام بسبب قلة مفترساتها في هذه الفترة، والعكس عندما يكون القمر بدرا. لدى معظم السناجب من عائلة Sciuridae عدد كبير من الخلايا المخروطية في شبكية أعينها، فهي تنام الليل لقلة خلاياها العصوية، أما وجود الإنارات فسيزيد تجمع مفترساتها قرب الأشجار التي تنام فيها السناجب ويعتقد العلماء أنّ معدل السناجب سينقص كثيرا (٣٨). من الثديات التي قد تتأثر بسبب التلوث الضوئي الليلي عن طريق اضطراب العلاقة بين الفريسة والمفترس هو النمس أبيض

الذنب White-tailed mongoose واسمه العلمي Ichneumia albicauda الموجود في المنطقة الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية وهو حيوان متخفّ ومعروف لدى الكثير وقد لا نعرف أيّ فائدة من هذا الحيوان الليلي، فهو يقتات على الحشرات والثعابين والسحالي والفئران، فيقوم بتوازن أعداد كائنات قد يكون في ازديادها خطر على البشر والبيئة (صورة ١٨).

صورة ١٨: النمس أبيض الذنب حيوان ليلي معروف لدى سكان المنطقة الجنوبية الغربية في السعودية، يسمى بالعامية السَّبْسُوْب (130)
Right photo: Mary-Ann Golding. Left photo courtesy: predator conservation trust. Photo: Tanya Trevor Saunders.

يجب على المسلم إزالة كل ما فيه ضرر، فيجوز قتل الكائنات التي تضرنا، وهناك خمس دواب تلحق الضرر بالإنسان وهي الغراب الأبقع والحدأة والعقرب والفأرة والكلب العقور، وسميت فواسق لفسقهن وخروجهن لما عليه سائر الحيوان لما فيهن من الضرر، وقد قال الإمام مالك: «كل شيء لا يعدو من السباع مثل الهر والثعلب وما أشبهها فلا تُقتَل (١١٢). لا يعني هذا أننا نذهب إلى البيئة الأصلية لهذه الدواب الخمس ونقتلها، فهي تقوم بدور في بيئاتها الطبيعية بعيدا عن الإنسان، فجواز قتلها هو بسبب ضررها عندما تكون حولنا أو في مسكننا أو أثناء صلاتنا أو في المكان الذي نتواجد فيه.

من الأمور المثبتة بالتأكيد أنّ العلاقة بين الفريسة والمفترس تعتمد على الضوء الطبيعي (و هو ضوء الشمس والقمر والنجوم)، فمثلا تقل عملية البحث عن الطعام إذا ازداد نور القمر عند الفئران والخفافيش آكلة الفواكه وطيور النَّوء وحتى العقارب من النوع (Buthus occitanus)، فكيف بالإنارة التي من صنع الإنسان؟! تتخذ كثير من الحيوانات قرارا بناء على قوة نور القمر إما بالبحث عن الطعام أو المكوث في المأوى لتحمي نفسها من المفترسات، وهذا نوع من التوازن البيئي. ماذا تعتقد أن تفعل ديمومة الضوء الليلي بها؟! فرس البحر مثال آخر، فإنّ معدل اصطياده للفرائس يتغير تغيرا مذهلا، ليس ذلك فحسب بل حتى فرائس فرس البحر. أدى نقصان أعداد فرس البحر من نوع

Hippocampus reidi إلى تصنيفها عام ١٩٩٦ على أنها عرضة لخطر الانقراض وأعيد تصنيفها عام ٢٠٠٣ على أنه لا تتوفر معلومات كافية عنها (DD; data deficient) وبحاجة لمزيد من الأبحاث لحمايتها من الانقراض. تؤدي كثافة وكثرة إضاءات الطرقات إلى تغير في حياة وتكاثر الحشرات الهامة والخفافيش، ليس نوعا واحدا بل العديد منها (٢٨). تقلل الضفادع من نداءاتها عندما يكون القمر بدرا، فيكون ذلك بمثابة حماية لها من أن تكتشفها المفترسات الأخرى فيقل عليها خطر الافتراس (٦٠)، والعكس عندما يكون القمر محاقا، فوجود أضواء دائمة يقلب هذا الميزان البيئي. من الحكمة أن جعل الله شدة إضاءة القمر مختلفة ليليّا إلى أن يكون محاقا وبعدها إلى أن يصبح بدرا وهكذا، ففي هذا التعاقب توازن في النظام الحيوي عند كل الكائنات. كيف لو كان القمر بدرا في كل الليالي، هل ستنسجم تلك الكائنات؟! قال تعالى: ﴿ وَالْقَمَرَ قَدَّرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّى عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (٣٩) ﴾، فيطلع القمر في أول ليلة من الشهر ضئيلا قليل النور، ثم يزداد نورا في الليلة الثانية، ويرتفع منزلة، ثم كلما ارتفع ازداد ضياء، وإن كان مقتبسا من الشمس، حتى يتكامل نوره في الليلة الرابعة عشرة، ثم يشرع في النقص إلى آخر الشهر. تستخدم أنواع كثيرة من الكائنات البرية والبحرية مستويات الضوء المختلفة لتنظيم استقلاباتها الكيميائية الحيوية ونموها وسلوكها، ويمتد تأثير الضوء إلى كيلومترات عديدة من مصدر الضوء على المتعضيات (٦١).

ليس من المفيد أبدا وضع إنارات بأطوال موجية عديدة خاصة في البيئة التي تتواجد فيها كائنات ليلية. إنارات الصوديوم قليل الضغط ذو الطول الموجي الأصفر (٥٨٩ نانومتر) الوحيد قد يخفف قليلا من احتمالية اضطراب الكائنات، لأنّ ذروة حساسية الخلايا العصوية تكون عند الطول الموجي ٤٩٦ نانومتر، فعدم وجود الإنارات هو أفضل الحلول لهذه المعضلة البيئية إذا لم تكن هناك حاجة ماسة للإنارة.

حتى الضوء الباهت يحاكي ضوء القمر، فترتبك حياة كثير من الكائنات، ويحصل هذا ليليا.

-تصوير في الظلام الدامس لأول مرة:

قامت قناة ناشنال جيوغرافك أبو ظبي بعرض فيديو فريد من نوعه، فقد صوروا عالما مجهولا وهو الليل كما لم نراه من قبل حيث تخترق أحدث آلات التصوير الظلام الدامس فنشاهد الأسود وهي في أقصى نشاطها في هذا الظلام حيث تجري معظم نشاطات الأسد في الليل. «عن طريق الكاميرات الجديدة، لاحظوا أنّ الأسود لا تنتظر الفريسة حتى تصبح قريبة منها بل تطاردها. في الظلام، تحدد موقع ضحاياها عبر الرائحة

والصوت. في الظلام الدامس، لا ترى الفرائس الأسود. حين تتعقب الأسود هدفا فإنها لا تستخدم عيونها إلا في اللحظة الأخيرة وهي عملية صيد نموذجية. لم يكن التقاط تلك الصور ممكنا إلا بفضل تقنية التصوير الليلي الجديدة. كانوا يستخدمون الأضواء الكشافة سابقا حيث مكننا ضوئها القوي من تعقب الحيوانات ولكن الإنارة القوية مكنت الحيوانات من رؤية بعضها بعضا، ثم غيروا السلوك الذي كانوا يحاولون تصويره، لكن من دون الضوء لا ترى آلات التصوير التقليدية شيئا حتى لو كان القمر بدرا، وقد أمتلك المصورون الآن وسيلة تجعلهم يرون في الظلام. أدت ١٥ سنة من التطوير إلى ابتكار آلة تصوير تظهر عالم الليل بالتفصيل وهي كاميرا ستار لايت starlight وتعني ضوء النجوم". ترى الأسود والضواري المتكيفة مع الليل في الظلام أقوى بست مرات من أعيننا، حيث ترى المسافة التي نرى إليها في النهار، فسطوع الشمس أشد بمائة ألف مرة من سطوع ضوء القمر. "في ليلة البدر، يكون ضوء القمر ساطع مثل ضوء الشمس بالنسبة إليها" (و هي كثافة ٠,٢ لكس تقريبا). يحتاج البشر إلى مناظير الرؤية الليلية لكي يسيروا في الظلام. المشكلة هي أنّ الليالي المقمرة تتكرر مرات قليلة فقط في الشهر. معظم الليالي أشد ظلمة ولا تضيئها سوى النجوم. تواجه العين البشرية صعوبة بالغة في الرؤية إذا لم تحظى بمساعدة، لكن كاميرا ستار لايت تستطيع أن تظهر هذا العالم المخفي. في هذه الليالي، الظلام دامس إلى درجة أنّ القرود التي تملك عيونا مثل عيوننا تقضي الليل في الأشجار لأنها لا ترى مفترساتها. أحيانا تخفي طبقة سميكة من الغيوم النجوم ويختفي الضوء نهائيا. يتطلب هذا آلات تصوير ومعدات إضافية. في هذا السواد، لا تعمل مناظير الرؤية الليلية إلا مع الأشعة تحت الحمراء. لا تستطيع الضواري والفرائس أن ترى الأشعة تحت الحمراء، فتتيح آلة التصوير بالأشعة تحت الحمراء بأن نرى كيف يجعل الظلام الحيوانات شبه عمياء»، وهذا من التوازن بين الفريسة والمفترس. «هناك آلات تصوير حرارية عالية الدقة تتيح التصوير إلى مسافات بعيدة تبلغ ٨ كيلومترات، حيث تكتشف الحرارة الصادرة من أجساد الحيوانات الحية. لم يسبق لصانع أفلام أو عالم أن سجل هذا المشهد غير المسبوق للعالم الطبيعي في الليل»، ولكن كانت هناك محاولات عديدة حول دراسة حياة الكائنات في كثافة ضوء أقل بكثير من كثافة ضوء النجوم كما سيأتي. «عن طريق تلك الكاميرات، أستطاعوا تعقب ومشاهدة الساعات الأشد نشاطا في حياة الأسود، حيث تفضل الأسود الصيد في الظلام. عند ظهور ضوء القمر ترى الفرائس الأسود، فعلى هذه الضواري أن تصطاد في الليالي الأكثر ظلمة» National Geographic Abu Dhabi. هذا دليل على عظمة وأهمية ظلام الليل في توازن الحياة الذي ذكره الله تعالى في القرآن الكريم.

- الوزغ والحشرات حول الإنارات الفلوريسينية (التأثير الأكبر):

لقد لاحظت انجذاب حشرات كثيرة حول الإنارات الفلوريسينية خارج المنازل كاليعسوب وغيرها، فتتوقف نشاطاتها الليلية الهامة وتؤكل عن طريق الوزغ، وهذا يؤدي إلى نقص في الحشرات الهامة وارتفاع غير مرغوب في أعداد الوزغ الجائز قتله، وفي اعتقادي أنّ هذا أكبر تأثير سجلته خلال دراساتي البيئية للتلوث الضوئي في السعودية وهي انجذاب الحشرات حول ملايين الإضاءات الفلوريسينية واستغلال الوزغ لهذه الحشرات (إضافة إلى استغلال الخفافيش للحشرات حول إنارات الحدائق)، والكل يلاحظ حجم الوزغ الزائد هذه الأيام والسبب هو تناوله لعدد هائل من الحشرات كل ليلة فتحصل على بروتينات أكثر مما تحتاجه، وعلينا تغيير الإنارات الفلوريسينية بأخرى أقل جذبا للحشرات واستخدام حساسات الحركة في هذه الإنارات لتقليل هذه الظاهرة الخطيرة بيئيا وبأسرع وقت، فهذا من أكبر الاضطرابات الحاصلة حول علاقة الفريسة بالمفترس، وفي فترة قصيرة، قد تختفي الحشرات تماما من المناطق الملوثة ضوئيا.

- الثديات الطائرة والحشرات حول إنارات الحدائق في السعودية:

تحوم الخفافيش صغيرة الحجم حول إنارات الحدائق الجديدة والتي لاحظتها في أكثر من مدينة، حيث تتجمع أعداد هائلة من الحشرات الليلية حول هذه الإنارات القوية جدا، ونلاحظ أنّ الخفافيش تقتات عليها طول الليل، وهو تدهور واضطراب واضح في العلاقة بين الفريسة والمفترس. لن يدوم هذا المنظر طويلا، وأعتقد بعد سنوات قليلة ستختفي هذه الحشرات المفيدة ليلا ويقل تلقيح النباتات ولن تجد هذه الثديات الطائرة حشرات لتتغذى عليها. تغطية الإنارات لن يجدي نفعا في هذه الحالة، فالحل الوحيد لتوازن هذه الكائنات هو كما قال الرسول صلى الله عليه وسلم: «أطفئوا المصابيح بالليل إذا رقدتم»، أقترح أن يوضع نظام لزيارة الحدائق وإقفالها بعد منتصف الليل. لاحظت هذا النظام في أفضل الحدائق الأسترالية وهي حديقة رويال بوتانك قاردن، حيث تفتح في التاسعة صباحا وتغلق عند غروب الشمس. لو كانت تلك الإنارات منتشرة في كل الطرقات والشوارع لأصبح هذا أكبر خطر بيئي، فالمدن التي تتواجد فيها الإنارات الفلوريسنية أو ميتال هاليد أو أي ضوء يبعث الأشعة فوق البنفسجية تعتبر من أكثر المناطق المعرضة كائناتها لخطر انقراض وشيك، وقد رأيت بعض هذه الإنارات في شوارع وطرقات غير مزدحمة.

- تأثير الضوء على حركة المتعضيات:

لم يكن معروفا قبل الثمانينات أنّ هناك ساعة بيولوجية للبكتيريا، وقد توسع في هذا كارل جونسون أستاذ الفيسيولوجيا الجزيئية والفيزياء الحيوية من جامعة فندربلت بولاية تينيسي ونشر بحثا عام ١٩٩٦ بعنوان «الساعة البيولوجية لخلايا البكتيريا». البكتيريا عبارة عن خلية واحدة بقطر تقريبا ١ إلى ١٠ ميكرومتر (١ ميلليمتر يعادل ١٠٠٠ مايكرومتر)، علما أنّ أقصى صِغر تلاحظه العين البشرية هو ١٠٠ مايكرومتر (أو عُشر الميلليمتر). نسمع بين وقت وآخر عن مقاومة نوع معين من البكتيريا لمضاد حيوي وسبب ذلك هو المؤثرات الخارجية التي تحيط بها، فمقاومتها دليل على تكيفها مع هذه العوامل المختلفة. هناك أنواع لحركة الكائنات الحية والخلايا، منها طريقة تدعى (فوتوتاكسس) وهي تأثر الكائن الحي بمؤثر خارجي (الضوء في هذه الحالة)، فيستطيع هذا المُتعضّي التوجّه إلى مكان الضوء. هناك نوعين إما سلبي (و هو هروب الكائن من الضوء) أو فوتوتاكسس إيجابي (و هو اتجاه الكائن الحي الى الضوء)، فمثلا تتحرك بكتيريا (Rhodospirillum centenum) حركة شديدة عن طريق أسواط في الخلية. هناك نوع يدعى (سكوتوفوتوتاكسس) وترجمتها هي الحركة في وجود الظلام والنور، ويوجد هذا في البكتيريا. هناك أنواع متحركة كبكتيريا سيرآشيا مارسيسنز (Serratia marcescens) التي تملك أهدابا كثيرة، وتلاحظ حركتها تحت الميكروسكوب (المجهر)، فعندما تكون في ظلام ترسل هذه الخلية إشارات إلى الأهداب لتغير حركتها باتجاه ضوء المجهر فتعود للسباحة ثانية. تستجيب البكتيريا المشهورة إي كولاي (E. coli) لمنبهات فيزيائية عديدة إما بالاتجاه نحوها أو الابتعاد عنها في حركة عن طريق دوران أسواطها مع أو ضد اتجاه عقارب الساعة، فإذا كان الاتجاه مع عقارب الساعة تتشقلب البكتيريا. الجينات المسؤولة عن تلك العملية تسمى (che genes)، ولدراسة تأثير الضوء والظلام على البكتيريا، يوضع فلتر على أشعة ضوء المجهر ليقل تدفقه. عندما قللوا الضوء بمعدل ضعفَي الكثافة، تأرجحت البكتيريا بنسبة ٦٤٪ في حين زادت الشقلبة إلى ٨٨٪ عندما قللوا الضوء بمعدل أربع مرات، ثم قالوا أنّ البكتيريا تغير من حركتها واتجاهها بحسب وجود الضوء من عدمه (٣٠).

- انجذاب صغار السلاحف:

تعتبر السلاحف من أكثر الكائنات في العالم التي تأثرت بالتلوث الضوئي على السواحل وقد تنقرض في فترة قصيرة إذا لم تطفأ الإنارات. تتأثر صغار السلاحف عندما تفقس

بهذه الإنارة الموجودة في المناطق الساحلية تأثرا رهيبا، فبدلا من أن تهتدي وتتوجه بالفطرة إلى البحر (عن طريق الصورة الظلية لأفق اليابسة في الليل التي تلاحظها في الظلام) لتكمل دورة حياتها الطبيعية تتأثر بالضوء في عملية (الفوتوتاكسس) وتتوجه إلى داخل البلد تأثرا بالانارة ولن تجد البحر إطلاقا لتؤكل من قِبل مفترساتها أو تُدهس بالسيارات وتموت مئات الألوف منها سنويا (٢، ٨، ٢٧، ٣٩). أليس هذا قلْبٌ للفطرة وعدم توازن في البيئة وخلل كبير في النظام الأحيائي بسبب التلوث الضوئي!! (صورة ١٩). هذا مثال لتأثير الضوء الزائد، ومع الأسف فإنّ تأثيرات هذا التلوث غامضة تماما لدى الغالبية العظمى من الناس (٣)، فنحن ننتبه للمحسوس فقط وهذا سبب عدم قيامنا بمثل هذه الدراسات الأحيائية وتأثير الضوء عليها على المدى القصير والبعيد. قامت ولاية فلوريدا بإطفاء إنارة السواحل حتى لا تنقرض السلاحف، وقد قاموا بفعل ذلك بعد دراسة طويلة، ووضعوا عواكس في الطرقات قربها، فرحّب سكان الولاية بهذه الفكرة الرائعة، وتحسنت أعداد السلاحف بعد ذلك كثيرا. إذا كانت أعمدة الإنارات مرئية من الشاطئ، فإنّ وضع فلاتر (مرشحات) لحجب بعض أطياف الضوء قد يخفف من اتجاه صغار السلاحف لأعمدة الإنارات ولكن هذه الطريقة لا تزيل خاصية التأثير الضوئي. من أجل ذلك، دعم قسم المواصلات في فلوريدا مشروعا لوضع إنارات خفيفة داخل أسفلت الطريق بدلا من الأعمدة قوية الإنارة، وهي محاولة لحماية صغار السلاحف من الانقراض، وقد أعجب المشاة وسائقوا الدراجات والسيارات بهذه الفكرة (صورة ٢٠).

نذكر هنا أن إحدى أنواع السلاحف (سلحفاة الصندوق الشرقي) واسمها العلمي Terrapene Carolina قد صنفتها IUCN على أنها vulnerable، وقد نقصت أعدادها بنسبة ٣٠٪ وأسباب نقصها غامضة.

هذه بعض السلاحف المهددة:

- سلحفاة (Bog Turtle (Glyptemys muhlenbergii (خطر انقراض أقصى CR; Critically Endangered).

- سلحفاة الخشب (Wood Turtle (Glyptemys insculpta (مهددة Endangered).

صورة ١٩: توضح تأثر السلاحف الصغيرة التي فقست حديثا بالضوء واتجاهها نحوه (٣٩).	**صورة ٢٠:** إنارات خفيفة جدا في ساحل فلوريدا، بوكا راتون. أطفئت أعمدة إنارات منتصف الطريق. بما أن الطيار لم يتأثر من إنارة مدرجة الطائرات الشبيه بهذا الطريق، فبالتأكيد لن يتأثر سائقوا السيارات (Photo: Salmon M).

الفصل الخامس

تأثيره على الثديات الطائرة

١. الثديات الطائرة.

٢. هروب وانجذاب الخفافيش للإنارات.

- الثديات الطائرة:

هنـاك ٩٨٠ نوعـا من الخفافيش تقريبـا، وقد يظن الكثير أنّ معظمها مصاصـة للدماء ومضـرّة، والحقيقـة أنّ هنـاك فقط ٣ أنواع من الخفافيش مصاصـة للدمـاء وتوجد فقط في أمريـكا اللاتينيـة، أما بقية الأنواع العديدة حـول العالم فلها دور هام في توازن البيئة والنباتات. تطوف الخفافيش ليلا بحثا عن الحشرات وهذا يجعلها وسيلة جيدة لاختبارات التلـوث الضـوئي. لأول مرة يظهر دليل أنّ للتلوث الضـوئي أثر سـلبي علـى حياة أنواع من الخفافيش مهددة بالانقراض تسمى (Rhinolophus hipposideros) الذي يشبه أنفه حذو الحصـان وهو يعيش في أوروبا والمناطق الغربية من المملكة العربية السـعودية. على سـبيل المثال، وفي إحدى الدراسات، تم تنصيب إضـاءة من نوع صوديوم عالي الضغط على الأماكـن القريبة التي تمـر بجوارها هذه الخفافيش، فنزلت أعدادها بشـكل مفاجئ بعد تركيب الإضاءة (٢٠).

في الثـاني مـن نوفمـبر عـام ٢٠١١، وبنـاء علـى مـا جـاء في قائمـة IUCN الحمراء، أصـبحت ٢٠٪ من الخفافيش مهددة وهي في اختفاء متواصـل ومنذر بالخطر وذلك بسبب الجهل حول فوائدها ولأنها الكائنات التي لقيت أقل اهتمام، وأيضـا بسـبب الفهم المغلوط حول هذه الكائنات (Paul A. Racey)، وقد قال بول ريسـي: "نحن بحاجة لحفظ هذه الكائنـات وعلينا تثقيف الشـباب حـول أهميتها وقيمة هذه الكائنـات". تقوم الخفافيش بخدمات بيئية كالتلقيح، وتوزيع البذور، والتقليل من الحشـرات الضـارة. في جنوب شرق آسـيا، تقوم خفافيش الفجـر Eonycteris spelaea بتلقيح نباتـات durian وهي فاكهة ذات أهمية كبيرة حيث تسمى بملكة الفواكه. وفي مدغشقر، تلقح خفافيش الفواكه بعض الأشـجار التي تسـمى baobabs من نوع Adansonia suarezensis وهي أشجار مهددة بالانقراض EN; endangered حيث يوجد منها بضـعة مئات في مدينة Antsiranana شـمال مدغشـقر، وكانـت تسـمى Diego Suarez قبل عام ١٩٧٥. هناك أنـواع أخرى من هذه الأشـجار من جنس Adansonia تتواجد في الجزيرة العربية وأسـتراليا وأفريقيا. في تكسـاس بأمريـكا، تأكل الخفافيش Tadarida brasiliensis الحشـرات الضـارة التي تجتـاح القطن وغيره. سـيكون لفقـدان الخفافيش عواقـب بيئية وخيمة لمـا تقوم به من تلقيح لكثير من الأشجار وتقليل الحشرات الضارة.

الخفافيش هي الثديات الوحيدة التي تطير، تشكل خمس الثديات في العالم، لها دور جوهري في بيئتنا الطبيعية، قلّت أعدادها في الفترة الأخيرة على نحو مفاجئ. هناك أمانة لحفظ الخفافيش (Bat Conservation Trust) وهي مؤسسة تطوعية لحفظ هذه الكائنات المهمة، تعمل منذ أكثر من ١٠ سنوات وفيها أكثر من ٢٠٠٠ متطوع (غير مسلمين) يقومون بمسح أكثر من ٣٠٠٠ منطقة ويجمعون تبرعات لحمايتها الأمر الذي أذهلني بالفعل. هل سيقوم أحد منا بهذا ولو كانت فكرة تخطر ببال؟! وذكروا في موقعهم الخاص (http://www.bats.org.uk/) أنّ:

-هناك قوانين لحمايتها.

-الخفافيش دليل على التنوع البيئي وصحة البيئة، وهي ملقّحة للزهور.

-الأنثى تضع صغيرا واحدا في الغالب كل عام.

-أكثر من مليون خفاش قد مات منذ فبراير عام ٢٠٠٦ في الولايات المتحدة الأمريكية.

و نحن ما زلنا نتعجب ونسأل: ما الفائدة منها! ولا نستشعر الأجر العظيم بالرفق بأي كائن وقد سبقنا الغرب في ذلك وهناك منظمة أخرى عالمية أمريكية لحماية الخفافيش في كل دول العالم، وكل ما أتمناه هو أن تعي أهمية الموضوع وأن تهتم بالعلم وبالجوانب المختلفة في الحياة.

-هروب وانجذاب الخفافيش للإنارات:

في مدينة أديلايد بأستراليا، قام بيولوجيون بمراقبة الخفافيش عاما كاملا (من نوفمبر ٢٠٠٥ إلى أكتوبر ٢٠٠٦) لمعرفة أثر الضوء (LAN) على حركة وتنوع تلك الثديات الطائرة عن طريق أجهزة كشف الموجات فوق الصوتية. وجدوا أنّ خمسة أنواع منها تتواجد في الحدائق إذا اطفئت الإضاءات، بينما يبقى نوع واحد فقط عند تركها مضاءة، ولاحظوا أنّ إضاءة القمر لم تزد نشاطها. وقالوا يجب أن يكون هناك تنوع وحشد لكافة أنواع الخفافيش في المدينة، وقد أصبح هذا التنوع الأحيائي (biodiversity) مهددا بسبب أضواء المدينة وهي من ضمن أكبر المؤثرات على ذلك التنوع للكائنات (٣٦).

صورة ٢١: الشارع الذي أنير كالنهار وأختفت الخفافيش بعدها عندما كانت في المبنى على يسار الصورة بسبب انعكاس الضوء القوي على مسكنها في المبنى. قوة الإضاءة ١٠٠ لكس في هذا الشارع بعد أن كان أقل من ١,٠ لكس لعشرات السنين ولم يتأثر أي أحد (Photo: by author).

كانت هناك خفافيش كثيرة تقطن مبنى في المنطقة الجنوبية الغربية، فكنت ألاحظ العديد منها قبل أكثر من عشرين عاما مع غروب الشمس. لم تكن هناك أي إنارات على الشارع، إلا أنّ هذه الأيام (و مع ارتفاع عدد إنارات الصوديوم عالي الضغط في الشارع قرب هذا المبنى) اختفت تماما، وهذه نتيجة مطابقة لدراستين أخريين حيث تختفي الخفافيش من مسكنها بسبب التلوث الضوئي (٢٠، ٣٦). علاوة على ذلك، فإنني كنت أشاهد بعض طيور الباز تقتات على بعض الخفافيش عند طلوعها مع الغروب وذلك بشكل يومي، ولم نعد نشاهد هذا المنظر هذه الأيام (صورة ٢١).

هناك أنواع كثيرة من الخفافيش معرضة للخطر بسبب تدمير بيئتها، إلا أنّ إحدى الأسباب قد يكون تعريضها لخطر افتراس الباز bat hawks **عندما تقتات على الحشرات قرب الإنارات، بالتالي تشكل الإنارات خطرا غير مباشر على أعدادها** (38). **هناك أنواع لم تشاهد قرب الإضاءات، أما النوع** horseshoe bat **واسمه العلمي** Rhinolophus philippinensis **فيقتات بانتظام قرب الإنارات، ودوّن ذلك في ولاية كوينزلاند بأستراليا** (Pavey 1999)، **وهذا عدم توازن بين الفريسة والمفترس (جدول ٤). أثبت الباحث ريديل أنّ الإنارات الليلية قد أثرت وبقوة على توزيع أنواع عديدة من الخفافيش.**

جدول ٤: أنواع الخفافيش التي تُفضِّل (+) أو لا تُفضِّل (-) البحث عن الطعام قرب الإضاءات الليلية (38).

أنواع الخفافيش	المكان	التفضيل (تجمعها على الإنارات بحثا عن الطعام)	المرجع
Eptesicus nilssonii Lasiurus borealis Pipistrellus pipstrellus	السويد أونتاريو، كندا سويسرا	+ + +	Rydell 1991, 1992 Furlonger et al. 1987 Haffner and Stutz 1985, 1986
Myotis spp. Myotis spp. Plecotus auritus	أونتاريو، كندا السويد السويد	- - -	Furlonger et al. 1987 Rydell 1992 Rydell 1992

نلاحظ في الجدول ٤ أنّ هناك أنواعا من الخفافيش لا تفضل الضوء، ولم يعلم العلماء سبب عدم حب هذه الأنواع للضوء. تتجمع بعض أنواع الخفافيش على طرقات ضواحي المدن والأرياف بينما تقل أعدادها في مركز المدينة (Rydell 1992). هناك نوع يسمى European lesser horseshoe bat واسمه العلمي Rhinolophus hipposideros، تتناقص أعدادها في مناطق مختلفة. أصبحت هذه الأنواع منقرضة في أودية جبلية بسويسرا بعدما تم تركيب إنارات في تلك المناطق (38). في نفس الوقت، ازدادت أعداد أنواع أخرى (pipistrelle bats) بعد تركيب الإنارات في تلك الأودية بسويسرا، وبلا شك فإن التلوث الضوئي يغير توازن أعداد الكائنات إلى اضطراب واضح وبطرق عديدة لا يمكن لأحد أن يتصورها. هذا مثال واضح لتأثير الضوء في الليل على بعض أنواع الخفافيش. فيما يتعلق بخطورة أنواع الإضاءات، تجذب الإنارات الزئبقية التي تبعث اللون الأبيض المزرقّ والذي يحتوي على الأشعة فوق البنفسجية (و إنارات الصوديوم عالي الضغط الذي يبعث بعض الأطياف الطويلة والقصيرة) الحشرات وبالتالي تجذب الخفافيش، أما إنارات الصوديوم قليل الضغط والتي تبعث طيفا واحدا أصفرَ، فلم تؤثر على جذب الحشرات والخفافيش (Rydell 1992).

الفصل السادس

تأثيره على الطيور

١. تأثيره على الطيور.

٢. طائر الدوري.

٣. صبغات الرؤية ومستقبلات الضوء.

٤. الإضاءات القوية وموت الطيور.

٥. أطياف الضوء.

٦. برنامج التوعية بالضوء القاتل.

- تأثيره على الطيور:

إنّ غياب ضوء الشمس والأضواء الاصطناعية وقدوم ظلام الليل عامل رئيسي في تنوع وسلوك ووظائف كل الكائنات الحية تقريبا. هناك مئات الأنواع من الطيور تهاجر ليلا وأصبح معلوم أنّ إضاءات الليل تجذب الطيور أثناء هجرتها، لهذا يستخدم الصيادون إضاءات لجذب طيور الشواطئ shorebirds ليلا. يخدع الضوء الاصطناعي الطيور والحيوانات ليلا، فقد أُوهمت الطيور كالدجاج والجَنْك (عصفور أميركي) بتسليط إضاءة صناعية على المَطْيَر (قفص كبير لحفظ الطيور) وقت الشفق فقط في فصل الشتاء، فظنت هذه الطيور أنها في فصل الصيف طويل اليوم، فهي تعتقد أنه ضوء النهار الطبيعي، فغيرت من توقيت التزاوج ووضع البيض في الفصل الخطأ. لقد لوحظ أنّ الطائر المُخوِّض (و هو أحد الطيور الموجودة في السعودية) يضع أعشاشه بعيدا عن أضواء الطرقات مسافة لا تقل عن ٣٠٠ متر. فيما يتعلق بالتزاوج، فقد تَغيَّر النداء وطريقة التغريد لدى الطائر المحاكي (الشمال أميركي) وهو معروف ببراعته في التقليد. في منتصف التسعينات ذكر هنشاو أنه لم ير طائر الدّجّ المغرد منذ عشرات السنين. وفي عام ١٩٥١، وُجد ٢٤٢١ طائرا نافقا من الطيور المهاجرة شملت ٣٩ نوعا منها على أرض ملوثة ضوئيا في جزيرة بادر الجنوبية بولاية تكساس، فتصادم هذه الطيور عند هجرتها يميتها ويجرحها في بيئة الضوء المشوّشة (٨).

ازدياد إنشاء الطرقات هي إحدى أسباب نقص الطيور والفقاريات وقد تم تسجيل هذا النقص حول العالم (٥٩). لهذه الطرقات تأثيرات مباشرة كتدمير مسكنها وموت الطيور عن طريق اصطدامها بالسيارات وهي تسير بسرعة عالية، وكذلك انبعاث سموم هذه السيارات. في أمريكا الشمالية، نقصت أعداد الطيور إلى ٥٠٪ في العشرين سنة الماضية بعد أن كان هناك ٢٠ نوعا على الأقل من الطيور. لوحظ نقص كلا من الطيور الجوائم (كالحسون والسنونو) والنسور أيضا. تنجذب الطيور المهاجرة لأضواء هذه الطرقات ليلا فتصطدم أو يتم افتراسها أو يصعب عليها إكمال هجرتها (٥٩). يجب أن تعرف أنّ الطيور تختلف في تركيبتها الفيسيولوجية وليست كلها متأثرة وبعضها يتأثر قليلا والبعض يتضرر كثيرا بالتلوث الضوئي، فهناك طيور مهاجرة وهناك طيور مستوطنة وأخرى تهاجر ليلا باتباع أبراج النجوم وقد حجب التلوث الضوئي هذه النجوم (صورة ٢٣، ٢٤، ٢٥). من الطيور المهاجرة والمهددة بالانقراض هي طيور أبو منجل (الأصلع الشمالي)، وهو تحت خطر انقراض أقصى. عبرت المملكة العربية السعودية مجموعة مكونة من ثلاثة طيور (ذكر وأنثيين) عائدة من أثيوبيا وتم رصدها في ربيع الأول عام ١٤٣٢ هـ بعد إنهائها فصل الشتاء هناك. لم يبحث أحد حول المسألة في عالمنا العربي بالتفصيل

ولم يعتقد أحد أنّ للتلوث الضوئي دور في كل ذلك. ذكر المدير التنفيذي ميخائيل ميسور لبرنامج (FLAP) للتوعية بمخاطر الضوء القاتل أنّ هناك ٤٥٠ نوعا من الطيور التي تهاجر ليلا عبر شمال أمريكا هي عرضة للاصطدام بالأبراج المنيرة وتشمل تلك الطيور أنواعا مهددة بالانقراض ومثال ذلك الطيور المغردة الهازجة وطائر الدوريّ الأميركي وفي بعض الأحيان يصطدم كامل السرب بالبنايات المضاءة. في أكتوبر من عام ٢٠١١، لاحظْتُ إحدى اليمامات الضاحكة، اسمها العلمي (Streptopelia senegalensis)، وهي نافقة قرب منزل في مدينة أبها وقد يكون السبب قلة الحشرات الصغيرة لأنها تقتات عليها، ولم يسجل حتى الآن تأثير التلوث الضوئي المباشر والغير مباشر على هذه الطيور الجميلة (صورة ٢٢).

وفي بحث جديد ذكر فيه أنّ ازدياد الأضواء في أماكن شاسعة وقلة نسبة الظلام كان له تأثير على التزاوج عند الطيور المغرّدة واضطراب سلوكها، وقال عالم طيور ألماني أنّ الطيور تزقزق في غير موعدها قبل الفجر بسبب أضواء الشوارع. تعتبر الطيور (والسلاحف) من أكثر الكائنات الحية تأثرا بالتلوث الضوئي. قال رئيس فريق الأبحاث في معهد ماكس بلانك بألمانيا بارت كامبينيرز: "بمقارنة التلوث الكيميائي والضوضائي، يعتبر التلوث الضوئي أكثر خداعا وتأثيراته لم تجد اهتماما"، وذكر بارت أنّ نتائجهم في المعهد أظهرت بوضوح تأثير التلوث الضوئي على التوقيت التي تقوم فيها الطيور بالتزاوج، وقال أنّ هذا ليس جيدا على الطيور فقد تنام فترة أقل من المدة الطبيعية وهذا يعرضها لمخاطر أخرى" (٧٩). علاوة على ذلك، توقع الباحثون أنّ التلوث الضوئي سبب نقصان أعداد البوم أيضا.

ازدادت أعداد نفوق السلاحف والدلافين على شاطئ الفناتير في المنطقة الشرقية من السعودية بشكل ملفت وبأعداد مختلفة، ومع الأسف لم يقوم باحث في السعودية بدراسة علاقة التلوث الضوئي مع ما حصل، لكن هناك كائنات غير بحرية نفقت في نفس المكان، فقد وجد أحد الأشخاص بالصدفة طيورا مستوطنة نافقة بشكل جماعي في تلك المنطقة (83). قد يكون السبب فيروسا لم يكتشف بعد، إلا أنّ كثيرا من الفيروسات والأمراض التي تصيب الطيور كفيروس النيوكاسل والانفلونزا وغيرها لا تسبب نفوقا جماعيا للطيور بهذا الشكل، وقد يكون السبب تلوثا بيئيا. بما أنّ قتل الطيور واصطدامها دفعة واحدة بالمباني المنيرة قد تم تأكيده فلا يمكننا أن نستبعد المسألة، ثم أنها قد لا تُقتَل مباشرة بعد الاصطدام. تعتبر المنطقة التي ماتت فيها الطيور ملوثة ضوئيا (صورة ٢٤). يجب أن يعي المتنزهون بأنّ هناك طيورا تهاجر في فصول معينة وعلى الأمانات والمسؤولين وضع لوحات ارشادية على هذه الجزر. هذا نداء إلى جمعية البيئة السعودية

(SENS) والهيئة السعودية للحياة الفطرية بالاهتمام بهذه القضية التي تشكل خطرا واضحا على كافة جوانب البيئة الظاهرة والخفية منها. أيضا، تم تدوين مقتل اثنين من الطيور في تبوك قرب إحدى الفلل السكنية، وقد تفاعل مع هذا الحدث مديرية الشؤون الزراعية بتبوك واشتبهوا في فيروس الانفلونزا، وتبين بعد الفحوصات أنها خالية من أي ميكروب مضر. وفاة الطيور هو بسبب انجذابها ليلا للمباني المضيئة من الخارج، وقد تصيبها الجروح بعد الصدمة (105).

- طائر الدوري:

لقد تناقصت أعداد الطائر الدّوري (house sparrow; Passer domesticus) وهو أشهر الطيور في بيئتنا، واعترف بذلك معظم سكان بريطانيا إضافة إلى نقصان أنواع طيور كانت مشهورة في الحدائق، ويبرهن هذا نقصان الحشرات (عن طريق حرارة الإنارات وانجذابها نحو النور) التي تحتاجها صغار هذه الطيور للحصول على البروتين. لم أر في دراستي تأثير مباشر للتلوث الضوئي على طيور الدوري في السعودية لأنها تستطيع أن تعوض نقص الحشرات باستهلاك الحبوب والقمح وما تبقى من طعام الإنسان كالخبز وغيره. لاحظت مجموعات كثيرة من هذه الطيور تنام داخل أغصان الأشجار الكثيفة وسط الطرقات. تخفف كثافة الأوراق الضوء وقد تكون الإضاءة الخفيفة كافية لها لأن تنام رغم أنّ كثافة ضوء الطريق تتراوح بين ٧٥ – ١٠٠ لكس، ولا نستبعد التأثير النفسي الذي يصاحبه الضوء ليلا على هذه الطيور أثناء الليل. ظهر لي أنّ البلشون الأبيض Egretta spp متضرر من التلوث الضوئي أكثر من الطائر الدوري في جنوب السعودية، فقد اختفت من بيئتها عندما اجتاحتها الإضاءات ليلا بعد أن قاومتها فترة من الزمن.

صورة ٢٢: نفوق طائر اليمامة الضاحكة، وسبب ذلك غير معروف، إلا أنّ التلوث الضوئي ليلا قد يكون أحد الأسباب الظاهرة والخفية كنقص الحشرات أو الاصطدام في المباني المنيرة وقت الغروب (Photo: by author; 2011).

- صبغات الرؤية ومستقبلات الضوء:

هناك صبغات تقوم بتفاعلات كيميائية عندما تمتص الضوء تسمى صبغات الرؤية. من المحتمل في كثير من الحالات أنّ كثافة الضوء ليلا تقوم بإزالة صبغات الرؤية عند الطيور فتصبح عمياء ولا تستطيع رؤية التفاصيل، بينما ترى تفاصيل كثيرة عندما تعتاد على الظلام بعيدا عن الضوء الليلي (Verheijen 1985)، حتى وهج المدن في الأفق قد يؤثر على اتجاه الطيور المهاجرة من مسافات بعيدة وقد كانت قوة هذا الوهج ٠,٠٠٩٦ لكس في الأفق (38). لدى الطيور خمسة أنواع من صبغات الرؤية وسبعة أنواع من مستقبلات الضوء وهي: خلايا عصوية rods، وخلايا مخروطية ثنائية double cones، وأربعة أنواع من خلايا مخروطية أحادية (Hart 2001). الطيور أكثر حساسية من الإنسان فيما يتعلق بأطياف الضوء المختلفة لأنّ لديها أربعة أنواع مختلفة من الخلايا المخروطية مقارنة بثلاث من هذه الخلايا عند الإنسان (Wessels 1974، Norren 1975)، وبالتالي ترى الطيور البيئة من حولنا بشكل مختلف عما يراه الإنسان. من الصعب فهم ميكانيكية تأثير الضوء على الطيور المهاجرة، إلا أنّ تأثيرها الظاهر مؤكد. إحدى تأثيرات الضوء على الطيور المهاجرة هي فيما يتعلق بالبوصلة المغناطيسية التي تستخدمها كثير من الطيور أثناء هجرتها. إنارات المباني الخارجية والجسور والمعالم التذكارية في الليل أثناء فصلي الخريف والربيع تجذب وتقتل الطيور المهاجرة.

- الإضاءات القوية وموت الطيور:

في أربعينيات القرن العشرين (1940s) استخدم علماء الأرصاد الجوية أجهزة مضيئة وبكثافة قوية جدا (مليون شمعة "كاندلا") لقياس ارتفاع السحب في المطارات ومحطات الطقس تسمى ceilometers. بين عامي ١٩٤٨ إلى ١٩٦٤، كانت هذه الأجهزة مسؤولة عن نقصان كبير جدا في أعداد الطيور المهاجرة. سُجِّل أول قتل للطيور بواسطة هذه الأجهزة بتاريخ ٩-١٠ سبتمبر ١٩٤٨ في ولاية تينيسي بأمريكا. كان أكبر قتل للطيور بواسطة أجهزة ceilometers القوية الإضاءة بتاريخ ٦-٨ أكتوبر عام ١٩٥٤ بقاعدة الدفاع الجوي في ورنر روبنز بولاية جورجيا حيث قتل ٥٠٠٠٠ طائر تقريبا. بعدها وُضعت فلاتر لحجب بعض الأطياف الضوئية وقد انخفض قتل وجذب الطيور بسبب هذه الأجهزة المنيرة كثيرا (38). في عام ١٨٨٦ وتاريخ ٢٨ سبتمبر، قُتل ١٠٠٠ طائر حول برج ضوء كهربائي في مدينة ديكاتور بولاية إلينوي وهو عدد كبير في ليلة واحدة.

تذكر أنّ المصباح الكهربائي قد ابتكر عام ١٨٧٩ ميلادي وحدث قتل الطيور بعده بأعوام قليلة وبدأ العلماء بملاحظة ذلك واستمر هذا القتل إلى نهاية القرن العشرين أي لأكثر من قرن، فلا نستغرب بأنّ هناك طيورا كثيرة منقرضة منها ما هو على وشك الانقراض ونحن ما زلنا لا نعلم الكيفية التي تنقرض بسببها.

في عام ١٩٥١، قُتل ٢٤٢١ طائرا مغردا منها ٣٩ نوعا مهاجرا معظمها طيور الهازجة warblers كانت مجتمعة تحت أعمدة الإنارات في جزيرة بادر بولاية تكساس (James 1956). في منتصف ستينات القرن العشرين (1960s)، كان معدل قتل الطيور سنويا مليون طائر وذلك عن طريق أبراج التلفاز في الولايات المتحدة (Aldrich et al. 1966)، وقد قام أشخاص بجمع مئات الألوف من الطيور النافقة والجريحة ودوَّنوا ذلك في مجلات علمية محلية وإقليمية. فيما يتعلق بالإضاءة قوية الكثافة، لاحظت نهاية شهر فبراير من عام ٢٠١٢ طيورا تبني أعشاشها داخل صندوق إضاءة ميتال هاليد البيضاء بقوة ٤٠٠ واط على ارتفاع ١٠ أمتار تقريبا، فظننت أنها من أكثر الطيور تحملا للإضاءة القوية، فقررت أن أتعرف على أنواع هذه الطيور وقدرة تحملها، إلا أنني وجدت في الليل أنّ مصدر الإضاءة لا يعمل فعرفت أنها تتجنب الإضاءة ليلا، ويبدو أنّ كثافة الإضاءة داخل الصندوق منخفضة وتحجب الإضاءات التي وصلت إليها من مسافة بعيدة لصغر فتحة الصندوق التي تدخل منها هذه الطيور إلى عشها المظلم في جوف العمود.

- أطياف الضوء:

رغم أنّ الطيف الأحمر لا يؤثر على حساسية عين الإنسان، إلا أنّ لها تأثيرا على أعين بعض الطيور، فقد كان اتجاه ثلاثة أنواع من الطيور الجواثم أثناء هجرتها (orientation) تحت إضاءة خافتة بأطياف مرئية (من الأزرق إلى الأخضر) طبيعيا، في حين لم تتمكن الطيور من معرفة الاتجاهات الصحيحة (disoriented) تحت إضاءة الأبراج الصفراء والحمراء (Wiltschko and Wiltschko 2002). هذا ما لاحظه الباحثون، لكنهم لم يعلموا الكيفية التفصيلية وراء اضطراب هجرتها. هناك أسئلة كثيرة بحاجة لمزيد من الأبحاث للإجابة عليها.

- برنامج التوعية بالضوء القاتل:

(www.flap.org)

هناك استراتيجيات كثيرة لحماية الطيور المهاجرة منها :

- التعليم :

انجاز استراتيجيات التعليم والتي تحمل رسالة عن طريق تخفيف اصطدام الطيور المهاجرة بالمباني.

عروض تعليمية.

ارسال تنبيهات في فصلي الربيع والخريف عن الطيور المهاجرة للسكان.

-استراتيجيات التحكم بالإضاءة:

وضع برامج لأنظمة الإضاءة لتقليل الضوء من الساعة ١١ مساء وحتى ٧ صباحا.

تركيب إنارات بحساس للحركة (motion-sensitive lighting)، وهي إحدى أفضل الوسائل.

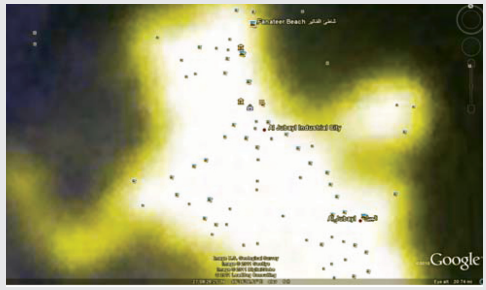
استخدام إضاءة الطاولة عند القراءة بدلا من إنارة الغرفة كاملة.

تَبنّي إضاءة قليلة الكثافة.

من أجل حماية الطيور المهاجرة، ذكر الباحثون أخيرا أنه يجب تغطية جميع إنارات الطرقات وإنارات المنازل الخارجية حتى يبقى الضوء مركزا في الأرض قدر الإمكان ومنع انتشاره في سماء الليل، وذكروا أيضا أنّ إنارات Floodlight والتي تنير المباني الخارجية للتزيين خَطرة ويجب تفاديها. من أجل هذه الكارثة البيئية، قام برنامج التوعية بالضوء القاتل (FLAP;Fatal Light Awareness Program) بإحداث طريقة تهدف إلى أن تكون المباني صديقة للطيور المهاجرة (BFB; Bird-Friendly Building) وهو برنامج موجّه لمديري المباني وملاكها ومستأجري المكاتب وموظفي ناطحات السحاب في تورنتو بكندا، ومن الأفضل إنشاء برامج مشابهة في المدن حول العالم.

صورة ٢٣: الإنارات القوية الإعلانية في مدينة أبها تلوث سماء الليل بضوء قوي جدا وفي اتجاهات كثيرة لأنها متحركة. أكبر تأثيراتها هي على الطيور، وقد لاحظت طيورا تحوم لساعات فوق هذه الإنارات بمائة متر تقريبا في وسط منطقة الجذب الضوئي. لم أتمكن من معرفة ما إذا كانت مهاجرة ومعرضة لخطر الانقراض أم لا. هل تجذب هذه الإنارات كل الناس ليشتروا كل ما في السوق وهل فائدة الجذب التي وضعت من أجلها تفوق أضرارها؟!! (Photo: by author).

صورة ٢٤: لاحظ نسبة التلوث الضوئي في شاطئ الفناتير أعلى الصورة. هناك بعض الحدائق يسار الشاطيء كما سموها وهي ليست حدائق بالمعنى الحقيقي، فكل الحدائق الوطنية في العالم تمنع الأضواء فيها حفاظا على البيئة. الفناتير على سبيل المثال إحدى المناطق البيئية والتي يجب أن تلتزم بتخفيف هذا التلوث، ولو استدعينا متخصصا بيئيا لتعجب من هذا الأمر، لأنه لا يمكن أن تتم المحافظة على البيئة والتلوث الضوئي بهذا المستوى خاصة على منطقة بيئية كالفناتير (Google Earth).



صورة ٢٥: وجد أحد الباحثين هذه الطيور نافقة بشكل جماعي في جزيرة الفناتير أثناء قيامه بدراساته النباتية هناك في مايو ٢٠١١ (83).
(Photo: www.alriyadh.com)

الفصل السابع

تأثيره على الحشرات

١. تأثيره على الحشرات.
٢. الضوء الاصطناعي والحشرات.
٣. سلوك الحشرات حول الإنارات.
٤. جذب الحشرات الناقلة للأمراض وانتشار الأوبئة.
٥. نقص محتمل في تنوع الحشرات المفيدة حول الإضاءات.
٦. تقدير لمعدل موت الحشرات المفيدة قرب إنارات الشوارع.
٧. اختيار أنواع من الإنارات لحفظ الحشرات الليلية.
٨. جذب الإناث والتزاوج.
٩. وضع البيض.
١٠. الساعة البيولوجية.
١١. أنواع الإضاءات التي تحث سلوك الطيران حول الضوء عند العثث.
١٢. التوزيع الغير متساوي للإنارات.
١٣. عوامل تزيد من تأثير الإضاءة الخارجية على أعداد العثث.
١٤. طرق لحصر الإضاءات الخارجية لحماية العثث.
١٥. النحل.

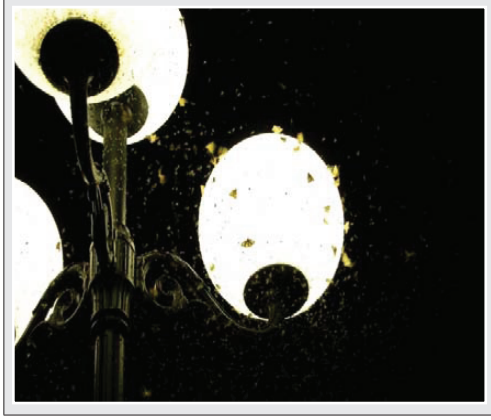
- تأثيره على الحشرات:

قبل أن أذكر تأثير التلوث الضوئي على الحشرات، قد يسأل سائل ما الفائدة من الحشرات وقد سألني الكثير سؤال مشابه، فأحببت أن أورد سببا لنزول الآية: ﴿ إِنَّ اللَّه لا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلا مَا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا... ﴾، فقد جاء في تفسير ابن كثير أنه لما ذكر الله تعالى العنكبوت والذباب، قال الضالون: ما بال العنكبوت والذباب يذكران؟ فأنزل الله هذه الآية. يدل سؤالهم على استخفافهم بهذه الكائنات التي خلقها الله وكأنه لا فائدة منها أبدا.

نحن لا نركز في الغالب إلا على السلبيات، فنظن أنّ جميع الحشرات ضارة وتجتاح المحاصيل وتسبب الأوبئة، لكننا ننسى الفوائد الأخرى منها وإلا لما خلقها الله عز وجل، تماما كالكائنات المفترسة، فلا نرى منها إلا الوحشية لكن عندما أصبحت على وشك الانقراض أدركنا تماما أنه لا يمكن أن نعيش من دون هذه المفترسات لما تقوم به من دور بيئي. على سبيل المثال، العثة من الحشرات الهامة حيث تصنع يرقانات العثة Bombyx mori الحرير. هناك حشرة تسمى بنت المطر، اسمها العلمي (Red Velvet Mite)، اختفت في الأعوام الماضية التي ازدادت فيها الإنارات، وهنا نضع فرضية أنّ الإضاءات الزائدة كانت السبب وراء اختفائها. هناك فوائد لهذه الحشرة منها أنها تقوم بعملية التحلل وتحفظ شكل النظام البيئي (٩٥). عند النحل والجراد واليعسوب والعثث، تقوم العيينة ocelli -وهي عين الحيوان اللافقاري الصغيرة البسيطة- بالتحكم بطيرانها، وهي أعين تتحسس تغيرات كثافة الضوء (Mizunami 1995). كنا نشاهد حشرات طائرة (termites) لا تظهر إلا بعد هطول المطر وتبقى لساعات قليلة لتتكاثر ثم تختفي، أما هذه الأيام فمن النادر مشاهدتها، ومن هنا نلاحظ اختفاء كثير من الكائنات بعد ازدياد الإنارات المتواصل وهذا يستدعي اتخاذ اجراءات طارئة للحد من التلوث الضوئي دون أن نؤثر على حياتنا. هذه فائدة لحشرة الأرضة termites، فنحن نحاول قتلها ومكافحتها لأنها تأكل الخشب وتبني بيوتها داخل المنازل. تقوم مستعمراتها بدور هام في توازن النيتروجين في الغلاف الجوي. تحفر الأرضة أنفاقا عديدة في الأرض فتسمح للهواء والماء بدخول التربة وفي هذا تهوية للتربة وتثبيت النيتروجين فتقوم بكتيريا التربة بتحويل النيتروجين إلى مركبات تمتصها جذور النباتات بشكل أسرع، فنرى هنا أهمية الأرضة في نمو النبات (115). يعتبر عنصر النيتروجين أساس الحامض النووي في كل الكائنات الحية على الأرض. تحوم الحشرات الليلية حول مصدر الإنارة قوي الكثافة، ولا أصدق كيف تتحمل

أعينها هذه الكثافة الضوئية قرب مصدر الضوء حيث تتجاوز ٨٠٠٠٠ لكس وهي أقوى من كثافة ضوء الشمس على الأرض ظهرا. بما أنّ بعض العثث (من عائلة noctuidae) تهاجر لأكثر من ١٠٠٠ كيلومتر (Johnson 1969)، فإنّ تأثير الضوء على تنوعها قد ينتشر لمساحات شاسعة. تعطي الدراسات المخبرية على العثّة أساسا لفهم تأثير الإنارات عليها في الطبيعة. في دراسة باستخدام تصوير فيديو، تغيَّر سرعة واتجاه العثة حول الإنارات (Muirhead-Thomson 1991). كان أكثر تجمع لها هو على بعد ٤٠ سنتيمترا من منتصف مصدر الإنارة (Hartstack et al. 1968). حددت كثير من الأبحاث المسافة التي تحصل عندها ظاهرة الطيران حول الإنارة Flight-to-light، حيث تتراوح بين ٣ إلى ١٣٠ مترا، ويختلف باختلاف طريقة التجربة ونوع العثة (Baker and Sadovy 1978، Hamilton and Steiner 1939، Hartstack et al. 1971، Plaut 1971، Robinson and Robinson 1950، Robinson 1960، Stanley 1932). افترضت بعض الدراسات مسافات أطول تصل إلى ٥٠٠ مترا (١٦٤٠ قدما) بناءً على حساسية الشبكية (Agee 1972، Bowden and Morris 1975، Graham et al. 1961، Hsiao 1972).

صورة ٢٦ : تجمع الحشرات والعثة على الإضاءات (١١٧، ١٢٧). إذا لم تشاهد عددا كبيرا من الحشرات حول الإنارات فاعلم أنها على وشك الانقراض. (Right photo، imagesPhilippines)



جاء في سنة الحبيب صلى الله عليه وسلم ذكر تجمع الحشرات على المصابيح في حديث يمكن أن نأخذ منه عبرا لا تحصى، فقد سبق الرسول هؤلاء العلماء (في وصف مختصر) لما يحصل من جذب للحشرات عن طريق الإضاءات ليلا، لكن العلماء في هذا الفصل يقدمون دراسة دقيقة جدا لهذا الجذب مع بعض الأرقام والإحصائيات. عن أبي هريرة -رضي الله عنه- عن النبي صلى الله عليه وسلم قال: «إنما مثلي ومثل أمتي كمثل رجل استوقد نارا فجعلت الدواب والفراش يقعن فيها، فأنا آخذ بحجزكم عن النار وأنتم تقحمون فيها»، وقد ذكر الباحثون أنّ الحشرات تأبى إلا أن تقتحم في حرارة النور فتهلك، ونستفيد من الحديث أنّ الحشرات وهذه الدواب لا تعلم بخطر النار والحرارة المميتة فهي تنجذب للضوء الصادر منها، فالنار تبعث الدفئ والضوء معا. حرارة الإنارات تقتل الحشرات، والضوء كما في البحوث العلمية الحديثة يضر الإنسان، وهناك حديث آخر عن حرص النبي في اطفاء المصابيح ليلا (والتي هي من صنعنا) حتى يذهب الضرر، وهذا يوافق قوله في هذا الحديث «فأنا آخذ بحجزكم» أي أنه رحيم بأمته من كل ما يضرها ونحن هذه الأيام نأبى إلا إبقاء الإنارات مضاءة إلى الأبد نريد الضوء وغير آبهين بالخطر كالحشرات تماما. هذا هو الرحمة المهداة الذي أوتي جوامع الكلم فالمقصود من الحديث هو نار جهنم والعياذ بالله ووقانا الله وإياكم هذه النار، ولكنها صالحة أيضا حتى في حديثنا عن الضوء وحبنا له في كل الأوقات.

- الضوء الاصطناعي والحشرات:

في الثلاثة عقود الأخيرة، انتشرت إنارات الصوديوم عالي الضغط فازداد عدد الباحثين لمعرفة آثارها السلبية على البشر والطبيعة (Health Council of the Netherlands 2000)، خاصة على الحشرات الليلية (Frank 1988). بما أنّ الحشرات تلعب دورا هاما كملقحات للنباتات وتشكل جزءا رئيسيا في الشبكة الغذائية الهامة في النظام البيئي وبقاء مختلف الكائنات الحية، فإنه قد يكون هناك خطر كبير تشكله الإنارات عليها، ولكن كيف يمكن لهذه الإنارات في الليل أن تؤثر على الحشرات المفيدة؟

لاحظت مجموعة البيئة لحماية الفراشات أنّ ثلث أنواع العثة قد تناقص منذ عام ١٩٦٨ ووصلت نسبة النقص عند بعض هذه الأنواع إلى ٩٨٪ وقد عكس ذلك توسع إنارات الطرقات في كل مكان. ودراسة في ألمانيا قدّمت في مؤتمر عام ٢٠٠٣ اتفقت على أنّ إنارة واحدة فقط في شارع ما تقتل ١٥٠ حشرة كل ليلة. يقول فيليب هك، رئيس السماء المظلمة في سويسرا "أنّ ٥٠٠٠٠ إنارة شوارع تترك مضاءة طيلة الليل في زيورخ، وهي أكبر مدنها، تقتل أكثر من مليون حشرة كل ليلة"، وليس هذا فقط في أوروبا بل حتى في فيتنام، وقد

صرّح المحاضر نيوين هونق في وكالة الأنباء الفيتنامية بتأثير التلوث الضوئي على الطبيعة. اكتشف العلماء أنّ إضاءات اللوحات الإعلانية ضعيفة القوة تقتل ٣٥٠٠٠٠ حشرة كل سنة، فكيف بالإنارات القوية عندنا!! وعلى المدى البعيد سيكون له تأثير على التنوع البيئي (٨). هناك حشرة ليلية تسمى سراج الليل وهي اسم على مسمى لأنّ لها نظام الاشعاع الحيوي (bioluminescence)، تحتوي على صبغة حيوية، وفي وجود انزيم الليسيفيريز والأكسجين ينتج الضوء الفسفوري في المؤخرة ويمكن أن يراه الإنسان في الظلام الدامس من مسافة ٤٥ مترا. الأنثى في هذه الحالة هي التي تجذب الذكر وتتم عملية الإضاءة الحيوية في الليل. تغطي الإضاءات ليلا هذا الضوء الطبيعي للحشرة (٢٨).

لم تسلم هذه الحشرات من التلوث الضوئي، فقد أثرت على دورة تكاثرها لأنها يجب أن تقطع مسافات طويلة لتختفي في الظلام وتتم عملية تكاثرها، وقد عجزت الحشرات عن كسر حاجز الضوء المبهر المنبعث من المدينة. تتجمع حشرات كثيرة بنشاط حول مصدر الضوء حتى تموت من الانهاك أو تموت من حرارة النور (٥، ١٥)، بالتالي يمكن للتلوث الضوئي أن يؤدي إلى نقص أعداد كثير من الحشرات، وسيكون لهذا النقص أثر على السلسلة الغذائية ومن ثم اختلال التوازن البيئي لأنها غذاء أساسي لكائنات أخرى. يقول البروفيسور جيرهارد ايسينبس من جامعة ماينز بألمانيا: "امتُصّت الحشرات من موطنها بواسطة تأثير المنظّفة الخوائية للإضاءة الاصطناعية"، فشبّه قتل الحشرات عن طريق الإنارات بشفط المكنسة الكهربائية. إنارة الطرقات القوية وإضاءات الأمن التي تصل إلى ٢٠٠٠ واط تجذب الحشرات، وهذه إضاءة قوية جدا يستخدمها العلماء لدراسة الحشرات في غابات البرازيل. أنت لا تحتاج أن تتفحص أجسام متناهية الصغر بتلك الإضاءة القوية في الشارع. إذا لم تمُت هذه الحشرات من حرارة مصدر الضوء الهائل فإنها ستدور بدون هدف حتى تسقط على الأرض. ذكر ذلك كينيث فرانك الطبيب المتحمس في دراسة حشرة العثّة (moth) في بحث له عام ١٩٨٨، فقد نبّه علماء الحشرات من أنّ ثمة خطر يحدق بالحشرات المتجمعة على الإنارات تحوم حولها طول الليل، ليس لديها طاقة في أن تتغذى وتتكاثر وهي جديرة بالدراسة. نتيجة لذلك، ومع إنارات مضاءة طول الليل مدة ٣٦٥ ليلة وإلى أجل غير مسمى، ستقل أعداد الحشرات بشكل خطير.

لاحظ نقصان أعداد الحشرات المفاجئ الكاتب كولن هنشاو (من مدينة تبوك) في مقاله التأثيرات البيئية للتلوث الضوئي عام ١٩٩٤، فقال: "عندما كنت طفلا أذهلني تنوع الحشرات الموجودة أيام الإجازات في أرياف كورن وولو، لكن عندما عدت لمانشستر لاحظت عددا قليلا منها"، وبمعدل الإضاءات في المدن هذه الأيام، فإنها لابد أن تقتل

ملايين من الحشرات يوميا. فلا تتعجب من خلو المدينة من الحياة البيئية بسبب نقصها، فالحشرات هي مصدر الغذاء الأول لكثير من المفترسات كالخفافيش والطيور والسحالي والضفادع ونقصان هذه المفترسات يؤثر بشكل مخيف جدا على كائنات أخرى ويقل التلقيح عند النبات، وذكر كولن هنشاو أنه نتيجة لموت الكائنات التي تلقح النباتات فسيقل التنوع الأحيائي للنباتات. هناك حقيقتان جديرة بالاهتمام، الأولى أنّ الدكتور كلفن كونراد من مركز أبحاث روثامستد لاحظ أنّ هولندا هي أكثر بلد خالٍ من الحشرات في أوروبا، والحقيقة الثانية أنّ الدكتور بيرانتونيو سنزانو من جامعة بادوا بإيطاليا أظهر دليلا عن طريق القمر الصناعي أنّ أسوأ تلوث ضوئي على مستوى أوروبا موجود في هولندا، وذكر الباحث أنّ هولندا معروفة بزراعة الأشجار المثمرة وسبب ذلك هو التلقيح اليدوي، ومع ذلك فإنهم بحاجة إلى ملقحات حشرية طبيعية. من المعروف أنّ طيور الدّوري المشهورة تقتات على الحبوب في الغالب، لكن بناء على بحث جديد للدكتور كيت فنسنت جاء فيه أنّ صغار هذه الطيور تتغذى على الحشرات والعناكب حتى تحصل على البروتين، فإذا لم تحصل على حشرات كافية (وفي ظل نقصانها هذه الأيام) فلن تعيش. حتى العناكب نفسها تتغذى على الحشرات، فنقصان الحشرات يؤدي إلى نقصان أعداد العناكب (٨)، فأصبحنا ملزمين بحل سريع وفوري، وما أكثر الحلول السهلة كما سيرد.

- سلوك الحشرات حول الإنارات:

يعطل طيران الحشرات حول الإنارات Flight-to-light توازنها البيئي بطرق كثيرة ويؤدي ذلك في الغالب إلى موت كثير منها. فرّق بودن (1982) بين طيران الحشرات قرب الإنارات وطيرانها بعيدا عنها وتأثير ذلك، لكن ركزت أغلب الدراسات على التأثير قرب الإنارات أو قرب منطقة الجذب zone of attraction. في هذا الفصل، سألخص الأبحاث التي دَرَسَت سلوك الحشرات قرب الإنارات. هناك ثلاثة تصنيفات لهذا الجذب الضوئي، وقد درس فرانك (1988) بتعمق الميكانيكية الفيسيولوجية لهذا السلوك.

الحالة الأولى: يضطرب نشاط الحشرة الطبيعي ليلا باتصالها بمصدر الضوء، وقد جعل الله -سبحانه وتعالى- ظلام الليل لها لتبدأ نشاطات أخرى مختلفة عن تلك التي في النهار، فتُعطّل الإنارات هذه النشاطات الليلية للحشرات. على سبيل المثال، تعبُر العثة الأراضي الخضراء بحثا عن الزهور. أثناء بحثها، تدخل هذه الحشرات منطقة الجذب zone of attraction لإنارة الطريق فتصل إلى مصدر الضوء (صورة ٢٦، شكل ٧). قد تطير الحشرة مباشرة باتجاه الغطاء الزجاجي الساخن للإضاءة وتموت مباشرة، وقد

تدور حول الإضاءة على نحو متواصل حتى تصطادها المفترسات أو تسقط على الأرض من الإجهاد حيث تموت أو تُلتقَط من قبل مفترساتها. هناك حشرات أخرى تستطيع الخروج من منطقة الجذب الضوئي وتعود للطيران بحثا عن أماكن مظلمة، وقد لاحظت ذلك في إحدى حدائق منطقة عسير حيث تحاول بعض الحشرات التخفي بين أوراق الأشجار حيث كثافة الضوء منخفضة. قد يكون سبب هذا الجذب هي الكثافة العالية جدا للضوء قرب مصدر الإنارة. تستطيع بعض الحشرات أنْ تخرج من منطقة الجذب وتعود مجددا لها، وبعضها يصبح عديم النشاط وهذا يعرضها لخطورة عالية من المفترسين. قد تفشل بعض الحشرات من الوصول إلى الضوء بسبب الوهج الزائد للإنارة وتصبح عديمة الحركة وقد تبقى على الأرض. أظهر هارتستارك وآخرون (1968) أنّ أكثر من ٥٠٪ من حشرات العثث توقف الطيران عندما تصل الضوء وتبقى على الأرض. تمتد منطقة الجذب الضوئي إلى نصف كيلو متر تقريبا من مصدر الضوء، ويُعتبر بقاؤها على الأرض ضمن نطاق الجذب الضوئي. أطلق الباحث على هذا السلوك بتأثير الأسْر أو الثبات fixation or captivity effect فيأسر الضوء هذه الحشرات ويجعلها غيرقادرة على الحركة وغيرقادرة على الابتعاد والخروج من منطقة الضوء المبهر.

الحالة الثانية: وهي اضطراب حركة الحشرات من مسافة بعيدة بواسطة الضوء الموجود على طريقها وهي تطير ليلا. يبدأ السيناريو بحشرات تطير خلال وادٍ (شكل ٨)، وهي تستخدم علامات طبيعية لتساعدها على توجيهها أثناء طيرانها كالنجوم والقمر والأشجار ومظهر الأفق، فتعيق الإنارات طريقها وكأنها حاجز (barrier) فتموت. لذلك سمي بتأثير حاجز التكسير crash barrier.

الحالة الثالثة: تسمى هذه الحالة بتأثير المنظفة الخوائية vacuum cleaner effect، فيتم امتصاص الحشرات من البيئة كما لو كانت عن طريق المُنظّفة الكهربائية، وهذا يقلل أعدادها.

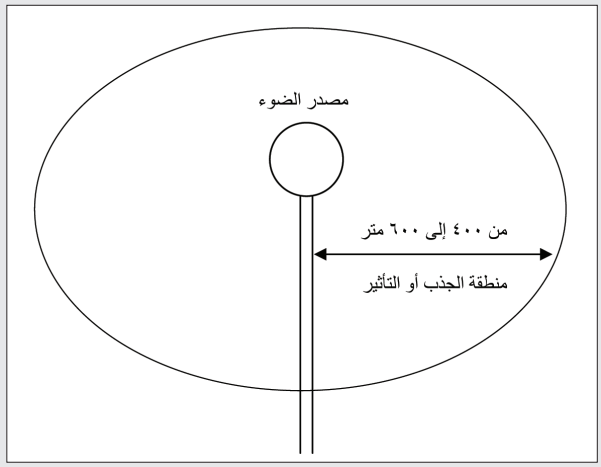
هناك اختلاف حول طول قطر منطقة الجذب الضوئي zone of attraction عند العلماء. بناءً على مراحل القمر واختلاف لمعان الإضاءة، فقد افترض العلماء أقطار مختلفة لمنطقة الجذب. على سبيل المثال، عندما تكون القوة ١٢٥ واط لإنارة فلوريسينية فإنّ قطر الجذب كما يلي:

- من ٥٠ إلى ٧٠٠ متر (Dufay 1964)
- من ٣٥ إلى ٥١٩ مترا (Bowden and Morris 1975)
- من ٥٧ إلى ٧٣٦ مترا (Bowden 1982)

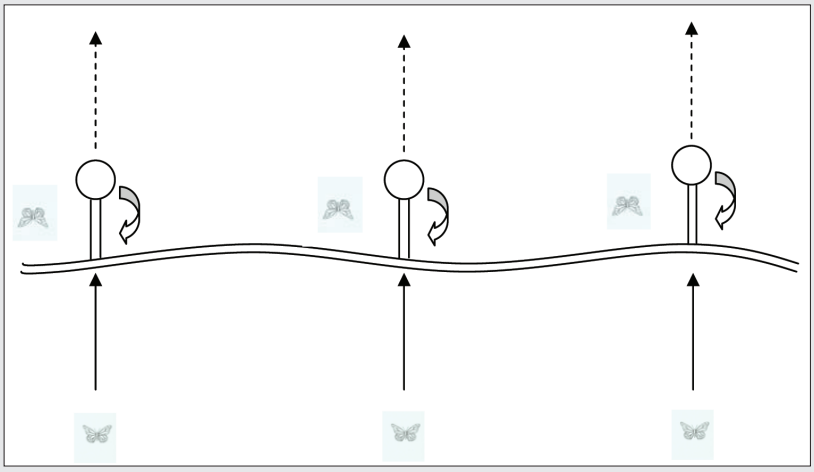
فمن خلال هذه الدراسات، نلاحظ تغيرا في قطر منطقة الجذب لكنها متقاربة بعض الشيء. تم حساب احتمالية طيران العثث Xestia cnigrum حيث قام بذلك كلا من تايلو وكارتير (1961)، فوجدا أنها ٥٠٠٠ ضعف طيران الأنواع Amphipyra tragopogimis وهذا يدل على اختلاف أنواع العثث في طيرانها باتجاه الضوء.

يقلل التلوث الضوئي أعداد العثة Catocala (Noctuidae) الموجودة على مسافة أقل من ٣٠ مترا (٩٨ قدما) من الإضاءة (38)، كما تقلل إضاءة البساتين بحث العثة Cydia pomonella عن الطعام (Herms 1932) ويمكن اعتبار ذلك دراسة بحثية تعطينا فهما أكبر لتأثير بحث الكائنات الأخرى عن الطعام لأنّ هذه النتيجة متوافقة مع نتائج أبحاث أخرى. في كوستاريكا، لُوحظ أنّ ستة أجناس من العائلة Sphingdae تمتص الرحيق عندما تكون الأزهار على مسافة ٢٠ إلى ٥٠ مترا من مصدر الضوء رغم أنّ هناك ملاحظات تثبت أنّ بعض الأنواع تتغذى قرب الإنارات وإحدى الأسباب هو العدد الهائل للأنواع والأجناس (Norris 1936). تُحرق الإنارات حشرات العثة التي تطير حول كسوة زينة السرج lamp housing أو تهبط على أسطح اللمبات الحارة. وُجد آلاف من هذه الحشرات داخل هذه الصناديق التي تكسو السرج (38). تعاني هذه الحشرات من قَطْع لأجنحتها وفقد لتوازنها عندما تطير حول الأسطح المنيرة واللمبات، وقد تفقد جزءا من جسمها أو جزءا من قرون استشعارها.

شكل ٧: منطقة الجذب التي تدخل فيها الحشرات
(Adapted from: Longcore and Rich 2006; Fig.12.2. Ref. 38).



شكل ٨: الأسهم المتقطعة تشكل مسار الحشرات الطبيعي إذا لم تكن هناك إنارات، فلا تستطيع إكمال مسارها بسبب قتلها عن طريق الإضاءات.
(Figure design، by author. Adapted from Longcore and Rich 2006; Fig 12.1، Ref. 38) Butterfly sketch، by Lyla Abernathy (129).



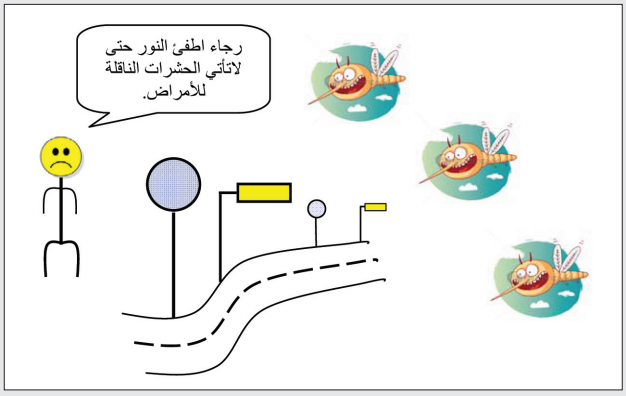
- جذب الحشرات الناقلة للأمراض وانتشار الأوبئة:

غيّر الضوء الاصطناعي تصرف الكثير من الحشرات، ويعتقد أن تكون هناك احتمالية زيادة الاتصال بين الانسان والحشرات الناقلة للأمراض كالبعوض وغيرها (١١). لا توجد هناك دراسة مفصلة حول علاقة البعوض بالإضاءات ولكن قام بارقيني وميديروس (2010) بمناقشة ذلك ووضع أدلة، وافترض تايلور (1997) أنّ التلوث الضوئي يرفع أعداد المصابين بالملاريا. تجذب الأضواء البعوض كسائر الحشرات، ومعلوم أنّ البعوض ناقل لأمراض عديدة وخطيرة كالطفيليات والفيروسات الحمية وتشمل فيروس حمى الضنك وفيروس حمى الوادي المتصدع وفيروس الشيكونقونيا وغيرها (شكل ٩). هناك سؤال غامض وهو هل تنجذب هذه الحشرات للضوء نفسه أم تتغير سلوك تغذيتها عند الإنارات؟ انتشرت مؤخرا بعض هذه الفيروسات في بعض مناطق المملكة كفيروس حمى الضنك. في عام ٢٠٠٠، كان هناك وباء لفيروس حمى الوادي المتصدع في منطقة جازان لأول مرة وهي الفترة التي انتشرت فيها الإنارات، وقد تقود الإضاءات الخارجية إلى طرق جديدة لنقل الأمراض والأوبئة رغم أنّ المتخصصين في علم الوبائيات لم يركزوا على التلوث الضوئي كعامل لنشر تلك الأمراض بل إنّ البعض لا يعي التأثير الخادع للتلوث الضوئي ولا يؤمن بعلاقة انتشار الأوبئة والإضاءات. بما أنّ إضاءات الليل قد غيرت سلوك الإنسان فقد تُغيِّر سلوك الحشرات الناقلة للأمراض بشكل غير مباشر (11).

ومن عام ٢٠٠٠ حتى الآن، انتشرت فيروسات أخرى تنتقل عن طريق حشرات منها حمى الخرمة والذي تم اكتشافه لأول مرة بين ستة أشخاص في مدينة جدة عام ١٩٩٤ تلتها ١١ حالة من عام ١٩٩٤ إلى ١٩٩٩ وعاود المرض الظهور بين عامي ٢٠٠١ – ٢٠٠٣ ثم حالات جديدة بعد ذلك في جدة. رصد المختبر الإقليمي التابع لوزارة الصحة فيروسات أخرى تسبب الحميات النزفية مثل فيروس الشيكونقونيا، حمى الوادي المتصدع، وحمى الضنك، وأوضحت مديرية الشؤون الصحية بمحافظة جدة في صحيفة المدينة بتاريخ ١٢/١/٢٠١٠ أنّه لا توجد علاقة بين السيول والأمطار في المناطق المتضررة وبين هذا المرض، وقد يكون التلوث الضوئي وازدياد أعداد الإنارات عاما بعد عام هو السبب عن طريق ميكانيكية جذب القراد والحشرات الناقلة للأمراض إلى المناطق الأكثر إضاءة. ليست جميع الحالات التي تذكرها الصحف أو يذكرها المتخصصون في الفيروسات والأمراض المعدية هي الوحيدة، فهناك حالات كثيرة لا تستطيع الفحوصات الإكلينيكية إيجادها. عندما تقترب الحشرات الناقلة للأمراض من مسكن الإنسان الذي توجد فيه إضاءات خارجية، قد تلوث النباتات التي يأكلها الإنسان وتصيب الكائنات الأليفة الموجودة في المناطق السكنية بالعدوى وقد يزداد خطر انتقالها للإنسان. في بعض الدراسات، لاحظ العلماء ارتفاع أمراض عن طريق تناول بعض الفواكه والنباتات القريبة من الإضاءات (11). اللشمانيا هو أحد الأمراض الطفيلية التي ازدادت في المناطق الملوثة بالضوء فتجذب ناقل هذا المرض وهي ذبابة الرمل sand fly وقد تصاب الكائنات الأليفة كالدجاج وصغار الحيوانات وتصبح عائلا للمرض host. هناك كائنات هامة قد تصاب بإحدى الأمراض عن طريق ازدياد أعداد الحشرات الناقلة للأمراض والفيروسات كالبقر والماعز والابل، فتتلوث ألبانها بهذه الأمراض. وفي دراسة حول انتشار ذبابة الرمل في السعودية، وجد الباحثون أنّ الرياض والقصيم والأحساء يوجد فيها أكبر عدد من هذه الحشرات الناقلة للشمانيا (و هي من أكثر المدن تلوثا بالإضاءات)، كما توجد في عسير وجازان اللشمانيا الحشوية (و توجد فيها إنارات لا حصر لها)، وقد كانت أعداد ذباب الرمل داخل المدن (الملوثة بالضوء ليلا) هي الأكثر في أوقات الليل (سليمان العمرو – كلية الزراعة – جامعة الملك سعود). كان هناك أكثر عدد لحالات اللشمانيا في الرياض (و هي المدينة الأكثر إضاءة في السعودية) بعدد ١٨١٢ حالة (٢٢,٢٪). علينا أن لا ننسى أنّ ذبابة الرمل والبعوض هي نواقل للفيروسات التي تسمى arboviruses وهي سبب انتشار الكثير من الأوبئة، فقد عزل من الذبابة سلالة من الفيروسات عن طريق جذب ذباب الرمل للضوء وذلك بوضع فخّ ضوئي، فارتفاع أعداد الإنارات مجلبة لذباب الرمل والبعوض وغيرها. قد تكون إحدى الأسباب هي تجمعات البشر ليلا حول الإضاءات وبالتالي زيادة التعرض لهذه الحشرات. هناك قاعدة في علم الجراثيم الطبية وهي أنّ هناك نسبة

كبيرة من المصابين بالأمراض الميكروبية لا تظهر عليهم علامات المرض وقد تتراوح بين ٩٠ – ٩٩٪ وعلينا أن لا نتجاهل هؤلاء المرضى ودور التلوث الضوئي في جذب الحشرات الناقلة للأمراض وازدياد هذه الحالات. ذكر أيضا موقع كارتون ستوك انجذاب البعوض لأضواء الليل، وقد نشر صورا كرتونية توضيحية للأطفال حول ذلك لتوعيتهم.

شكل ٩: يوضح انجذاب البعوض لأضواء الليل.
(Figure design: by author. Mosquito courtesy: www.shutterstock.com)



رغم أنّ مدينة الرياض ليست من المناطق التي تصيبها الملاريا، فقد حصلت حالات قاتلة لأول مرة للملاريا من النوع الخبيث Plasmodium falciparum، فهل إضاءاتها القوية الاستثنائية على امتدادها جذبت البعوض من مناطق تبعد مئات الكيلومترات فحصلت تلك الحالات؟!!

- نقص محتمل في تنوع الحشرات المفيدة حول الإضاءات:

إنّ نقص أعداد الحشرات - خاصة المفيد منها - أمر بيئيّ خطير، فقد تنقرض بعضها وتتأثر تنوعات بيئية أخرى. في المنشورات العلمية القديمة، دوّن علماء الحشرات على نحو متكرر اصطياد كبير لها في شَرَك (أو فَخّ) ضوئي، لكن الاصطياد في أيامنا كان أقل من ذلك. اصطاد كلا من روبنسون وروبنسون (1950) أكثر من ٥٠٠٠٠ عثّة في فخ ضوئي واحد في الليلتين ٢٠ – ٢١ أغسطس عام ١٩٤٩. وفي بحث آخر، تم اصطياد ٥٠٠٠٠ عثة بشَرَك ضوئي واحد من ٢ مايو إلى ١٢ سبتمبر عام ١٩٧٨ في مزرعة مستقلة (Worth and Muller 1979). وجد كلا من إسنبس وهاسل ٦٢٠٥ حشرات باستخدام ١٩ فخ ضوئي من ٢٩ مايو إلى ٢٩ سبتمبر ١٩٩٧. بالرغم أنّ طريقة العَدّ في تلك الدراسات بسيطة

ولا تعطي تقييما إحصائيا إلا أننا نلاحظ نقصان أعدادها في نهاية القرن العشرين وهي فترة ازدياد الإنارات وقد تعطي دلالة قوية على النزول المستمر في أعداد الحشرات. وصف هيث (1974) في التقرير العلمي "قرن من التغيير في الليبيدوبترا (حرشفيات الأجنحة)" A Century of Change in the Lepidoptera وهي أشهر رتبة في العالم، بعض التغيرات العميقة في بريطانيا العظمى، وكانت معظم هذه التغيرات على شكل انقراض أو نقصان أو وجود أنواع في مناطق محددة. لم يكن في الماضي نقاش عن التلوث الضوئي كخطر جديد على الحشرات لكن علماء الفلك قد دوّنوا تأثير ذلك (Riegel 1973). من خلال الملاحظات، وثّق ماليكي (1965) أنّه كان هناك طيران للحشرات خلال العامين الأولين قرب محطات الوقود الحديثة قوية الإضاءة، وبعدها نقصت أعدادها كثيرا في الأعوام التي تلتها بعد ذلك، وحسب رأي جرهارد إسنبس أنّه يجب اعتبار كل تلك الملاحظات على أنها دلالات لتغير خطير مفاجئ لأعداد الحشرات الهامة بسبب تأثير المُنظّفة الخوائية التي تقوم بها الإنارات.

وجد أحد الباحثين تنوع للحشرات بعيدا عن الإضاءات الاصطناعية الليلية في منطقة Taunus بألمانيا. في ثمان ليالٍ أمسك بمعدل ٢٦٠٠ حشرة في كل فخ كل ليلة. كان أكثر اصطياد بمعدل ١١٢٢٩ و٥٠٢٠ حشرة في كل فخ كل ليلة، ويجب اعتبار ذلك دليلا آخر على أنّ هناك أعدادا كثيرة من الحشرات المتنوعة في المناطق المظلمة مقارنة بالمناطق المنيرة ليلا. قام الباحث في رسالة للدكتوراه (Scheibe 2000) بمحاولة تحديد قدرة الفخ في اصطياد الحشرات الطائرة في مناطق الجذب لإضاءة واحدة في شارع، وقد جمع كل أنواع الحشرات المائية كذبابة نوّار mayfly، وذباب caddisfly الذي يوجد منه ١٢٠٠٠ نوع تقريبا، وذباب dipterans وهي حشرات مزدوجة الجناح. عن طريق التقدير الاستقرائي، لو كان هناك صفّ من إنارات الشوارع على امتداد نهر فقد تصبح الأنواع منقرضة محليا في وقت قصير ويفسر ذلك طريقة تأثير المنظّفة الخوائية لإنارات الشوارع (38). دُوِّن تجمّع عدد كبير من حشرات نوّار Ephoron virgo حول الإضاءة على ضفة نهر، وتجمعت الحشرات بكثافة عالية جدا إلى أن غطّت المنطقة تحت الإنارات بسُمْك ١ سنتيمتر من الحشرات الميتة. تم تسجيل ١,٥ مليون حشرة ميتة في ليلة واحدة على طريق مضاء لجسر، وتفقد إناث الحشرات بيضها مع ذلك التأثير. فقدان ذلك البيض إضافة إلى عدم إخراجه للماء معناه ضياع جيل كامل. ناقش فرانك (1988) ذلك، وقد قال أنّ الأنواع النادرة مهددة vulnerable عن طريق الإنارات الاصطناعية، حتى أنّ الباحث كوليقز (2000) دوّن اصطياد لأنواع في القائمة الحمراء المهددة في دراسة مستفيضة.

عندما وضع العلماء فلاتر على الإنارة الفلوريسينية أو الزئبقية لحجب الإشعاعات فوق البنفسجية، انخفض معدل اصطياد الحشرات، وقد جرّب العلماء ذلك في محاولة لهم لتخفيف ذلك التأثير حماية للحشرات الهامة في البيئة. ستسهم هذه المحاولة في تحفيز الشركات المصنعة للإضاءة لإنتاج إنارات جديدة التصميم لتخفيف آثار التلوث الضوئي كصناديق إضاءات تَستخدِم زجاجا لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية وغير ذلك من التصاميم.

- تقدير لمعدل موت الحشرات قرب إنارات الشوارع:

ذكرنا أنّ ذبابة نوّار mayfly تنجذب للضوء ليلا، وبناءً على إحصائيات الاتحاد العالمي لصون الطبيعة فإنّ ذبابة نوّار من نوع Acanthometropus pecatonica قد انقرضت عام ١٩٩٦ وهي ذروة ازدياد الإنارات، فلماذا لم تنقرض في ظل وجود كل التغيرات عبر ملايين السنين؟! إنّ توازن الليل المظلم والنهار المضيء هو سرّ من أسرار الحياة وقد لا ندرك ذلك. انقراض هذه الكائنات في هذه الفترة لهو أكبر دليل على خطر التلوث الضوئي حيث لم يحصل هذا الانقراض لها منذ أن خلقها الله. قدّرَ الباحث Bauer 1993 أنها تموت بمعدل ٣٣٪، وتتجنب بعض الحشرات خطر الضوء القاتل فتعيش، لكنها تصبح غير قادرة على التكاثر. هذه بعض الحسابات لتقدير معدل موت الحشرات حول الإنارات في مدينة متوسطة المساحة في ألمانيا وكذلك للبلد بأكمله، وهذه الحسابات مبنية على الافتراضات الآتية:

- أنواع الإضاءات فلوريسينية أو زئبقية، وإنارات الصوديوم عالي الضغط.
- متوسط عدد الحشرات التي تتجمع حول الضوء هو ٤٥٠ حشرة للإنارة الزئبقية و١٨٠ حشرة لإنارة الصوديوم عالي الضغط (و هذا مشتق من دراسات في منطقة Rheinhessen).
- متوسط عدد الحشرات المقتولة حول إنارة واحدة كل ليلة هو ١٥٠ حشرة للإنارة الزئبقية أو الفلوريسينية، و٦٠ حشرة لإنارة الصوديوم عالي الضغط.

و بافتراض مدينة أخرى بحجم مدينة Kiel شمال ألمانيا، والتي لديها ٢٠٠٠٠ إنارة في شوارعها، وعدد ٢٤٠٠٠٠ نسمة عام ١٩٩٨، فإنّ معدل الحشرات المقتولة حول الإنارات سيكون ٣ مليون كل ليلة أو ٣٦٠ مليون كل فصل (١٢٠ يوما) أو مليار و٩٥ مليون حشرة كل عام. بافتراض أنّ نسبة عدد الإنارات إلى عدد البشر هو ١:١٠ لكل ألمانيا، فإنّ هذا البلد بعدد ٨٢ مليون نسمة تقريبا سيشتمل على ٨,٢ مليون إنارة. وبالتقدير الاستقرائي، فإنّ عدد الحشرات المقتولة كل صيف في ألمانيا بأكملها سيكون ١٠٠ مليار حشرة (أو عُشْر تريليون).

- اختيار أنواع من الإنارات لحفظ الحشرات الليلية:

بمقارنة كل أنواع الإضاءات، تعتبر إنارات الصوديوم منخفضة الضغط هي التي تجذب أقل عدد من الحشرات وهذا أمر غير مشكوك فيه (38). في السنوات القليلة الماضية، حَسّنت تعديلات تقنية في نظام الإضاءة كفاءة طاقة إنارات الشوارع في ألمانيا كاستبدال الإنارات الزئبقية بالصوديوم، تحسين الصناديق الزجاجية للإضاءة، التباعد بين أعمدة الإنارات ودراسة المسافة بينها، وتطوير وحدات للتحكم بالإضاءة. سيقلل هذا التعديل معدل استهلاك الطاقة ١ كيلو واط ساعة (1 kWh) كل يوم لكل إضاءة وتقليل انتاج غاز ثاني أكسيد الكربون بمعدل ٠,٦ كيلو جرام يوميا لكل إضاءة (جدول ٥).

جدول ٥ : معدل استهلاك الطاقة وما يكافئها من انبعاث لغاز ثاني أكسيد الكربون (38).
(Philips-AEG Lighting Technique، Germany)

	نظام إضاءة قديم	نظام إضاءة جديد
استهلاك عالي للطاقة	280 واط X 11 ساعة/يوم = 3.08 كيلو واط ساعة/يوم	160 واط X 11 ساعة/يوم = 1.76 كيلو واط ساعة/يوم
استهلاك أقل للطاقة (تخفيف الإضاءات بعد منتصف الليل)	280 واط X 5 ساعات/يوم 140 واط X 6 ساعات/يوم = 2.28 كيلو واط ساعة/يوم	160 واط X 5 ساعات/يوم 80 واط X 6 ساعات/يوم = 1.28 كيلو واط ساعة/يوم
انتاج ثاني أكسيد الكربون عندما يكون الاستهلاك للطاقة عاليا	1.848 كيلو جرام/يوم	1.056 كيلو جرام/يوم
انتاج ثاني أكسيد الكربون عندما يكون الاستهلاك للطاقة منخفضا من بعد منتصف الليل	1.344 كيلو جرام/يوم	0.768 كيلو جرام/يوم

*يجب أن يقوم جميع المسؤولين من مصممي الأضواء و صانعي القرار بدراسة و تطبيق هذه الحلول و غيرها لتحقيق الفوائد البيئية.

- جذب الإناث والتزاوج:

قد يُضعف الطيران باتجاه الضوء flight to light نشاطات التزاوج عند الحشرات. مخبريا، لا تستطيع العثة Heliothis zea (Boddie) التزاوج إلا إذا كانت أعينها متأقلمة على الظلام. يجب أن تكون كثافة الضوء 0.015 ميكرو واط / سنتيمتر مربع (و هي تعادل ٠,٠٥ لكس تقريبا) للقيام بذلك السلوك، وهي كثافة نور القمر في مرحلة

التربيع الأول. تُثبِّط (تقلل) الإضاءة الاصطناعية الفيرومونات pheromones (وهي روائح كيميائية جنسية) عند الإناث وكذلك تقلل هذه الإضاءة الاستجابة عند ذكور Trichopulsia ni (Shorey and Gaston 1964، Sower et al. 1970) وكذلك الأنواع Dioryctria abietvorella من هذه الحشرة (Fatzinger 1973).

- وضع البيض:

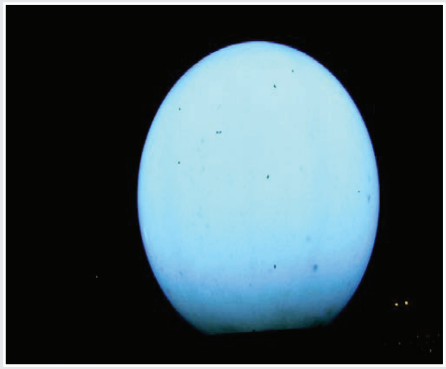
يمكن أن يؤثر طيران الحشرة المُحَمَّلة بالبيض حول الإنارات على وضع البيض وتثبيطه. كان وضع البيض عن طريق العثة من الجنس Heliothis spp. على القطن المُضاء صناعيا أقل بنسبة ٨٥٪ من وضعها للبيض على القطن الغير مضاء، وكانت هذه النتيجة متوافقة مع أخرى في مختبر الأبحاث، رغم وجود نتيجة مختلفة أظهرت ازدياد وضع البيض على القطن المُضاء (Nemec 1969). يساعد تزامن كلا من دورة حياة الحشرة ومراحل القمر في معرفة الاتجاهات وفي التزاوج، وتتجنب المفترسات في عملية متوازنة. كان أقل عدد لوضع البيض عند العثث Heliothis zea في حقول القطن عندما يكون القمر بدرا وهو نفس العدد القليل لوضع البيض في الفخ الضوئي (Nemec 1971)، ومن المحتمل أن تحاكي الإضاءات الاصطناعية نور القمر وتعطل هذا التزامن.

- الساعة البيولوجية:

تطير بعض أنواع العثث إلى مصدر الضوء ثم تأخذ قسطا من الراحة لبضعة ساعات في الظل المجاور لهذه الإنارات، بالتالي لا يؤثر التلوث الضوئي على نشاط هذه الحشرة في الطيران فحسب بل قد تُغيِّر من الساعة البيولوجية المسؤولة عن النشاطات الأخرى غير الطيران. في مختبر الأبحاث، وُجِدَ أنّ واحدة من كل ساعتين بيولوجيتين - الحساسة للضوء- عند العثث Pectinophora gossypiella تستجيب للطيف ٥٨٩ نانومتر التي تبعثها إنارات الصوديوم قليل الضغط (Pittendrigh and Minis 1971) وما تزال الأبحاث جارية في هذا الجانب. على سبيل المثال، لا يُعرَف كم هو مدى تأثير سلوك الطيران حول الإنارة ليلا على توقيت استجابة الفيرومونات pheromones عند الذكور بعد أن تطير بعيدا عن الإضاءة الاصطناعية.

- أنواع الإضاءات التي تَحُثّ سلوك الطيران حول الضوء عند العثث:

باستثناء إنارات الصوديوم قليل الضغط، يحفّز الانبعاث الطيفي لكل أنواع الإنارات الخارجية سلوك الطيران حول الضوء عند العثث. تَحُثّ الأطوال الموجية القصيرة للضوء (كالزرقاء وفوق البنفسجية) هذا السلوك بطريقة أقوى عند معظم أنواع العثث (Mikkola 1972) وليس جميعها. على سبيل المثال، هناك أنواع قليلة مثل Idaea dimidiate تنجذب بشكل كبير حول إنارات الصوديوم عالي الضغط. من بين كل أنواع الإضاءات، لا تقوم إنارات الصوديوم قليل الضغط بجذب هذه الحشرات حول الإنارات، ونادرا ما تقوم بهذا التأثير (Robinson 1952، Rydell 1992) رغم أنّ حساسية شبكيّة حشرة العثة يمتد إلى المدى الطيفي التي تبعثها هذه الإنارات وهو ٥٨٩ نانومتر (MacFarlane and Eaton 1973، Mikkola 1972، Mitchell and Agee 1981). لدى معظم أنواع الإنارات قابلية لقتل الحشرات كالعثث بطريقة مباشرة أو غير مباشرة أو تتداخل سلبا مع تكاثرها. لاحظت تجمع لعدد كبير من الحشرات الصغيرة جدا على الإنارات الفلوريسينية في كثير من المحلات (صورة ٢٧)، وبعد فترة من الزمن ستختفي هذه الحشرات كونها قد أوقفت نشاطاتها الطبيعية التي تمارسها في الليل.



صورة ٢٧: إضاءة واحدة فلوريسينية تجذب الحشرات طول الليل وبشكل دائم. قوة الإضاءة ٣٢ واط (١١٠٠ لُوْمَن). هناك عدد لا يحصى من هذه الإضاءات خارج المباني ولكل منها نفس التأثير، وعن طريق التقدير الاستقرائي هناك مليارات من هذه الحشرات حول هذه المصابيح. سأسمي هذه الإضاءة «بالكرة السحرية» لأنّ الحشرات لا تستطيع أن تقاوم أطياف الضوء الصادرة منها، وقد أوقفت جميع نشاطاتها وسلوكها الطبيعي الذي تقوم به ليلا. (Photo، by author)

- التوزيع الغير متساوي للإنارات:

كثافة الإنارات ليلا في المدن وضواحيها غير متساوية في معظم الدول (38)، ومن خلال الرؤية من الطائرات، يُلاحَظ أنّ المناطق المظلمة هي البيئات النباتية كالحدائق، ويجب أن تكون مظلمة للحفاظ عليها وعلى الكائنات الهامة في توازنها. إذا كانت العثث موجودة في الحدائق المضاءة، يمكن اطفاؤها أثناء فترات طيرانها وقد يحصل هذا الطيران من بعد منتصف الليل (Williams 1939).

- عوامل تزيد من تأثير الإضاءات الخارجية على أعداد العثث:

يؤثر الضوء الاصطناعي الموجود بين بيئات الكائنات الحية على تنوعها. في لندن، أصبح ٦٠ نوعا من العثث الكبيرة منقرضة محليا بعد أن كانت مستوطنة في نفس المناطق المحلية، وهناك ١٠٤ أنواع تحت خطر الانقراض وتم اتخاذ توصيات لحمايتها (Plant 1993)، ويمكن اعتبار أكثر من ربع الأنواع المستوطنة في تلك المناطق على أنها منقرضة محليا أو مهددة (38). قد يتداخل الضوء الاصطناعي مع هجرة الحشرات المفيدة. في مدينة Kiel بألمانيا، تم اصطياد ٨ أنواع مهددة بالانقراض في فخّ وُضِعَ في إنارات شوارع الضواحي لدراسة تأثير الإضاءات على الأنواع المهددة. لم تكن النباتات العائلة لهذه الأنواع المهددة موجودة قرب هذه الإنارات (38)، وهذا يدل على أنها أتت بسبب جذب الإنارات من مسافة بعيدة وليس بسبب بحثها عن النباتات التي تعيش عليها. فيما يتعلق بالأنواع المهددة بالانقراض، وُجِدَ أنّ أكبر تأثير خطير للإضاءات الاصطناعية هو في تشتت توزيعها. تعمل الإضاءات الموجودة بين بيئات هذه الحشرات الهامة كحاجز لمنع حركة العثث (و عن طريق منع تحركاتها) يضاعف التلوث الضوئي ضرر التقسيمات البيئية لهذه الحشرات التي تحصل عن طريق التوسع في المناطق السكنية، رغم أنّ تنوع الفراشات هو الأكثر تأثرا من العثث (Daily et al. 1996).

- طرق لحصر الإضاءات الخارجية لحماية العثث:

أفضل طريقة لحماية الحشرات على الاطلاق هي إطفاء الإنارات بكل سهولة. إذا كانت الإنارة هامة، يجب استخدامها فقط عند الحاجة. يمكن لمالكي اللوحات الإعلانية توفير المال والحفاظ على أعداد هذه الحشرات المهمة في البيئة وذلك عن طريق إنارة هذه اللوحات عندما يكون الناس في ازدحام بعدها يمكن اطفاؤها. يجب أن تكون هناك عواكس لتوجيه الضوء إلى حيث يراد. يمكن تركيب إنارات الصوديوم قليل الضغط إذا كانت العثث موجودة في المنطقة التي ستُضاء ويجب تجنّب الإنارات الفلوريسينية أو الزئبقية التي تبعث الأطياف فوق البنفسجية أو على الأقل وضع فلاتر لحجب هذه الأطياف القصيرة والخطيرة على الحياة البرية وعلى صحة الإنسان على حد سواء.

في تسعينات القرن الماضي انقرضت أنواع كثيرة من العثث ومنها:

-Agrotis crinigera
-Agrotis fasciata
-Agrotis kerri
-Agrotis laysanensis
-Agrotis procellaris

و هناك أنواع أخرى من الحشرات قد انقرضت مثل حشرة stonefly من نوع Alloperla roberti.

- النحـــــــل:

النحل من الحشرات التي تعيش في النهار بشكل عام ولكن توجد أنواع ليلية. إن كنت من النوع الذي يعتقد عدم وجود فائدة للحشرات، فقد أنزل الله سورة طويلة من أجل حشرة، إنها سورة النحل وهي من الملقحات للزهور والنباتات كسائر الكائنات الليلية مثل العثة والخفافيش وغيرها، وهناك سور أخرى كسورة النمل وسورة العنكبوت. هناك ظاهرة تسمى (CCD; Colony Collapse Disorder) وهي اختفاء العاملات من النحل اختفاءً حادا ليس في دولة واحدة بل في أكثر من دولة، وظل سبب ذلك غامضا رغم افتراضات العلماء لتلك الظاهرة، وما زالوا يبحثون عن الأسباب في دراسات شتى. قد يكون اضطراب تناغمها البيولوجي أحد الأسباب، وحيث أنّ هناك أربعة أنواع من النحل ليلية وحساسة من الضوء، فيمكن للباحثين أن يبدأوا مشاريعهم العلمية في اكتشاف تأثير الضوء الليلي LAN على مستعمرات النحل. هناك نوع من النحل ليلي، اسمه العلمي Megalopta genalis يستطيع التجول ليلا عن طريق ضوء النجوم الباهت بواسطة مستقبلات ضوء حساسة وهي عبارة عن أغشية كبيرة، وهناك حشرات ليلية كثيرة لديها نفس الميكانيكية الحيوية، بينما لا يستطيع النحل من نوع Lasioglossum leucozonium أن يقوم بتلك العملية الحساسة في الضوء الباهت كضوء النجوم. تعتبر هذه الأنواع من النحل مثالا نموذجيا لدراسة كيفية عمل مستقبلات الضوء وتأقلمها على الرؤية في الضوء الخافت. يعتمد كلا النوعين على الرؤية في الليل بشكل أساسي رغم اختلاف كثافة الضوء التي يحتاجها كل نوع من النحل (84). من الناحية الأخرى نجد أن نحل العسل (honeybee; Apis spp) لا يمكنه رؤية الألوان في الضوء الخافت تماما كالإنسان وبعض الفقاريات. هناك نوع نادر من النحل اسمه (Xylocopa tranquebarica) يستطيع تمييز الألوان في عدم وجود القمر عن طريق ضوء النجوم الباهت، وقد قام الباحثون بعمل هذه الدراسة عن طريق متابعة تلك الأنواع عندما تبدأ الطيران بعد مغيب الشمس بنصف ساعة وحتى الساعة الثالثة فجرا. أما الإنسان فيصبح تمييزه للألوان صعبا إذا كان القمر في مرحلة التربيع الأول أو أقل من ذلك والسبب هو أنّ الخلايا العصوية عندنا لا تستطيع تحليل الألوان. هذا هو أول دليل على أنّ هناك حشرات تستطيع رؤية ألوان الزهور في الظلام عن طريق أعينها لتبحث عن الرحيق (و هي مادة العسل الخام التي تفرزها بعض النباتات) وتجْمَع حبوب اللقاح. ومن العجيب في هذه الدراسة أنّ عملية رؤية وتمييز الألوان في الظلام مهمة عند الحشرات كأنواع النحل الليلية، وأنّ نور الشفق (و هو نور باهر إذا قارناه بضوء النجوم) يجعل رؤية الألوان عند هذه الحشرات صعبا،

على سبيل المثال يصبح اللون الأصفر أوضح عن طريق ضوء النجوم الباهت إذا قورن باللون الرمادي، بينما لم تستطع تمييز اللون الأصفر في نور الشفق (85). اقترح الباحثون أن يستمر كافة العلماء في بحثهم حول هذا الاكتشاف لمعرفة المزيد. ومن جامعة هارفارد، أثبتت دراسة أنّ دورة حياة وسلوك النحل الليلي من نوع Sphecodogastra texana معتمدة على دورة القمر الشهرية (٢٩ يوما تقريبا) بسبب اختلاف كثافة نوره وذلك بعد دراسة لمدة ٣ أعوام لأوكارها، وكانت معتمدة على نور القمر لا على الظلام، فإذا غاب القمر توقفت عن الطيران، وفي هذا أيضا توازن لهذا النوع من النحل على مدار الشهر في عمله كملقح للزهور. لو كان القمر بدرا على الدوام لهلكت وتعبت هذه الحشرات بسبب كثافة هذا الضوء السرمدي، أما نحن البشر فنعمل على الدوام ليل نهار فتعبت الأبدان بسبب كثافة الضوء القوية ليلا والتي جلبناها بأنفسنا.

- لماذا البحث عن الطعام ليلا؟!!

إحدى فوائد هذا النشاط الليلي هو غياب التنافس على تجميع حبوب اللقاح، فيجد هذا النوع فرصة لعمل ذلك. كما أنّ الزهور التي يقوم هذا النحل بجمع اللقاح منها هي زهور ليلية تسمى (Oenothera rhombipetala) تتفتح ليلا وهي مصدر اللقاح الوحيد لهذا النحل في المنطقة التي تم البحث فيها (منطقة كنق مان بأمريكا)، في حين يتجمع هذا النوع على زهور أخرى للحصول على الرحيق (٨٦). إحدى فوائد نشاطها هو قلة خطر افتراسها في الليل. يملك النحل من جنس Megalopta spp. أعين حساسة جدا وأقوى بثلاثين مرة من أعين العاملات. يحتاج هذا النحل أن يجهز نفسه ليلا للطيران لأنّ إضاءة النهار المبهرة تمنعها من فعل ذلك. وُجد أنّ النحل Megalopta يزداد نشاطه في وجود ضوء النجوم الباهت خاصة فترة الغسق والفجر. يستحيل على الإنسان رؤية الأجسام في هذا الضوء، لكن استخدم العلماء أجهزة تصوير خاصة جدا لهذه الدراسة واستخدموا أيضا الأشعة تحت الحمراء (٨٧). هناك عثة من نوع (Deilephila elpenor) تستطيع مشاهدة الألوان في الزهور ليلا ومن ثم الإستفادة منها عن طريق ضوء النجوم الباهت تماما كما مر مع بعض أنواع النحل الليلي (٨٨).

الفصل الثامن

تأثيره على البرمائيات

١. تأثيره على البرمائيات.

٢. الإضاءة الليلية وأنماط النشاط.

٣. التجمع حول الضوء.

٤. البحث عن الطعام في كثافة ضوء منخفضة جداً.

٥. التغيرات في سلوك الانتاج والتكاثر.

٦. توزيع النشاط والسلوك عند تغير كثافة الضوء.

٧. التأثير على إنتاج البيض وتطور اليرقانات.

٨. تأثير تغير الإضاءة.

- تأثيره على البرمائيات:

تعتبر البرمائيات كالضفادع والسلمندر كائنات هامة في النظام البيئي كفريسة ومفترس. تناقصت أعدادها بسبب الاحتباس الحراري والتغير المناخي واضطراب بيئتها والأمطار الحمضية، في حين تواجه اللاذنبيات (و هي البرمائيات التي لا أذناب لها) نقصانا في أعدادها وتنوعها هذه السنين (Alford and Richards 1999، Stuart et al. 2004). التلوث الضوئي هو أحد العوامل المسببة لنقص البرمائيات لأنها كائنات ليلية ولديها ساعة بيولوجية تتغير في وجود الضوء، وهي كائنات حساسة جدا لأي تغير يطرأ على بيئتها. ازدادت كثافة الأضواء الليلية في بيئة هذه الكائنات مع التوسع الصناعي والعمراني (Cinzano et al. 2001). لقد أظهرت التجارب المخبرية تغير إنتاج الهرمونات وتغير النمو والاستقلاب والتكاثر عند البرمائيات بسبب أضواء الليل رغم أنّ الأبحاث التي أجريت على البرمائيات وتأثير التلوث الضوئي عليها كانت قليلة. وفي تجارب حديثة، تأثر السلمندر بأضواء الليل، وقال المتخصص البيئي شارون وايز: "وجدنا أنه عند ترك إضاءة الليل، تبقى البرمائيات متخفية ولا تظهر" (٧٧). تحتاج البرمائيات إلى التأقلم التام على الظلام ليلا لتقوم بنشاطاتها الأخرى التي لا تقوم بها في النهار، وهذه الأضواء تعطل معيشتها في الليل، وكالإنسان تحتاج إلى فترة زمنية إذا تعرضت للضوء حتى يتم هذا التأقلم من جديد (٦٠). ذكر الباحث بريانت بوتشنان أنه يمكن أن يشكّل التلوث الضوئي خطرا على اللاذنبيات. هناك أسباب تجعل هذه الكائنات متأثرة من إضاءات الليل ومنها:

- معظم أنواع اللاذنبيات هي كائنات ليلية وهذا يضعها تحت خطر التعرض للتلوث الضوئي.
- أنّ اللاذنبيات تعتبر فرائس ومفترسات أيضا لكائنات أخرى، وأنّ التلوث الضوئي يغيّر التوازن والسلوك بين الفريسة والمفترس.
- أنّ اللاذنبيات أقل حركة من كائنات أخرى عديدة بسبب طبيعة التنقل locomotion وهذا يجعلها أقل تحملا لأي تغير ضوئي في بيئاتها.

لمعرفة أهمية الظلام في البيئة، فإنّ صنع الحامض النووي الريبي منقوص الأكسجين DNA والحامض الريبي النووي RNA عند الضفادع من نوع Rana pipiens يعتمد على دخول الظلام (Morgan and Mizell 1971). يُعتقَد أنّ اللاذنبيات ترى الألوان

(Chapman 1966، Hailman and Jaeger 1974)، لكن رؤية الألوان عند الضوء الخافت ليلا غير واضح لدى العلماء. تتكيف معظم الأنواع من هذه الكائنات على تغيرات الحرارة الفصلية، ففي المناطق الحارة يُنظَّم ذلك التحكم والتكيف الفصلي عن طريق الهرمونات (Herman 1992)، وتنشط تلك الهرمونات عن طريق الفترة الضوئية photoperiod. هناك أبحاث مخبرية قليلة تربط علاقة تأثير التلوث الضوئي على اللاذنبيات، وهذا مجال جديد في عالم الأبحاث.

- الإضاءة الليلية وأنماط النشاط:

يجب أن تتأقلم الكائنات التي تنشط وقت غروب الشمس (عند انخفاض مستوى الإضاءة) على الظلام (Warrant 1999). للتغيرات الضوئية في الليل دور في توازن كثير من الكائنات وعلاقة الفريسة بالمفترس، فضوء القمر متباين، وهناك ليالٍ تضيئها النجوم فقط وفي بعض الأحيان تحجب الغيوم إضاءة النجوم الباهتة جدا فتصبح البيئة مظلمة أكثر وبكثافة ضوئية أقل من 0.000001 لكس، وقد تستخدم الكائنات طرقا أخرى عند تلك الكثافة الخافتة جدا كالسمع وبعضها تتأقلم على ذلك الظلام. تُصنَّف تلك الكائنات إما نشطة في النهار diurnal، أو نشطة في إضاءة متوسطة عند الشفق والفجر crepuscular وكائنات ليلية (نشطة عند إضاءة الليل الخافتة) nocturnal، وكائنات نشطة في كل الكثافات الضوئية circumdiel. أشهر الخصائص الضوئية -فيما يتعلق بتأثيرها على اللاذنبيات- هي كثافة الضوء والخصائص الطيفية (الألوان). هناك دراسات قليلة بحثت حول تلك العلاقة في الحياة البرية (جدول ٦).

ترى كثير من الكائنات البيئة من حولنا بشكل مختلف عما نراه نحن البشر. عن أبي هريرة –رضي الله عنه- عن النبي صلى الله عليه و سلم قال: "إذا سمعتم نهاق الحمير فتعوذوا بالله من الشيطان فإنها رأت شيطانا، و إذا سمعتم صياح الديكة فاسألوا الله من فضله فإنها رأت ملكا"، و عن جابر قال: قال رسول الله صلى الله عليه و سلم: "إذا سمعتم نباح الكلب و نهيق الحمير بالليل فتعوذوا بالله منهن فإنهن يرون ما لا ترون.

جدول ٦ : نشاط البرمائيات في بيئاتها الطبيعية تحت ظروف ضوئية مختلفة.

(Adapted from Rich and Longcore; 2006. Ref. 38)

تصنيف الكائن البرمائي	نهارية diurnal	في الشفق والفجر crepuscular	ليلية nocturnal	المرجع
Ascaphus truei	غير نشطة	غير نشطة	أقل من ٠,٠٠١ لكس	Hailman 1982
Bufo boreas	غير نشطة	غير نشطة	٠,١ – ٠,٠٠٠٠١ لكس	Hailman 1984
Bufo marinus	غير نشطة	٢٠ – ٦٠ لكس	أقل من ٠,٠١ لكس	Jaeger and Hailman 1981
Bufo typhonius	٨,٥ – ١١٠ لكس	غير نشطة	غير نشطة	Jaeger and Hailman 1981
Colostethus nubicola	أقل من ٥٠ لكس	٠,٠١ – ٥٠ لكس	غير نشطة	Jaeger et al. 1976
Dendrobates auratus	أقل من ٢١ لكس	١ – ٢١ لكس	غير نشطة	Jaeger and Hailman 1981
Eleutherodactylus coqui	غير نشطة	غير نشطة	نشطة❖	Woodlbright 1985
Hyla squirella	غير نشطة	غير نشطة	أقل من ٠,٠٠٣ لكس	Buchanan 1992
Leptodactylus pentadactylus	غير نشطة	أقل من ١ لكس	أقل من ٠,٠١ لكس	Jaeger and Hailman 1981
Physalaemus pustulosus	غير نشطة	أقل من ١٥٠ لكس	أقل من ٠,٠١ لكس	Jaeger and Hailman 1981

❖ تم تسجيل نشاط ليلي لكن لم تُدوَّن كثافة الضوء.

- التجمع حول الضوء:

في دراسات دقيقة لأكثر من ١٢٠ نوعا من البرمائيات (Jaeger and Hailman 1973، 1976)، تهرب ٨٪ تقريبا من تلك الأنواع من الضوء (photonegative) في كل مرة تتعرض فيها للضوء الاصطناعي من قِبَل الباحثين، وكانت تُفضّل كثافة ضوء أقل من ٠,٠٤٣ لكس، بينما تُفضّل ٥٪ تقريبا منها الضوء وتنجذب إليه إذا تراوحت كثافة الضوء من ٠,٠٤٣ إلى ٨٩,٩ لكس. إذن، تفضل بعض أنواع البرمائيات الضوء بينما لا تفضله أنواع أخرى.

- البحث عن الطعام في كثافة ضوء منخفضة جدا:

يستطيع العلجوم common toad (Bufo bufo) اصطياد فرائسه عندما تكون إضاءة البيئة منخفضة جدا. لدى ضفادع شجر السناجب Squirrel tree frog (Hyla squirella) قابلية ممتازة للرؤية في ضوء خافت جدا حيث أنّ بعض أنواعها تصطاد فرائسها باستخدام الرؤية فقط عند كثافة 0.00001 لكس (Buchanan 1998).

- التغيرات في سلوك الإنتاج والتكاثر:

لم تستطع إناث الضفادع من نوع (Physalaemus pustulosus) من ملاقاة الذكور لامتناع الذكور عن إصدار النداء طالما كانت في بيئة ملوثة بضوء الإنسان (٢٨). يمكن للإضاءات الاصطناعية أن تغير من طريقة اختيار إناث الضفادع. تقوم الإناث Female Túngara frogs (Physalaemus pustulosus)، ويعرف الآن باسمه العلمي Engystomops pustulosus، باختيار الذكور والتمييز فيما بينها تحت ظروف مظلمة (أقل من 0.01 µE) مقارنة بظروف ضوئية أقوى(0.04 – 0.05 µE) . بالرغم أنه لا يمكن تحويل التدفق الاشعاعي (طاقة/زمن) إلى لكسات illuminance lux بدون أن تُعرف قوة طيف مصدر الضوء، إلا أنّ الظروف الخافتة في تلك الدراسة يمكن أن تكون ٠,٧ لكس تقريبا بينما كانت كثافة الضوء في تلك الظروف الضوئية الأقوى ٣ لكس (Rand et al. 1997). إضافة إلى ذلك، غيّرت إناث تلك الضفادع Engystomops pustulosus أماكن وضع البيض في ظروف ضوئية مختلفة (Tárano 1998). في تلك الدراسة، أخفت الإناث أعشاشها في الكساء الخضري vegetation تحت مستويات إضاءة أعلى، ولكن وضعت العش بشكل عشوائي في الظلام الدامس.

دمّر تغيّر دورة الظلام والضوء الطبيعية التناغم الطبيعي لتغير الألوان عند الشراغيف tadpoles (و هي فراخ الضفادع) من نوع Xenopus laevis (Binkley et al. 1988)، وذلك عن طريق تغيرات إنتاج هرمون الميلاتونين (Vanecek 1998). لم يكن هناك أيّ نشاط وظيفي للميلانوفور (و هي الخلايا الصبغية المحتوية على الميلانين) عند الشراغف التي بقيَت تحت ضوء مستمر (Binkley et al. 1988).

- توزيع النشاط الليلي والسلوك عند تغير كثافة الضوء:

تصبح الضفادع Ascaphus truei نشطة عند أظلم فترات الليل وهي في حدود ٠,٠٠٠١ لكس (Hailman 1982). حتى الارتفاع البسيط في كثافة الإضاءة يعطل نشاطها ووقت طلوع هذه الكائنات وبحثها عن الطعام. وجد بوش (1963) أنّ ازدياد فترة الإضاءة يؤثر على بحث الطعام والنمو عند العلجوم Bufo woodhousii كما ازداد تخزين الدهون عندها، وهذا دليل آخر على أنّ التعرض الزائد للضوء يزيد من الوزن كما تم التفصيل في ذلك. أظهر بسواس وآخرون (1978) أنّ العلجوم Bufo melanostictus الموجود في إضاءة مستديمة يعاني من هبوط حاد في تصنيع الحيوانات المنوية مقرونا بازدياد نشاط في خلايا ليدج (Leydig cells) الموجودة في الخصية. كان مستوى إنتاج الحيوانات المنوية أكثر بمرتين عند العلجوم الضابط (الموجود في دورة ضوء طبيعية وهي ظلام ونور) مقارنة بالعلجوم الموجود في كثافة ضوء مستديمة (38). أظهر قرين وبيشارس (1996) أنّ إنتاج عديد الببتيد (و هو البروتين nocturnin) يتأثر عن طريق الفترة الزمنية الضوئية عند الضفادع Xenopus laevis. يُصنّع البروتين nocturnin في الليل (مصدر اسم البروتين هو nocturnal أي الليل)، ويقل إنتاجه عندما تكون الإضاءة دائمة. يقوم الجين الليلي nocturnin gene بدور تنظيم الساعة البيولوجية في شبكية أعين تلك البرمائيات، وينحصر تصنيع مرسال الحمض الريبي النووي messenger RNA للجين nocturnin في طبقة خلايا مستقبلات الضوء المحتوية على الساعة البيولوجية داخل الشبكية، وتحديدا في الخلايا العصوية والمخروطية، وهي الخلايا التي يحصل فيها التنظيم الحيوي في صنع الميلاتونين (103). هناك جين آخر يسمى period gene يقوم أيضا بدور الساعة البيولوجية عن طريق ربطها جزيئيا بالفترة الضوئية عند الضفادع (Steenhard and Besharse 2000)، ووجدوا أنّ نسخ الجين Per2 يتحول في وجود الضوء، وعليه فإنّ صنع الميلاتونين قد يقل خاصة إذا لم تتعرض لحالة ظلام أو ما يسمى scotophase.

عند الضفادع من نوع Rana perezi، تتقلّب هرمونات الغدة الدرقية بناء على الفترة الزمنية للضوء (Gancedo et al. 1996)، وذلك بسبب الدورة الحيوية لهرمون الميلاتونين (Vanecek 1998). يقوم هرمون الميلاتونين عند الضفادع بتنظيم عمليات حيوية كثيرة، منها تغيّر اللون، تطور الغدد التناسلية، والإنتاج عند كلا من الأنواع Rana cyanophlyctis، وRana catesbeiana، Rana ridibunda، Xenopus laevis (Binkley et al. 1988، Camargo et al. 1999، Delgado et al. 1983، Joshi and Udaykumar 2000). يعتمد صنع الميلاتونين على نشاط الإنزيم serotonin N-acetyltransferase (NAT)، فيرتفع هذا الإنزيم عند ارتفاع هرمون الميلاتونين عند الأنواع Rana perezi، Xenopus laevis، Discoglossus pictus، Bufo calamita، وAlonso-Gómez et al. 1994)). يكون إنتاج الإنزيم NAT (الذي يحول السيروتونين إلى ميلاتونين) وصنع الميلاتونين في أعلى مستوياتها في الليل (Alonso-Gómez et al. 1994) ، حتى التعرض لدقيقة واحدة للضوء أثناء فترة الظلام scotophase تعطّل نشاط إنزيم NAT وتقلل إنتاج هرمون الميلاتونين (Lee et al. 1997). هناك نقص في تلك الدراسة، حيث أنه لم يتم تحديد كثافة الضوء التي يحصل عندها ذلك التأثير البيولوجي عند البرمائيات. هناك عواقب فيسيولوجية خطيرة أخرى نتيجة لتعطيل هرمون الميلاتونين عن طريق الضوء (Vanecek 1998). عندما تعرضت الضفادع Rana pipiens لضوء مستديم مدة ١٤ شهرا دُمّرت أعينها (Basinger and Matthes 1980) وأستطيع أن أقول أنّ التعرض الزائد للضوء قد ينتج عنه مخاطر لا نتوقعها كما رأينا من هذه الدراسة العلمية. بناءً على ما ذكره الباحث في دراسته، أصيبت محتويات السيتوبلازم في الخلايا الطلائية الصبغية الداعمة للشبكية بالتضخم، لكن أُعيد عمل الخلية الطبيعي عندما تعرضت للضوء فترة قصيرة ثم ظلام بعد ذلك. أخيرا، يدمر التعرض المتواصل للإضاءة الاصطناعية تركيبة شبكية العين (38).

- التأثير على إنتاج البيض وتطور اليرقانات:

بما أنّ تطور اليرقانات عند الأنواع التي تضع بيوضا غير مصبوغة حساسة جدا للضوء (McDiarmid and Altig 1999)، يمكننا توقع حدوث تشوهات في الأجنّة في البيئات المائية المضاءة صناعيا، خاصة عندما تكون الإضاءة قوية. يصل مستوى الإضاءة في بعض البيئات الحيوانية إلى مستوى كثافة ضوء الشفق (على سبيل المثال كثافة الضوء تصل إلى ١ لكس في مستنقع أوتيكا بمقاطعة أونيدا بنيويورك)، وهي كثافة تمنع تعود الكائن الحي على الظلام، أما البيئات المائية عندنا فلك أن تقدّر حجم الكثافة القوي وأعداد الإنارات الهائلة في كل مكان.

بما أنّ تطور هذه الكائنات مُعتمِد على التوقيت الصحيح لقدرة الجينات (أو المورّثات) على صنع البروتين، وعلى التوقيت الصحيح لانقسام الخلية، فإنّ اضطراب ميكانيكية وتناغم الوقت يؤثر على تطور اليرقانات بشكل كبير. يعوق ازدياد الضوء ليلا تطور يرقانات الأنواع Discoglossus pictus (Gutrerrez et al 1984). زيادة الفترة الضوئية photophase تعوق تطور يرقانات Xenopus laevis، وقد أصبحت اليرقانات الموجودة في ظروف ضوئية دائمة (24L:0D) أصغر من تلك الموجودة في ظروف أكثر ظلمة (12L:12D) وقد دوّن ذلك دلقادو وآخرون (Delgado et al. 1987). تطورت يرقانات Xenopus laevis ببطء شديد وتحولت أشكالها بعد فترة طويلة عندما وُضِعَت في ظروف أقل ظلمة -فترة ظلام لساعة واحدة وضوء فترة ٢٣ ساعة (23L:1D)- مقارنة بتلك اليرقانات التي عاشت في ظروف أكثر ظلمة "وهي ظلام فترة ٢٣ ساعة وضوء لساعة واحدة" (Edwards and Pivorun 1991). لم يتم تحديد كثافة ضوء في تلك الدراسة، لكنهم استخدموا الإضاءات الفلوريسينية بقوى واطية مختلفة. أصبح واضحا أنّ لفترة الضوء والظلام قابلية في تغير فيسيولوجيا البرمائيات وتطورها وهناك حاجة للمزيد من الأبحاث.

- تأثير تغير الإضاءة:

تحتاج الضفادع لتتأقلم على تغيّر الكثافة الضوئية لكي تنسجم في بيئتها. يتحول لون صبغات العين الضوئية عندما تتعرض العين لضوء مبهر، ويتم ذلك التحول كيميائيا حيث يسمى ذلك photopigment bleach، ويكون عند الإنسان نفس التأثير. لا يمكن للصبغات الضوئية التي تم تحويل لونها عن طريق الضوء المبهر الاستجابة للضوء مجددا حتى تعود تركيبتها الكيميائية الأصلية. تستجيب الخلايا المخروطية والخلايا العصوية (الحمراء والخضراء) في الشبكية بشكل مختلف لأطياف ضوئية مختلفة (Besharse and Witkovsky 1992، Donner and Reuter 1962، Fain 1976). يؤثر الازدياد المفاجئ في الضوء الذي يُحدثه الباحثون في مناطق تجمع الضفادع للتزاوج سلبا على قدرتها في الرؤية (Buchanan 1993). في تلك الدراسة، أُعطيت الأنواع Hyla chrososcelis فرائس حية تحت ثلاثة ظروف ضوئية مختلفة على النحو الآتي:

- ٠,٠٠١ لكس (كضابط أو كنترول).

- ٣,٨ لكس (ضوء باهت).

- و١٢ لكس (إضاءة قوية).

في تلك التجربة، احتاجت الضفادع وقتا أطول للكشف عن الفرائس ومحاولة افتراسها عند الكثافة الضوئية القوية (١٢ لكس) مقارنة بكثافة الضابط ٠,٠٠١ لكس. تفسّر تلك النتائج بأنّ اللاذنبيات تصاب بعمى لحظي عندما تزيد كثافة الضوء وتحتاج وقتا لتتعود على تلك الكثافة الضوئية حتى تستطيع التعرف على فرائسها والتقاط الطعام. في الطبيعة، يعوق هذا التأخر هذه الكائنات في الكشف عن الفرائس (38).

نتذكر هنا الهرة التي حبستها امرأة فمنعتها من أن تبحث عن الطعام فكان جزاؤها النار. فكيف بعدد الكائنات الليلية الهائل في الطبيعة ونحن قد منعناها من أن تبحث عن الطعام عن طريق ملايين الإنارات قوية الكثافة.

الفصل التاسع

تأثيره على الكائنات البحرية

١. تأثيره على الكائنات البحرية.
٢. تأثيره على الأسماك.
٣. حساسية الرؤية عند الأسماك.
٤. نوع وعمر الأسماك وتأثير الضوء عليها.
٥. اضطراب هجرة الأسماك.
٦. سلوك التكاثر والتزاوج.
٧. فقس البيض وتعبئة الهواء.
٨. تأثيره على القشريات البحرية.
٩. الإضاءات الاصطناعية ليلا في البيئات المائية وتأثيراتها البيئية.
١٠. استجابات محتملة للكائنات المائية لإضاءة الليل.
١١. العوالق.
١٢. الحاجة إلى الأبحاث في المستقبل.

- تأثيره على الكائنات البحرية:

يعيش أكثر من نصف سكان العالم ضمن حدود ١٠٠ كيلومتر من الشواطئ، فأصبحت البحار والأنهار والبحيرات والمستنقعات عرضة لإنارات مركز المدينة، مراكز الترفيه، المباني التجارية، المصانع، وإنارات الطرقات. لقد غيّر الإنسان حالة الضوء الطبيعية في بيئات المناطق البحرية المتنوعة حيويا بوضع إنارات كثيفة فيها. قد يكون لهذا التغير في طبيعة الضوء تأثير قوي لأنّ حالة الضوء المتغيرة الطبيعية -بما في ذلك درجة حرارة الجو- تشكّل البيئة البحرية (34). بالرغم من تأثير الضوء السلبي والواضح على الكائنات البحرية خاصة الفقاريات واللافقاريات، هناك أبحاث قليلة واجهت عواقب اضطراب دورة الليل والنهار diel cycle ودورة القمر lunar cycle والدورات الفصلية للإضاءة الطبيعية وهي أساسية لتوازن الكائنات المائية. على سبيل المثال لم يتم البحث عن تأثير التلوث الضوئي على قناديل البحر، لكنني لاحظت في إحدى الشواطئ قناديل كثيرة جدا قبل تركيب إنارات في شاطئ بالمنطقة الجنوبية من السعودية، أما الآن فلم نشاهدها منذ أن تم تركيب الإضاءات، وأخطر شيء أن يكون التأثير خفيّا، فكم من كائنات أخرى لا نعلم مدى اضطرابها بهذه الإنارات (صورة ٢٨)، وهذه دعوة للاهتمام بهذه القضية. تخترق الأضواء في الليل سطح المياه وهذا ليس تأثيرا محدودا، فالإنارات البعيدة أيضا تغيّر التوازن الضوئي على بعد عشرات إلى مئات الأميال (Cinzano et al. 2001) فنحن نرى هذا الضوء من مسافات بعيدة جدا. تحضى أسماك السلمون بأهمية اقتصادية وهي عرضة لأخطار التلوث الضوئي الذي سببه الإنسان وقد قام العلماء بدراسة علاقة التلوث الضوئي مع هذه الأنواع من الأسماك.

صورة ٢٨: كان هناك عدد لا يحصى من قناديل البحر jellyfish على هذا الشاطئ في مدينة بيش بمنطقة جازان قبل تركيب الإنارات، وقد اختفت بعد انتشار الإنارات على الشاطئ، وهذا دليل على التأثير التنبئيّ للتلوث الضوئي على هذه الكائنات وبالتأكيد على غيرها، ونحن بحاجة للمزيد من الأبحاث (Photo: by author).

-تأثيره على الأسماك:

تختلف استجابة الأسماك للضوء في وجود أطياف معينة أو ما يسمى بالأطوال الموجية المختلفة. على سبيل المثال، تعتبر أسماك الأنهار والبحيرات أكثر حساسية للطيف الأحمر والأصفر، أما أسماك المحيطات فلديها حساسية أقوى للطيف الأزرق (Beatty 1966، Folmar and Dickhoff 1981). يستجيب كلا من سمك الألويف Alewife من نوع Alosa pseudoharengus وأسماك yellow perch من نوع Perca flavescens سلبا للإضاءة الحمراء (Patrick 1978)، في حين يهرب كلا من سمك الرّاف ruffe من نوع Gymnocephalus cernua وأسماك Perca fluviatilis من الإضاءات الزئبقية التي تبعث الطيف فوق البنفسجي (Hadderingh and Kema 1982). تتجنب أسماك الأنقليس silver eel من نوع Anguilla anguilla إضاءات الصوديوم عالي الضغط (Cullen and McCarthy 2000) في حين تتجنب صغار أسماك السلمون coho وَ chinook الإضاءات الزئبقية القوية.

هناك ثلاثة أصناف من الأسماك:

١. diurnal وهي الأسماك التي تنشط في النهار غالبا، وقد تنشط أحيانا وقت الليل.

٢. crepuscular وهي الأسماك التي تنشط وقت الشفق ووقت الفجر، وقد تنشط في وجود ضوء القمر.

٣. nocturnal وهي الأسماك التي تنشط في الليل غالبا، وقد تنشط أحيانا في النهار (Hobson 1965، Reebs 2002).

يؤثر الضوء الاصطناعي الليلي على بحث هذه الثلاثة الأصناف من الأسماك للطعام في شكل جماعات. تستجيب الأسماك التي تنشط ليلا لأدنى كثافة ضوئية، فبعض تلك الأنواع تبحث عن الطعام في كثافة ضوء 0.00001 لكس وهي أقل من كثافة ضوء النجوم بمرات قليلة. يقل نشاط سمك المنوة minnow من نوع Phoxinus phoxinus إذا كانت كثافة الإضاءة أعلى من ٠٫٢ لكس. أصبح معلوم على وجه الدقة عند العلماء أنّ تغير كثافة ضوء القمر على مدار الشهر مهمة لسلوك بحث الأسماك عن الطعام (Gibson 1978، Patten 1971)، وأصبح الازدياد المزمن للإضاءات ووهج السماء مساويا أو أعلى من كثافة ضوء القمر (Tabor et al، 2001). إضاءة واحدة اصطناعية على طول الأنهار

كافية لزيادة كثافة الضوء فوق المستوى الذي تتحملها الأسماك الليلية. لاحظ كلا من كونتور وقريفيث (١٩٩٥) علاقة سلبية عكسية بين الإضاءة وبحث أسماك السلمون المرقطة الصغيرة من نوع Onchorhynchus mykiss عن الطعام. تستخدم الأسماك التي تقتات بعوالق الكائنات الحية (planktivorous fish) الرؤية في اصطياد فرائسها، وتقوم هذه الفرائس المجهرية plankton بهجرة عمودية يومية diel vertical migration في الماء لتقليل احتمال خطر افتراسها عن طريق الأسماك (Gliwicz 1986) وكذلك لتتغذى تحت حماية ظلام الليل، وهذا من التوازن، فإنه لو لم تكن هناك طريقة للفرائس كي تتخفى من المفترسات لانقرضت. ازدياد الإضاءات في ظلمات الليل يطيل فترة اصطياد الأسماك لهذه الكائنات الصغيرة. يحصل هذا في الطبيعة عندما يكون القمر بدرا، فتجد الأسماك فرصة لتتغذى على هذه الكائنات ولكن لا يحصل هذا كل ليلة، فإنّ نقصان ضوء القمر يعيد هذا التوازن فتتغذى هذه الكائنات المجهرية في الظلام. أما الإضاءات الصناعية فإنها أقوى من إضاءة القمر وتعمل على الدوام. من الناحية الأخرى، يشكل التلوث الضوئي خطرا على الأسماك من ناحية ازدياد افتراسها ليلا بواسطة الأسماك الأكبر منها (38).

تؤثر كثافة الضوء المشابهة لنور القمر أو أقل من ذلك على سلوك وتوزيع الأسماك كثيرا (جدول ٧). على سبيل المثال، يتأثر بحث الأسماك عن الطعام (Blaxter 1980، Gliwicz 1986)، وهجرتها معا (Blaxter 1975)، ووضعها للبيض (Robertson et al. 1988)، وتحركاتها العمودية في الطبقة المائية العلوية (Luecke، Blaxter 1975، and Wurtsbaugh 1993، Appenzeller and Leggett 1995)، وحتى ظهورها الليلي من مخابئها (Contor and Griffith 1995) بدورة النهار والليل ومراحل القمر. أقل عتبة ضوئية لهجرة الأسماك جماعة هو ٠,١ لكس تقريبا (Blaxter 1975)، وهي مشابهة لنور القمر ليلة البدر، أما عتبة الضوء في بحث الأسماك عن الطعام فهو أقل بكثير من ذلك خاصة للأسماك البالغة. تتراوح عتبة الضوء لأسماك كثيرة في تغذيتها على العوالق من ٠,٠٠٠١ إلى ٠,٠١ لكس (Blaxter 1975، Townsend and Risebrow 1982، Bergman 1988)، وهي كثافات أقل بكثير من كثافة نور القمر على سطح الماء. بشكل عام، تتعرف الأسماك التي تقتات على أسماك أخرى planktivorous fish مثل أسماك pike and salmonids على فرائسها من الأسماك عن طريق مغايرة الفريسة بالخلفية (Vogel and Beauchamp 1999)، ولديها حساسية عالية تحت إضاءة باهتة جدا أكثر من الأسماك التي تقتات على الفقاريات (Blaxter 1980). دوّن

الباحث بابور وآخرون (2001) زيادة معدل افتراس صغار الأسماك عن طريق أسماك الإسْقَلبين (Sculpin) تحت إضاءات الليل الاصطناعية. من المحتمل أن تُغيّر الإنارات الاصطناعية توزيع بعض الأسماك عموديا بين طبقات المياه خاصة المياه الصافية. على سبيل المثال، تهرب أسماك السيسك Bonneville cisco من نوع Prosopium gemmifer من نور القمر ليلة البدر وبقوة حيث تتجمع في قاع البحيرة ويصعب اكتشاف وجودها سماعيا (Luecke and Wurtsbaugh 1993). نتيجة لذلك، طالَبَ علماء صيد الأسماك بعدم تقدير عدد هذه الأسماك في هذه الليالي من خلال صوتها في المياه، وتنطبق نفس التوصية على أسماك المياه العذبة المُعرَّضة للإنارات الاصطناعية ليلا. أخيرا، وفي فصل الشتاء، قد تمنع هذه الإنارات ظهور أسماك السلمون من ملاجئها في قاع النهر، فتُعَطِّل بحثها عن الطعام. أثناء فصل الشتاء، تختبئ صغار أسماك السلمون في النهار وتظهر فقط ليلا لتتغذى، لكن نور القمر والإنارات الاصطناعية منعتها من الظهور ليلا (Contor and Griffith 1995). تفسر هذه الحالة اضطراب بعض الأسماك بسبب الإنارات حتى وإن كانت كثافتها باهتة جدا.

ظلام الليل أساسي لصغار الأسماك حتى تتجنب المفترسات

(Grecay and Targett 1996)، فسبحان الذي جعل الليل لباسا وسكنا.

- حساسية الرؤية عند الأسماك:

تشكل الأسماك مكتملة العظام teleosts ٩٦٪ من كل الأسماك، وتشمل سمك القد، والسلمون، والسلمون المرقط trout والهلبوت (أضخم الأسماك المفلطحة) halibut، وسمك السلور catfish وأسماك التونة وغيرها (Helfman et al. 1997). تعتمد هذه المجموعة من الأسماك teleosts على كثافات ضوء متخصصة ومتباينة حتى تأكل وتهاجر قطعانا (38). تتكون طبقة خلايا الرؤية في أعين هذه الأسماك من نوعين من مستقبلات الضوء، خلايا عصوية وخلايا مخروطية. لدى كل منها عتبة ضوء مختلفة وتستجيب لازدياد ونقصان كثافة الضوء. تتقلص خلاياها المخروطية عندما تكون كثافة الضوء أعلى من عتبة هذه الخلايا وفي الوقت نفسه تتمدد الخلايا العصوية. أما في حالة نقصان كثافة الضوء إلى درجة أقل من عتبة الخلايا المخروطية فإنها تتمدد، وفي الوقت نفسه تتقلص الخلايا العصوية، وتكمن أهمية عتبة الضوء لهذه الخلايا في اعتمادها على هجرتها وبحثها عن الطعام في جماعات. لدى هذه الأسماك صبغات للرؤية في شبكيتها فتمتص الضوء، عندها تتحرر طاقة كهربائية لتنشيط الخلايا العصبية (38).

أظهرت دراسات على الأسماك التجريبية أنّ الاستجابات المذكورة متباينة بناء على نوع السمك وخصائصه وعوامل أخرى كحالة الجو وخصائص الضوء والفترة التي تتعرض لها وكثافته والأطياف المرئية (Fields and Finger 1954، Patrick 1978، Pinhorn and Andrews 1963، Patten 1971، 1983).

- نوع وعمر الأسماك وتأثير الضوء عليها:

أظهرت الأبحاث على أسماك السلمون في مراحل تطور نموها المختلفة تباينا كبيرا بسبب تأثير الضوء على سلوكها. على سبيل المثال، تكون أسماك السلمون coho من نوع Oncorhynchus kisutch والسلمون الأطلسي Salmo salar والسلمون ذو الرأس الفولاذي Oncorhynchus mykiss في حالة سكون ليلا (Godin 1982، Hoar 1951، Northcote 1978). تتحرك صغار السلمون chum النشطة ليلا بسرعة ووحشية عند تشغيل الضوء عليها في الظلام، بينما بقيت صغار السلمون coho في مكانها (Hoar et al. 1957). لاحظ الباحث هور عام ١٩٥١ تغيرات في الاستجابة للمنبهات المرئية بعد تطور السلمون من طور fry إلى طور smolt. تتخبأ صغار السلمون في طور smolt لفترة طويلة من طور fry بعد اضطراب الرؤية عند التعرض للضوء. كذلك تنشط صغار السلمون smolts ليلا بينما تكون قليلة النشاط نهارا (Folmar and Dickhoff 1981، Hoar 1976، McInerney 1964). هناك عوامل بيئية أخرى تلعب دورا في اضطراب استجابة هذه الأسماك للضوء. تتبنى بعض صغار أسماك السلمون استراتيجية ليلية عندما تكون درجة حرارة النهر منخفضة وتُظهر استجابات مختلفة للضوء في كل من فصلي الشتاء والصيف (Fraser and Metcalfe 1997).

- اضطراب هجرة الأسماك:

و تستمر سلسلة الأضرار ما شاء الله لها أن تستمر، فقد أثر التلوث الضوئي في المناطق الساحلية على هجرة الأسماك وقد يقود هذا التلوث إلى نقصان أعدادها واضطراب البيئة الطبيعية والمنطقة الضحلة السطحية الملائمة للأسماك التي تدعى (pelagic zone) مما يؤثر على توازنها وتجمعاتها في تلك المناطق. عندما تتأثر الأسماك بالضوء ليلا وتضطرب هجرتها، تزداد احتمالية افتراسها والضغط عليها. تهاجر أسماك السلمون من مناطق وضع البيض من الأنهار إلى المحيط أثناء الليل غالبا ويمكن لاختلاف البيئة ضوئيا في هذه المناطق أن يقطع تحركات هذه الأسماك أثناء هجرتها ويزداد خطر

افتراسها وبالتالي قلة أعداد الأسماك المهاجرة (38). تبدأ أسماك السلمون اليافعة بالهجرة باتجاه النهر عندما تتأقلم أعينها على الظلام (Brett and Ali 1958)، وقد وثقت أبحاث حديثة هذا التأثير. في دراسة للمناطق المضاءة والغيرمضاءة على امتداد نهرCedar River في Renton بواشنطن، وجد تابور وآخرون (2001) تأثيرا عويصا على صغار أسماك السلمون الحمراء Sockeye fry من نوع Onchorhynchus nerka بسبب ازدياد كثافة الإنارات وقت الليل، وقد أخّرت هجرتها عندما ازدادت كثافة إنارات المباني والجسور. تقوم صغار أسماك السلمون المرقطة بالهجرة في اتجاه مجرى النهر عندما تكون كثافة الضوء أقل من ١ لكس، وهذه نفس الملاحظة التي لاحظها الباحث علي عام ١٩٥٩. عندما ارتفعت كثافة إضاءة الليل إلى ٣٢ لكس توقفت هجرة الأسماك تماما. وجد برنسلو وآخرون (1980) أنّ أسماك السلمون (chum) تؤخّر هجرتها في قنوات الأنهار بسبب إضاءات الأمن.

- سلوك التكاثر والتزاوج:

يؤثر مستوى الإضاءة على سلوك تكاثر الأسماك كالمغازلة courtship ووضع البيض. على سبيل المثال، تتفاوت المسافة بين الذكر والأنثى أثناء التغازل لأسماك الغابي guppies من نوع Poecili reticulate حسب كثافة الضوء، ويغيراختلاف أطياف الضوء عند الغسق والفجر من الإحساس عند الذكور (Long and Houde 1989). هناك حاجة للمزيد من الأبحاث لتدوين ذلك. تهاجر أسماك السلمون ضد تيار النهر وتضع البيض ليلا (Evans 1994)، وكذلك تحتاج مزيد من الدراسات للتدوين. هناك أدلة من أسماك البحر السطحية pelagic fish بأنّ الإضاءة الاصطناعية الليلية تعطل وضع البيض. على سبيل المثال، تضع أسماك القد cod من جنس Gadus spp. بيضها ليلا في الغالب، فعندما تتعرض لضوء قوي فإنها توقف وضع البيض وتبدأ بالتصرف بوحشية (Woodhead 1966). يعتبر القد من أهم الأسماك كمصدر لزيت الكبد الغني بفيتامين أ، د، هـ، كما أنه مصدر للأوميقا ٣. في البحر، تذهب أسماك القد التي على وشك وضع البيض إلى مناطق عميقة عندما يكون الضوء عليها (Woodhead 1966). تضع كثيرمن أسماك البحر السطحية بيضها في الغسق أو الليل ومنها الأسماك الطيارة flying fish Exocoetidae، سمك البوري (Mugil) mullet spp، سمك البَلَم أو الأنشوفة (Anchoa spp) anchovies، وهي أسماك صغيرة تشبه الرنكة، وسمك (Leuresthes tenuis) grunion، وأسماك الرنكة (herring Culpeidae) وهي من جنس السردين (Woodhead 1966). من بين كل تلك الأسماك

بأنواعها الكثيرة، كان وضع البيض على الساحل عند أسماك grunion هو الأكثر تأثرا بالإضاءات الاصطناعية.

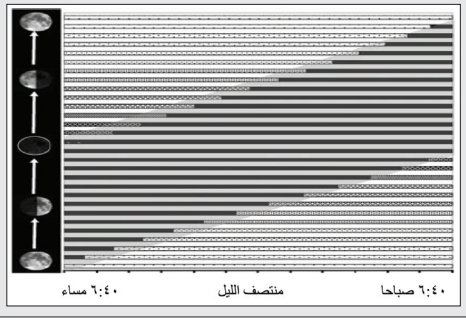
يُستخدَم الضوء منذ فترة طويلة كطريقة لجذب الأسماك واستخراج المحصول (Ben-Yami 1976، Woodhead 1966)، وهي طريقة مشابهة للطيور عندما تنجذب للضوء (Verheijen 1958)، في حين نجد أنواعا أخرى تنفر من الضوء، فقد عَطّلت إضاءات ملعب تنس فرصة صيد أسماك السلمون المرقطة seatrout Cynoscion spp. في نهر River Cowie في Stonehaven بأسكتلندا. تصبح تلك الأسماك الليلية نشطة فقط عندما تكون كثافة الإضاءة أقل من 0.5 لكس، أما إنارات ملعب التنس المجاورة فقد جعلت الكثافة أكثر من 0.5 لكس بكثير. رغم أنّ التونة من أكثر الأسماك شهرة إلا أنّ النوع Thunnus maccoyii قد أصبح تحت خطر انقراض أقصى CR; Critically Endangered. هناك أيضا نوع من الأسماك يعيش في كرواتيا وأصبح الآن تحت خطورة انقراض أقصى وهي من النوع Knipowitschia mrakovcici.

- فقس البيض وتعبئة الهواء:

تعتمد كثير من خصائص وتصرفات الأسماك على الساعة البيولوجية كعملية تفقيس البيض وعملية امتلائها بالهواء من سطح الماء العلوي والتي تحدث غالبا في الغسق والليل. لدى يرقانات الأسماك نظام تناغمي لتعبئة وإزالة الهواء من أعضائها التي تشبه الرئة، فتنتفخ في وقت الليل وتزيل الهواء القديم في وقت النهار. سيقلل تأخير أو تثبيط هذه التعبئة للهواء التي تحصل ليلا من اليرقانات وفرص عيشها (٦)، وكما أنّ الضوء يزداد ويتوسع في المناطق الريفية، أصبح التفريق بين النهار والليل صعبا عليها، ولتأكيد هذه التأثيرات فقد أُخذت أربعة أنواع مختلفة من بيض أسماك مختلفة وتم تحضينها تحت ظرفين ضوئيين مختلفين (الأول ١٤ ساعة في إنارة و١٠ ساعات في ظلام 'D 14L:10'، والثاني تحت إضاءة مستمرة)، ثم سُجِّل التوقيت الذي تفقس فيه والتوقيت الذي تستبدل فيه الهواء والغازات، فأظهرت تفاعلات غير منسجمة مع الحالة الضوئية المستمرة. ففي نوعين من الأسماك، كانت الفترة الزمنية لتفقيس ٥٠٪ من البيض أطول في ظروف الإضاءة المستمرة، فكان الظلام حافزا لتفقيس البيض بشكل أسرع من وجود الضوء (٦). كانت ضمن تفسيرات تأثير الضوء على الفقس أنّ تغير نسبة هرمون البرولاكتين والميلاتونين ينتج عنه تغير في إنزيمات الفقس. ثم قال الباحثون: "كان تأثير تلوث السماء بالضوء على الفلك، أما الآن فأصبحت مشكلة بيئية"، وقد تبنوا استخدام مصطلح جديد اسمه التلوث الضوئي البيئي.

- تأثيره على القشريات البحرية:

تعتبر القشريات كائنات هامة كغذاء للأسماك. هناك كائن بحري من القشريات صغير جدا يسمى (Vargula annecohenae) طوله ٢ مم تقريبا ويوجد منه أكثر من ٥٠٠ كائن قشري لكل متر مربع. لديه نظام الاشعاع الحيوي (bioluminescence) لجذب الأنثى وهي من أكثر الكائنات تأقلما مع الظلام (٣٢). تنشط هذه الأنواع في الظلام التام فتتكاثر وتبحث عن الطعام. تتوقف عن الحركة وعن بحثها للطعام وينقص نموها في وجود ضياء الشمس أو نور القمر أو الضوء الاصطناعي الليلي (شكل ١٠)، حتى القشريات البحرية مثل قشر الدافنيا الصغير جدا متضرر من التلوث الضوئي فقلّت أعدادها في البحر. لاحظ أنّ التأثير كان بسبب نور القمر لا إضاءة النجوم الباهتة ليلا التي هي أقل بـ٣٠٠٠ مرة من نور القمر تقريبا، فهي تستطيع العيش في ضوء النجوم فقط.



شكل ١٠: عتبة الظلام ومراحل القمر. المنطقة الرصاصية تمثل نشاط الكائن القشري. الخطوط الداكنة تمثل فترة الظلام الدامس وهي فترة نشاطه (Credit: Gerrish et. al. 2009. Ref. 32).

عرفنا أنّ الإضاءات تؤثر على بحث الأسماك للطعام، وبما أنّ انتشار الضوء الصناعي في الليل يصل لعشرات الكيلومترات فقد يكون هناك عدد لا يحصى من الأسماك والكائنات البحرية التي توقف بحثها عن الطعام. هذه النتائج مطابقة لما جاء من تأثير على البرمائيات في بحثها عن الطعام. كيف سيكون شعور الإنسان إذا منعه أحد من السعي في إيجاد لقمة العيش؟!

- الإضاءات الاصطناعية ليلاً في البيئات المائية وتأثيراتها البيئية:

تحيط المدن الكبيرة وإضاءاتها البيئات المائية كالبحيرات والأنهار والأودية والمناطق الساحلية وكثير منها معرضة بشكل مباشر للإضاءات ليلا، ولا توجد أشجار أو حواجز تحجب الضوء عنها.

- استجابات محتملة للكائنات المائية لإضاءة الليل:

لا يُعرَف أقل كثافة للضوء تستجيب فيها الكائنات المائية (38). هناك عتبة للضوء light threshold وهي كثافة ضوء معينة تُحفز سلوكا معينا (حسب نوع الكائن) كالبحث عن الطعام والهروب، وقد دُوِّن ذلك مخبريا، وفي بعض الحالات في الطبيعة. بناء على ما نُشِر من عتبات للضوء، تستجيب أنواع كثيرة من الكائنات المائية لكثافة ضوء متدنية جدا تصل إلى 0.0000001 لكس وتشمل كثافة إضاءة أقل من كثافة ضوء النجوم إلى تلك القريبة من نور القمر، لذلك قد يكون وجود السحب في بعض الليالي هاما للنشاطات الحياتية لبعض الكائنات حتى تقل كثافة ضوء النجوم (جدول ٧).

في التاسع من مارس عام ٢٠١٢، ذكر الاتحاد العالمي لصون الطبيعة أنّ طيور البحر seabirds كالنورس و القطرس و غيرها تدهورت بشكل سريع في العقود الماضية حول العالم و أصبحت على وشك الانقراض. و في الرابع و العشرين من فبراير عام ٢٠١٢، ذكر أنّ ١٢٪ من جميع الكائنات البحرية مهددة بعد مسوحات لدراسة تلك الكائنات.

جدول ٧ : أقل عتبة للضوء لكل سلوك تقوم بها الكائنات المائية كالأسماك واللافقاريات (38).

الكائن	السلوك	عتبة الضوء (لكس)	المرجع
اللافقاريات (عوالق البحر):			
قشر الدافنيا Daphnia	انجذاب نحو الضوء	٠,٠١ – ٣,٠٠	Flik et al. 1997
القُرَيدس Mysid shrimp	هروب من الضوء	أكثر من ٠,٠٠٠٠٦ – ٠,٠٠٠٤	Gal et al. 1999
حشرات Phantom midge	هروب من الضوء	أكثر من ٠,٠٠٠٠٠٠٤	Forward 1988
الأسماك:			
الأسماك	اصطياد الأسماك على شكل قطعان	٠,١	Blaxter 1975
السلمون الصغير Kokanee salmon	البحث عن طعامه (الدافنيا)	٠,١	Koski and Johnson 2002
أسماك السلمون Pike، coho salmon، carp and Minnow	البحث عن طعامه (العوالق)	٠,٠١ – ٠,٠٠٠٠١	Blaxter 1975
السلمون European perch	البحث عن طعامه (الدافنيا وحشرات phantom midge)	٠,٠٢	Bergman 1988
السلمون Rainbow trout	البحث عن طعامه (حشرات الأنهار)	٠,١ – ٠,٠٣	Tanaka 1970، Jenkins et al. 1970
السلمون brown trout	البحث عن طعامه (قُريدس البحر brime shrimp)	٠,٠٠١	Robinson and Tash 1979
الأبراميس Bream (سمك من فصيلة الشبوط)	البحث عن طعامه (قشر الدافنيا)	٠,٠٠٥	Townsend and Risebrow 1982
أسماك Rainbow smelt (Osmerus mordax)	هروب من الضوء	أكثر من ٠,٢	Appenzeller and Leggett 1995
سمك السيسك Bonneville cisco	هروب من الضوء	أكثر من أو يساوي ٠,٠١	Luecke and Wurtsbaugh 1993

- العوالق zooplankton:

تعتبر كثير من الكائنات المائية حساسة بشكل كبير للضوء. على سبيل المثال، تقوم العوالق المائية zooplankton بهجرة عمودية يوميا استجابة لأقل تغير في كثافة الضوء (Haney 1993، Ringelberg 1999)، حيث تبقى هذه العوالق في عمق المياه أثناء النهار وتصعد عند الغسق إلى أسطح المياه الضحلة لتتغذى ثم تعود فجرا إلى أعماق المياه المظلمة (Hutchinson 1967)، فسبحان مقلب الليل والنهار لتتوازن الحياة على الأرض. أيضا، يتحكم الضوء بمدى العمق التي تقطعها الكائنات خلال اليوم والليلة (Dodson 1990). في ١٤ بحيرة دافئة، يقلل نور القمر ليلة البدر عمق قشر الدافنيا (وهو أحد العوالق) إلى مترين تحت الماء (Dodson 1990)، بينما تكون على السطح ليلا في غير ليالي البدر. هناك اختبارات حقلية جديدة تثبت تثبيط هجرة العوالق في بحيرات منطقة بوسطن عن طريق الإضاءات الاصطناعية في الليل (Moore et al. 2000). ارتفعت العوالق مثل الدافنيا والبوسمينا (Daphnia and Bosmina) مترين إلى ٣ أمتار عندما حُجِبَ عنها الضوء الاصطناعي مقارنة بتلك العوالق التي لم يُحْجَب الضوء الاصطناعي عنها سواء في نفس البحيرة أو في الأحواض المائية. ما يقوم به الضوء الليلي من تغيير لمسافة عمق الكائنات ومن تأثير على نسبة هذه الكائنات المهاجرة يوميا لهو تشوش واضح لأنّ الإنارات موجودة كل ليلة ولا تتغير كثافتها، وكذلك لما تقوم به الإنارات من تأثير تراكمي على المدى الطويل لهجرتها. على سبيل المثال، إذا كانت الإنارات موجودة في بيئة هذه العوالق المائية باستمرار فإنه سيقل بحثها عن الطعام على سطح الماء (38).

من بين أعضاء العوالق المائية، تُعتبَر العوالق الكبيرة كالقريدس Mysid shrimp والحشرات phantom midge من نوع Chaoborus punctipennis والتي تهاجر يوميا هي الأكثر عرضة لخطر الإنارات الليلية لأنها تُظهِر استجابة لكثافة ضوء باهتة جدا تقل عن كثافة ضوء النجوم على عكس العوالق الصغيرة (جدول ٧). يعتبر تجنُّب تلك العوالق الكبيرة للضوء الخافت جدا أمرا هاما لحمايتها من الأسماك التي تقتات عليها planktivorous fish والتي تختار فرائسها الكبيرة عندما تقل كثافة الضوء (O'Brien 1979، Gal et al.، 1999). من المحتمل أن تقوم الإنارات بإزالة هذه العوالق الكبيرة أو تقلل أعدادها بشكل غير مباشر لأنّ الضوء سيحصرها في عمق المياه حيث يصعب عليها وجود طعام لها وهي مناطق يقل فيها النمو. يخترق الضوء الاصطناعي المياه

الصافية بشكل أعمق مزيلة ما فيها من عوالق من سطح الماء فتذهب في عمق المياه وقد تقل أعدادها وتتوقف دورة حياتها.

-الحاجة إلى الأبحاث في المستقبل:

من الضروري المقارنة بين قياسات الضوء الليلي الاصطناعي في البيئات المائية لمعرفة مدى التأثير البيئي. يمكن لهذه التأثيرات أن تكون قوية قرب الشواطئ أو ضفاف الأنهار بسبب اختراق الضوء ذو الكثافة العالية لأسطح المياه والطبقة الضحلة منها حيث توجد كائنات حساسة للضوء. من المهم أيضا قياس التغيرات الفصلية للتعرض للضوء في الليل لأنّ التعرض يكون أطول في فصل الشتاء بسبب طول الليالي الشتوية واستمرار تشغيل الإنارات فيها.

تضع الإنارات أسئلة حيوية وبيئية لعلماء البيئة. هناك حاجة للبحث الحيوي فيما يتعلق بالقدرات البصرية للأسماك واللافقاريات المائية عند وجود تلوث ضوئي فوق الماء وتحته. سيحدد تدوين الأطياف والأطوال الموجية وكثافة الأضواء الخصائص الضوئية التي تغير سلوك الحيوانات المائية وما إنْ كانت تستجيب للطيف المرئي وكثافة الضوء أو خليط من هذه الخصائص الضوئية في بعض الحالات. على سبيل المثال، تتجمع العوالق المائية التي تضع بيضها في ترسبات البحيرات ومصبات الأنهار وتحتاج ضوء خافت لتحفيز فقس البيض، كذلك وضع الأسماك للبيض هو نشاط آخر يحصل في المناطق الساحلية وتحثّ مراحل نور القمر هذا النشاط في الغالب، وبما أنّ كثافة الإنارات قد تصل لهذه الكثافة فإنّ وهجها على وضع البيض عند الأسماك وعواقب ذلك على أعدادها قد يعطي دلائل ونتائج مذهلة للباحث في هذا المجال. أخيرا، يضع التلوث الضوئي أسئلة تطورية لأنّ هناك مدن وضواحي تنير البيئات المائية من بحيرات وأنهار منذ أكثر من ٥٠ عاما وهو وقت أكثر من كاف لتطوُّر اللافقاريات التي تعيش فترة قصيرة (Hairston et al. 1999، Fischer et al. 2001).

الفصل العاشر

أهمية توازن الكائنات في البيئة

١. أهمية توازن الكائنات في البيئة.

٢. انقراض الكائنات.

- أهمية توازن الكائنات في البيئة:

لو لم تكن هناك أهمية لتلك الكائنات لما أنشئت الهيئة السعودية للحياة الفطرية، فتوازن تلك الكائنات هو توازن للبيئة وهي مورد أساسي من مواردنا الطبيعية، و قد سميت بالحياة الفطرية لأن هذه الكائنات لا تفسد في الأرض. النمر العربي هو أحد الأمثلة على الحيوانات المهددة بالانقراض ولم يبق منها إلا أقل من ١٠٠، وهي تقوم بدور هام في توازن البيئة وتوازن أعداد فرائسها كالقرود وغيرها حيث يشكل ازديادها خطرا على المناطق السكنية، وهناك فوائد أخرى الله أعلم بها. في بحث عن النمر العربي Panthera pardus nimr في السعودية نشر عام ٢٠٠٧ م، وهو أكبر وأشهر أنواع القطط الكبيرة في الجزيرة العربية، تم مسح ١٥٣ منطقة وتبيّن أنّه قد اختفى ولم يُشاهد في كثير من المناطق، وأنّ هذا النوع من النمور العربية ما زال موجودا بقلة في جبال السروات والحجاز. وقالت الدراسة أنّ هناك ضرورة لأهمية رفع الوعي لدى عامة الناس حتى أنّ البعض لا يعلم بوجود نمور عربية في بيئتنا. قد يقول الكثير هذه كائنات مفترسة قد تقتل البشر ويجب اصطيادها، فكيف لو تركنا البشر يتصرفون كما يريدون، لذا يجب أن يفهم أولئك الناس أهمية تلك الكائنات في التوازن البيئي. كانت تلك النمور متواجدة بكثرة إلى نهاية الستينات 1960s، وفي عام ١٩٩٦ أصبحت على حافة الانقراض، وأظهرت هذه الدراسة أنها اختفت في شمال جبال الحجاز (75). وفي إثبات لأهمية التوازن، فإنّ كثرة صيد الغزلان والوعل (تيس الجبل) والزلم (وبر بحجم الأرنب) طيلة العام تقلل هذه الفرائس للنمر العربي وهذا يدفع النمر إلى صيد المواشي كالخروف والماعز وفي بعض الأحيان القاعود (صغير الجمل)، فيجعلها عدوا لرعاة القطيع بدلا من أن تساهم في التوازن الأحيائي، عندها يصبح صيدها أو استخدام السم لقتلها أمرا إجباريا لأولئك الرعاة. لوحظ وجود النمر العربي في المناطق التي يتواجد فيها الوعل والزلم والأرنب البرّي. إحدى أسباب قتلها هو جلدها والأدوية الشعبية والتباهي بقتلها مع الأسف. لتأكيد كل هذه المعلومات، في جمادى الأولى من عام ١٤٣٢ هـ قام مواطن بقتل إحدى النمور العربية النادرة بوضع سم في ناقة مقتولة لأنها قتلت إحدى إبله، واعتبر ذلك فخرا ومدعاة للاعتزاز (78). قتل كائنات مهددة بالانقراض ليس فخرا أبدا، بل إنّ المحافظة عليها هو الفخر، ثم أنه لم يواجه النمر حتى يثبت قوته ولو حصل ذلك لكان فخرا لكنه استخدم السم وقيل وضعه لأنه كان يعتقد أنّ الذئاب هي السبب، فقُتل النمر عن غير قصد وكان من الواجب عليه إخبار الهيئة السعودية للحياة الفطرية بأسرع وقت وليس قتلها، وقد أخذت الهيئة عينات لدراسته ومراقبة المكان لاشتباه وجود نمور عربية في

المكان وذلك للمحافظة على هذه النمور النادرة. لم يتجرأ النمر على افتراس الناقة إلا بسبب نقصان الكائنات كالغزلان والأرانب التي يصطادها عشاق المقناص وما أكثرهم، ولم يتجرأ المواطن على قتل النمر إلا من خوفه على إبله وإن كانت أحد الأسباب هو المفخرة بقتل النمر، وسيكون ذلك أحد أسباب قلة وانقراض هذه الأنواع النادرة وغيرها بشكل إجباري، وتتجلى هنا أهمية التوازن في البيئة. قد تُقتَل النمور عن غير قصد وبشكل غير مباشر عن طريق أكل الطرائد المسممة للضباع والذئاب. ازدياد قرود الربّاح في الجبال يعكس قلة النمور التي تفترسها، فقد لاحظنا وجود أعداد كبيرة من القرود على الجبال داخل مدينة أبها وفي محافظة الدرب بمنطقة جازان في أيامنا (٢٠١١ إلى الآن)، و قد يصعب مكافحتها إذا انتشرت في كل مكان. كانت أعداد تلك النمور كثيرة قبل الستينات ولم تكن تهاجم الرعاة في الماضي والسبب هو كثرة أعداد الغزلان وغيرها من الفرائس، فقتلنا لفرائسها عن قصد أو عن غير قصد سيكون سببا لانقراضها وهذا يؤدي إلى تدهور حرج في السلسلة الغذائية. هذه دراسة نادرة في بلدنا ونحن بحاجة لمثلها حتى يزداد فهمنا لتلك القضايا العلمية والبيئية الغامضة. الطرقات هي إحدى أسباب اضطراب بيئتها وتَخَلِّي النمور عن تلك المناطق، وقد ذكرت الدراسة ذلك. في التاسع من أبريل عام ٢٠١١ م، نشر خبر في جريدة الرياض عن مسح شامل في بعض المناطق لاكتشاف مواطن النمر العربي، وقد قام الأمين العام للهيئة السعودية للحياة الفطرية صاحب السمو الأمير بندر بن سعود بن محمد آل سعود بتدشين عددا من المشاريع في مركز أبحاث الحياة الفطرية بالطائف وذكر النجاحات التي حققتها الهيئة في إعادة الولادات للنمر العربي في الثلاث سنوات الأخيرة. هذه هي الأخبار المفرحة التي نحتاجها وهي إنجازات صعبة التحقيق، ونتمنى أن يتم الاهتمام ببقية الكائنات المتأثرة بالتلوث الضوئي عن طريق تقليل هذا التلوث وهي أكثر بكثير من هذه الحيوانات النادرة وكلها كائنات مهمة في توازن الحياة على كوكبنا. في مبادرة هادفة من الهيئة بدأت يوم الأحد، الثامن من ربيع الثاني عام ١٤٣٢ هـ برنامجا توعويا في مرحلته الثانية «نحميها لتنمو» لطلاب المدارس يهدف إلى التوعية بأهمية التنوع الأحيائي وتوضيح الجهود التي تقوم بها الهيئة، وكان هناك توزيع لحقائب توعوية ومطويات وهدايا تذكارية للطلاب والمدرسين الذين شاركوا في البرنامج. تأمّل معي ماذا سيحصل لو انقرضت كل تلك الكائنات أو قمنا باصطيادها باستمرار إلى حد انقراضها دون أي وعي، هل ستدوم الحياة؟!! لم تكن هناك هيئات لحماية الكائنات في الماضي لأنها عاشت في ظلام الليل الطبيعي الذي أقسم الله به وهو سر توازنها، فلم تنشأ تلك الهيئات إلا بعد انقلاب الليل إلى آخر صناعيٌ ضوئي عن طريق

البشر، ونحتاج أن نعالج المشكلة بأسرع وقت، فنحن نتعجب من وصول كثير من الطيور والحيوانات على حافة الانقراض هذه الأيام في ظل وجود هذه الليالي الضوئية. يجب التحدث عن أهمية حفظ النمر العربي والطيور النادرة كالأقرع الشمالي وغيرها في كل وسائل الإعلام والبرامج وذكر مسألة التلوث الضوئي وتأثيره على توازن الكائنات سواء علمنا التأثير أم جهلناه لقلة الدراسات حول ذلك وتحفيز الباحثين على القيام بالدراسات.

كنت سعيدا عندما أتجول في شوارع مدينة ملبورن بأستراليا وأشاهد طيورا كثيرة في الحدائق والممرات لا يعتدي عليها شخص واحد، فأصبحت لا تخاف من البشر وكأنها طيور الحرم، حتى الأطفال لا يقومون بإخافتها أبدا ولم أر أي مشهد لإخافة هذه الكائنات فترة مكوثي بضع سنين هناك. أما أطفالنا فكان همهم صيد الطيور يوميا وبدون سبب. لقد شاهدت خبرا سريعا عام ٢٠٠٩ في إحدى القنوات الأسترالية أنّ طفلا كان متضايقا من انحباس إكدْنا (و هو حيوان أسترالي الأصل آكل للنمل يشبه القنفذ) في جحر ولم يستطع الخروج، فكان الطفل ذو الستة أعوام تقريبا يحاول انقاذه بعفوية ويطلب من أبيه إنقاذ هذا الحيوان، فقام مصور صحفي بتوثيق هذه اللحظة حتى يلاحظ الناس النفسية البريئة لهذا الطفل واهتمامه بالمحافظة على التنوع الأحيائي ليس فقط في المدرسة حتى تكتب في الورقة ويحصل الطالب على امتياز كي يفتخر أمام الناس، بل في حياته الواقعية العملية كما في هذا المشهد. ذات يوم خرجت من المنزل بعد العصر عام ١٤١٥ هـ، وإذا بي اسمع نباح كلب بصوت عالٍ جدا، لكنه ليس نباح تهديد بل نباح استجداء، فتتبعت مصدر الصوت وإذا بمجموعة كبيرة من الصبية يعتدون على هذا الكلب وقد حجزوه في زاوية وذلك بالرجم المتواصل بعد أن جمعوا عددا هائلا من الحجارة، فكان أول صوت أسمعه من ذاك النوع، صوت يثير الشفقة بمعنى الكلمة إلى درجة أنني ما زلت أتذكر هذا الصوت إلى اليوم. أصبت بالذهول من العمل الوحشي لهؤلاء الفتية وأشفقت على هذا الكائن، فلم أستطع منعهم، كيف وقد اتفق جميعهم على أن تكون تسليتهم في هذا اليوم بالاعتداء على هذا الكلب، ولو علموا أنّ لديهم أعصاب وأحاسيس لعرفوا أنّ لهذا الكائن أعصاب وأحاسيس أيضا، ولو علموا أنّ المسلم قد يدخل النار بسبب تعذيب كائن لما فكروا أبدا في ذلك. لا تقتصر القصة على الحيوان بل حتى على الإنسان، فتجد بعض الشباب يقومون بالاعتداء على العمالة الوافدة بالضرب المبرح دون سبب إذا وجدوا فرصة. هل أطفالنا يتعلمون الرفق في المدارس، أم تذهب المعلومات من فم المدرس إلى دفتر الطالب دون أن تمر بأدمغتهم؟!! قد تمتلك هذه الكائنات شفقة ورحمة أكثر مما يمتلكه بعض

البشر، فإنّ الخلائق تتراحم فيما بينها حتى أنّ الدابة ترفع حافرها عن ولدها خشية أن تصيبه. فعْلُهم هذا كان بسبب الغفلة وعدم وعيهم بالرفق بالحيوان، وهذا دليل على عدم فهم كثير من الطلاب في المدارس لمختلف الدروس فهما يؤثر فيهم إيجابا، فإنّ عدم الوعي يُنْزل الإنسان إلى مستوى أقل من هذه البهائم. قال تعالى: ﴿ وَلَقَدْ ذَرَأْنَا لِجَهَنَّمَ كَثِيرًا مِنَ الْجِنِّ وَالإِنْسِ لَهُمْ قُلُوبٌ لا يَفْقَهُونَ بِهَا وَلَهُمْ أَعْيُنٌ لا يُبْصِرُونَ بِهَا وَلَهُمْ آذَانٌ لا يَسْمَعُونَ بِهَا أُولَئِكَ كَالأَنْعَامِ بَلْ هُمْ أَضَلُّ أُولَئِكَ هُمُ الْغَافِلُونَ (١٧٩)﴾.

قام أطفال بزرع نباتات في حملة الموجة الخضراء العالمية في ٢٢ مارس عام ٢٠١١ م لتوعيتهم بأهمية التنوع الحيوي. «مدرسة واحدة، نبتة واحدة، هدية واحدة للطبيعة».

هذه بعض التصرفات الوحشية العنيفة لأطفالنا وشبابنا في ثمانينات وتسعينات القرن العشرين في إحدى المحافظات، علما أنّ شبابنا يمثل ٦٥٪ من حجم السكان في السعودية كما تشير الإحصائيات:

- كانوا حريصين على رمي طيور الدوري بالحجارة عن طريق النبيطة يوميا وبشكل جماعي (صورة ٢٩).
- كانوا يرمون أيّ كائن يكون قريبا منهم بالحجارة إما لأنّه يبحث عن الطعام أو كان قريبا بالصدفة.
- كانوا يقومون بجمع عدد كبير جدا من الفراش يوميا ووضعها في صناديق حتى تموت، حيث كانت هناك أنواع من الفراش منتشرة ولم يعد هناك أي منها الآن.

-كانوا يقومون باصطياد أنواع من الحشرات السوداء، ثم يقومون بكسر إحدى رجليها ووضع عود فيه لكي يسمع صوت أجنحتها وهي تحاول الطيران، فتجد عددا كبيرا من الأطفال والشباب سواء كانوا من طلبة الابتدائية أو المتوسطة ومعهم العيدان ويستمعون لهذا الصوت الايقاعي الذي يجلب الفرحة لديهم. نشكر جمعية البيئة السعودية على الجهود التي تقدمها من أجل المحافظة على البيئة، وقد ازداد وعي الشباب هذه الأيام بخطورة الأنواع المختلفة للتلوث (صورة ٣٠).

صورة ٢٩: النبيطة القديمة التي كان يستخدمها الشباب في صيد الطيور والكائنات للتسلية، ويعتبر البطل من يصيد أكبر عدد من الطيور ويجمعها ويتباهى بها أمام زملائه. علينا توعية أبنائنا بخطورة صيد الكائنات في البرية (تصوير: خالد خميس).

صورة ٣٠: حملات للاهتمام بالبيئة وهي بعض جهود جمعية البيئة السعودية في الحفاظ على كوكب الأرض (Photos: SENS; Saudi Environmental Society).

هل تعلم أنّ طائرا واحدا من بين ثمانية طيور، وكائن ثديي واحد من بين أربعة ثدييات، ونبتة صنوبرية واحدة من بين أربعة نباتات، وكائن برمائي واحد من بين ثلاثة برمائيات، وستة سلاحف بحرية من بين سبعة كلها مهددة بالانقراض. وهل تعلم أنّ ثلاثة أرباع (٧٥٪) من التنوع الجيني الحيوي للمحاصيل الزراعية قد فُقدت، وأنّ حياتنا نحن البشر مرتبطة ارتباطا وثيقا بالتنوع الحيوي وأنّ حماية هذا التنوع أساسي في حياة الإنسان، وأنّ التلوث بأنواعه (كالتلوث البيئي والتلوث الضوئي وتلوث الهواء) والتقلبات المناخية نتيجة الأفعال البشرية هي سبب ذلك.

أتذكر يوم كنت في المرحلة الابتدائية قام شخص برمي قط بحجر كبير وبقوة مذهلة ليتباهى ويبرهن لزملائه أنه قناص بارع، عجز القط عن الحركة في نفس اللحظة وكأنه أصيب بشلل فوري، ذهب الرامي وأصدقاءه بعد الحادثة مباشرة دون أي إحساس أو ضمير، والعجيب أنهم كانوا يضحكون. ظليت أنظر إلى القط المسكين بعد أن رحلوا وتعجبت من

عدم إحساسهم بالرأفة لهذا الحيوان. ما رأيك في الحكم الشرعي لما حدث؟ فإذا علمت أنّ التلوث الضوئي يقتل ملايين الطيور والكائنات سنويا (دون أن تعلم) بطرق مباشرة وغير مباشرة فهل ستتحرك فيك مشاعر الرحمة؟! أيهما أكثر وحشية، حادثة رامي القط أم قتل ملايين الكائنات واضطراب سلوكها ووظائفها الفسيولوجية وبشكل مستمر بسبب الأضواء الليلية؟!!

- انقراض الكائنات:

إنّ أزمة انقراض الحياة البرية تفوق أزمة الاقتصاد العالمي وأن الحياة على الأرض تحت خطورة قصوى ولم تعد تحتمل النشاطات الفاسدة للإنسان وأصبح التنوع الحيوي في نقصان مضطرد، وأنّ انقراض الأنواع الحية على الأرض هو الأكبر والأخطر هذه الأيام منذ اختفاء الديناصورات. ذكر اتحاد IUCN أنّ تدهور التنوع الحيوي (الذي هو أساس الحياة على الأرض والذي يعتمد عليه الإنسان) هو أحد أسوأ الأزمات في العالم، ويقصد بالتنوع الحيوي وجود تنوع من مختلف الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وغيرها، وأنّ معدل انقراض الكائنات يتراوح بين ١٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ ضعف مما كان عليه (IUCN)، وأحد الأسباب هو وجود التلوث الضوئي هذه السنين مقارنة بآلاف السنين وملايين السنين التي عاشت بدونه في توازن. هناك ١٧٢٩١ نوع من الكائنات الحية من ضمن ٤٧٦٧٧ نوع مهددة بالانقراض وأنّ هناك ٤٤٨٣٨ نوعا كلها في القائمة الحمراء. ٢١٪ من كل الثديات، ٣٠٪ من كل البرمائيات، ٢٨٪ من الزواحف، ٣٧٪ من الأسماك، ٧٠٪ من النباتات، ٣٥٪ من اللافقاريات كلها مهددة. هناك ٥٤٩٠ نوع من الثديات، ٧٩ نوع منها قد انقرض، و١٨٨ في خطورة قصوى، و٤٤٩ نوع مهدد بالانقراض، و٥٠٥ أنواع عرضة لأن يكون مهددا. هناك ١٦٧٧ نوع من الزواحف في العالم حسب القائمة الحمراء للاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة، ٤٦٩ نوع منها مهدد بالانقراض و٢٢ منها قد انقرض. ٦٢٨٥ نوع من البرمائيات هي أكثر الأنواع المهددة بالانقراض، منها ٣٩ نوع قد انقرض و٤٨٤ تحت خطورة قصوى و ٧٥٤ مهددة و٦٥٧ عرضة لأن تكون مهددة. إجمالي عدد النباتات ١٢١٥١ نوع، منها ٨٥٠٠ مهدد بالانقراض و١١٤ نوع قد انقرض. هناك ٧٦١٥ نوع من اللافقاريات ضمن تلك القائمة، ٢٦٣٩ نوع مهدد بالانقراض. نقصت أشجار المنغروف بمعدل ٣٥٪ في غضون ٢٠ عاما فقط. وفي المحيط الأطلسي الشمالي، قلت أعداد الأسماك بمعدل ٦٦٪ في الخمسين سنة الماضية (أي بين عامي ١٩٦٠ إلى ٢٠١٠) وهذا مخيف جدا. وانخفضت الأنواع الحية بمعدل ٤٠٪ بين عامي ١٩٧٠ إلى ٢٠٠٠، وأنّ الأنواع الحية الموجودة في الأنهار والبحيرات والمستنقعات قد قلت بمعدل ٥٠٪.

هذه بعض الكائنات المنقرضة:

- **الغـزال العربـي** (Gazella arabica) **وقـد كان مـن الحيوانات المسـتوطنة في المملكة العربية السعودية، وذكرت** IUCN **عام ١٩٩٦ أنه قد انقرض وكان سبب ذلك الصيد الجائر المتواصل في موطنه السعودية.**
- **الغزال السـعودي** (Gazella saudiya)**. كان منتشـرا في شـمال وغرب المملكة، وأعلن عـن انقراضـه بشـكل رسـمي عام ٢٠٠٨ عـن طريق** IUCN **بسـبب الصـيد الجائر من المواطنين مع الأسف الشديد.**
- **الغـزلان مـن نـوع** (Elaphurus davidianus)**. تم تصـنيفها عـام ١٩٩٦ على أنها في خطورة قصوى** (CR; critically endangered) **ولكن في عام ٢٠٠٨ صنفت على أنها منقرضة من البرية** (IUCN)**.**
- **تيس الجبل من نوع** (Pyrenean Ibex) **وقد مات آخر وعل عام ٢٠٠٠ ميلادي وهناك جنسان آخران هما** Gredos and Beceite **وقد أعلن أنها على وشك الانقراض.**
- **الدلافين من نوع** (Lipotes vexillifer)**. ذكر** IUCN **عام ١٩٩٦ أنها حيوانات مهددة وأعلن عن انقراضها عام ٢٠٠٦ بعد بحوث ومسوحات طويلة.**
- **وحيـد القـرن مـن نـوع** (Diceros bicornis longipes) **وأعلـن عـن انقراضـه عـام ٢٠٠٦.**
- **العلجـوم الذهبـي** golden toad **واسـمه العلمـي** (Bufo periglenes)**. في قاعدة بيانـات** IUCN**، لوحـظ أنّ آخـر ذَكَـر تمت مشـاهدته عـام ١٩٨٩ ميـلادي وأعلن عن انقراضه عام ٢٠٠٤.**
- **العلجوم** (Bufu baxteri)**. كانت منتشرة في خمسينات القرن العشرين، إلا أنها نقصت بشكل مفاجئ وصنفت على أنها في خطورة قصوى في السبعينات ثم أعلن عن انقراضها من البرية عام ١٩٩١.**
- **طيـور الدّجّ مـن نـوع** (Myadestes myadestinus) **وأعلن عن انقراضـها عام ٢٠٠٤ رغم أنها كانت إحدى أشهر الطيور في القرن التاسع عشر، وذكرنا تأثير التلوث الضوئي على بعض أنواع طيور الدّجّ.**
- **طيور التفلق** (Guam rail)**. انقرضت من البرية عام ١٩٨٠.**
- **طيور** (Melamprosops phaeosoma)**.**

- **الببغاء** (Cyanopsitta spixii) **وأعلن عن انقراضه عام ٢٠٠٤م.**
- **الفراش** (Madeiran large white). **بعد ١٥ سنة من المسوحات العلمية في محاولة لايجادها، لم يجدوا فراشة واحدة من ذاك النوع وأعلن بعدها عن انقراضها في نوفمبر عام ٢٠٠٧ ميلادي في مؤتمر بألمانيا وأنّ البشر هم السبب، وذكروا أنّ هناك أنواعا أخرى قد انقرضت وذلك خبر سيّء للبشر أيضا، وأتفق ٣١ خبيرا في الحفاظ على المتبقي من الأنواع الأخرى من الفراش وما يمكن فعله لتنفيذ ذلك. يعتبر الفراش، وغيرها من الكائنات كالخفافيش، دليل على صحة البيئة** (93).
- **طيور الدراج من نوع** (Mitu mitu). **انقرضت من البرية منذ عام ١٩٨٨م.**
- **السلاحف سوداء الصدفة** (Black softshell turtle) **وقد انقرضت من البرية عام ٢٠٠٢م** (IUCN).
- **إحدى أنواع النخل من نوع** (Corypha taliera).
- **النباتات من جنس** (Franklinia) **والتي تنتمي تحت عائلة نباتات الشاي وهي مصنفة على أنها منقرضة من الطبيعة.**
- **النباتات من نوع** (Escarpment Cycad) **وتم الاعلان عن انقراضها في البيئة منذ عام ٢٠٠٦م.**
- **تم اصطياد المها العربي** (Oryx leucoryx) **إلى حد الانقراض في البرية عام ١٩٧٠ ولكن في عام ١٩٨٠ ازداد عددها في الأسر وتوجد أعداد منها في محمية محازة الصيد وتم إعادة تصنيفها على أنها يمكن أن تكون مهددة، أو معرضة للخطر** (vulnerable) **عن طريق** IUCN **في يونيو ٢٠١١ وهو أول حيوان يعاد تصنيفه من منقرض في البرية** (EW; extinct in the wild) **إلى** (VU; vulnerable) **ونشكر الهيئة السعودية للحياة الفطرية على هذا الانجاز وحفاظها على بقية الكائنات المهددة، وهناك ١٠٠٠ منها في البرية و٦٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ في الأسر.**
- **أعيد تصنيف الأرانب** Sylvilagus mansuetus **من مهددة عام ٢٠٠٨ إلى خطر انقراض أقصى عام ٢٠١١.**
- **في الثامن من يوليو عام ٢٠١١، ذكر الاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة** IUCN **أنّ كل أنواع الأسماك المصنفة تحت عائلة** (Scombridae) **التي تضم أسماك التونة وغيرها، إضافة إلى أسماك الخرمان** (billfish) **وتضم سمك أبو سيف وسمك المرلين، قد تم تصنيفها**

ضمن القائمة الحمراء، ومن بين ٦١ نوعا هناك ٧ منها قد صنفت على أنها مهددة وتحت خطر انقراض أقصى وتحتاج اهتمام طارئ، وأنّ ٤ أنواع قريبة من التهديد (NT; near threatened)، وأنّ أقصى خطورة هو لأسماك التونة، وهناك خمسة أنواع منها (من بين الثمانية أنواع جميعها) هي مهددة أو قريبة من التهديد وهذا يحصل لأول مرة.

هناك أسباب أخرى غير التلوث الضوئي كالأمراض التي تصيب الحيوانات والصيد الجائر وتدمير بيئتها، إلا أنّ التلوث الضوئي لم يكن في الحسبان آنذاك ولم يتوقع أحد أن يكون له دور في تدمير الكائنات في البيئة بطرق مختلفة، وهو موجود في قاعدة بيانات IUCN على أنه أحد المخاطر التي تهدد الحياة الطبيعية، وأنّ الأوزون أيضا أحد هذه العوامل الموجودة في قاعدة بياناتهم، ولاحظنا أنّ التلوث الضوئي يرفع من الأوزون، لذا خطره أكبر.

يعتبر ثعلب الرمال Vulpes rueppellii من الكائنات الليلية التي قد تكون مهددة بسبب ازدياد أعداد الإنارات في عشرات الكيلومترات في سواحل جنوب السعودية، وقد يختل توازن الكائنات الأخرى أيضا في تلك المناطق الساحلية. يتأثر ثعلب الرمال كثيرا بالإضاءة بسبب العمى المؤقت photopigment bleach الذي يحدثه الضوء. قد تكون أنواع الثعالب الأخرى (صورة ٣١) أقل حساسية للإضاءات ليلا من ثعلب الرمال.

صورة ٣١: ثعالب في قفص (Photo: by author).

نحن لا نعرف أهمية الكائنات والنباتات إلا إذا انعدمت، فبمجرد نقص نبتة واحدة (الشعير مثلا) أصبحت المحافظات في ازدحام وفوضى إلى درجة ضرورة التدخل الأمني، ولم يحصل الكثير على الشعير وترك البعض أعمالهم وظلوا يبحثون لأسابيع ولم يجدوا. هذا لأننا نلمس فائدة مباشرة من هذه النبتة لإطعام مواشينا، لكننا لا نشعر بفائدة النباتات الأخرى والحيوانات الأخرى وكيف تساهم بطرق لا نستطيع حصرها في الحياة على سطح الأرض.

الفصـــل الحادي عشـــر

تأثـيره علـى النباتـات

١. مستقبلات الضوء الأربعة في النباتات.

٢. الاستجابات الفيسيولوجية عند النباتات.

٣. لماذا توجد هناك مستقبلات للأطياف ما بين الحمراء وتحت الحمراء ومستقبلات للطيف الأزرق؟

٤. لماذا توجد هناك مستقبلات كثيرة للضوء؟

٥. لماذا تعتبر فترة النهار (١٢ ساعة تقريبا) هامة في النباتات؟

٦. استجابات مختلفة.

٧. إضاءات الليل وفيسيولوجيا النبات.

- مستقبلات الضوء الأربعة في النباتات:

سيركز هذا الفصل على مستقبلات الضوء في النبات plant photoreceptors (وهي الجزيئات التي تستقبل الضوء) وعلى الاستجابات الفيسيولوجية للضوء. كانت معظم الأبحاث التي درست تلك العلاقة مخبرية، وركزت معظمها على فهم الميكانيكيات الأساسية لتنظيم نمو النبات عن طريق الضوء. رغم أنّه لم تُثبت دراسة تفصيلية تأثير التلوث الضوئي على النباتات في الطبيعة، إلا أنّ كاثي وكامبل قاما باثبات ذلك (Cathey and Campbell 1975)، فغياب دليل على تأثير التلوث الضوئي ليس دليلا على غياب التأثير. من المهم هو دراسة مستقبلات الضوء المختلفة حتى نثبت التأثير. حتى الآن، هناك أربعة عائلات مختلفة من مستقبلات الضوء في النباتات وهي: الفايتوكروم phytochrome، الكربتوكروم cryptochrome، الفايتوتروبن phytotropin، ومستقبل ضوء يسمى FKF1. تقوم هذه المستقبلات بأدوار فيسيولوجية، ولها دور أيضا في مراحل تطور النبات.

١. الفايتوكروم The phytochromes : الفايتوكروم هو أول مستقبل عُزِلَ من النبات، وهو بروتين صِبْغِي يمتص الضوء ويُحْدِث بعدها عملية فيسيولوجية. أُخِذ أول دليل على هذا التأثير من تجارب على الخَس في ثلاثينات القرن العشرين (Flint 1934، Flint and McAlister 1935، 1937)، حيث وَجَد هؤلاء الباحثون أنّ أطياف الضوء ما بين الحمراء وتحت الحمراء (من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ نانومتر، وتسمى far-red) تُعطِّل عملية الإنبات germination، بينما تُحفِّز الأطياف الحمراء (من ٦٣٠ إلى ٧٠٠ نانومتر تقريبا) هذا الإنبات. بعد تجارب فلنت وماك ألستر - و بعد مُضيّ عقدين من الزمان- استخدم بولتر وآخرون (1959) طرقا كيميائية حيوية لعزل مستقبلات ضوء phytochrome A; phyA تحتوي على بيليترين bilitriene كملوِّن (و هو ذلك الجزيء الذي يعطي اللون) أو ما يسمى chromophore. تُصَنَّع هذه المستقبلات phytochrome في الظلام مع الملوِّن chromophore في تركيب جزيئي يمتص الأشعة تحت الحمراء ويسمى هذا المستقبل الضوئي (Pr). عند التعرض للطيف الأحمر (الطيف أكثر من ٦٣٠ نانومتر) يخضع الملوِّن chromophore إلى عملية الأسمرة isomerization (وهي تغير الشكل الجزيئي مع وجود نفس الذرات لكنها مختلفة من حيث الترتيب) ليمتص الأشعة ما بين الحمراء وتحت الحمراء far-red، ويسمى هذا المستقبل (Pfr). تنتج عن عملية الأسمرة تغير شكلي للبروتين الذي يحول البروتين

الصبغي Pr الغير نشط إلى الشكل الحيوي النشط Pfr. لذلك، يقوم الطيف الأحمر بإحداث استجابات عن طريق نوعَي هذه المستقبلات الضوئية phytochromes وهما Pr وPfr. ذكر سيج (Sage 1992) تفاصيل اكتشاف هذا المستقبل الضوئي. في النبات Arabidopsis thaliana هناك خمسة أنواع من مستقبل الفايتوكروم مصنفة من phyA إلى phyE (Sharrock and Quail 1989، Clack et al. 1994). هناك طفرات جينية موجودة في نبات Arabidopsis حيث تفتقر لهذه المستقبلات، وقد تلاعب العلماء بالجينات، فجعلوا من النبتة أنواعا لديها إما نوعان أو ثلاثة أو حتى أربعة من هذه المستقبلات. كانت تلك الأنواع الجينية للنبتة ذات أهمية لفهم الأدوار الحيوكيميائية والفيسيولوجية لكل نوع من الفيتوكروم. تكون الاستجابات الناجمة عن المستقبل الضوئي من نوع phyA أكثر حساسية وتحتاج ضوء أقل من تلك الناجمة عن phyB. عندما تنمو النبتة وتصبح فوق مستوى التربة، تتحطم معظم المستقبلات phyA، بالتالي يصبح الفيتوكروم phyB المقاوم هو السائد في النباتات المعرضة للضوء (38).

٢. الكربتوكروم The Cryptochrome : أعطى قريسيل (Gressel 1979) مسمى كربتوكروم لمستقبل ضوء في النبات لم يكن معروفا من قبل. البادئة crypt تعني متخفي، وchrome تعني لون، لأنها كانت أيضا موجودة في الكائنات المجهرية التي لا تُرى كالفطريات. هناك نوعان منها وهما cry1 وcry2. وَثَّقَ علماء وجودها في كائنات كثيرة كالذباب والإنسان إضافة إلى وجود نوع ثالث سُمّي cry3 في نبتة Arabidopsis وفي السيانوبكتيريا Cyanobacteria Kleine et al. 2003، Brudler et al. 2003. لا يعرف العلماء وظيفة cry3 في النبات لكن الأبحاث ما زالت جارية لفهم وظيفتها.

٣. الفوتوتروبين «The phototropins".

٤. FKF1 ومشتقاته.

- الاستجابات الفيسيولوجية للضوء عند النباتات:

لا شك أنّ الضوء هام في نمو النباتات ليقوم بعملية البناء الضوئي إذا كان متوازنا مع ضده وهو الظلام، وهي من التأثيرات الإيجابية للضوء، حتى النباتات التي لا تتعرض للشمس قد تستفيد من الإضاءة الاصطناعية للقيام بهذه العلمية لكنها أقل فعالية من عملية البناء الضوئي التي تعطيها الشمس بكثير، ولكن تظل هناك أسئلة حول استجابة

النبات للضوء المتواصل. أدّت معرفة أنواع المستقبلات الضوئية في النبات إلى أسئلة تتعلق بدورها الوظيفي والفيسيولوجي عند التعرض للطيف المرئي. على سبيل المثال، لماذا توجد هناك مستقبلات للأطياف ما بين الحمراء وتحت الحمراء far-red ومستقبلات للطيف الأزرق؟ لماذا توجد مستقبلات كثيرة للضوء في النبات؟ وقادت هذه الأسئلة العلماء إلى سؤال آخر وهو: لماذا كانت فترة النهار (١٢ ساعة تقريبا) هامة للنباتات؟

- لماذا توجد هناك مستقبلات للأطياف ما بين الحمراء وتحت الحمراء ومستقبلات للطيف الأزرق؟

تحتوي أشعة الشمس على الأشعة تحت الحمراء وأشعة far-red. يمتص الكلوروفيل chlorophyll أو اليخضور الموجود في الأوراق الخضراء (و هي المادة الملونة في النبات) كمية كبيرة من أطياف الضوء الحمراء والزرقاء، وتستخدمها كطاقة في عملية البناء الضوئي photosynthesis. من الناحية الأخرى، يمتص الكلوروفيل كمية قليلة جدا من الأشعة ما بين الحمراء وتحت الحمراء far-red، ونتيجة لذلك فإنّ الطبقة التحتية للغابة plants in the understory (و هي الشجيرات والنباتات الموجودة تحت كثافة أغصان الغابة العالية) تستقبل كثافة ضوء قليلة لكنها تستفيد منها في البناء الضوئي. المستقبل الموجود فيها هو Pr، أما المستقبل Pfr فهو الذي يُثَبِّط نمو جذع النبات. في غياب Pfr، تنمو جذوع هذه النباتات understory بسرعة وتتوقف نمو الأوراق (38). في كثير من النباتات، تأخذ الميكانيكية البنائية الضوئية كمية محددة فقط من الضوء، فعندما يكون الضوء شديد الكثافة، لا تستخدم هذه النباتات الطاقة المتصة في العملية الكيميائية الضوئية وقد تسبب لها آفة على الكلوروبلاست chloroplast (و هو جزء من خلية النبات الذي يحتوي على اليخضور (الكلوروفيل) أو الصبغات الضوئية)). تحت هذه الظروف الشديدة الإضاءة، يُعاد تنظيم مكان الكلوروبلاست إلى خلايا النبتة المتعامدة باتجاه الضوء. يقلل هذا التنظيم إدراك وتحسس النبات للضوء. هناك استجابة أخرى في النبات للطيف الضوئي الأزرق وهي ظهور فتحات صغيرة في أدمة النبات stomata (فتحات على أسطح أغصان وجذوع النبات تتفتح في وجود الضوء)، ويقوم بذلك مستقبل الفوتوتروبين phototropin وهو بروتين مستقبل للضوء. تسمح فتحاتها بأخذ ثاني أكسيد الكربون لعملية البناء الضوئي، وتسمح بإخراج الأكسجين وازدياد تبخر الماء وتُحَرِّك كلا من الماء والمواد الغذائية من أسفل الجذور إلى أعلى النبتة.

- لماذا توجد هناك مستقبلات كثيرة للضوء في النباتات؟

في كثير من الحالات، يقوم مستقبلان ضوئيان أو أكثر بالمشاركة في وظائف معينة. ليست كل البذور بحاجة للضوء للإنبات، أما في حالة البذور التي تحتاج الضوء فإنّ الفيتوكرومات phyA، phyB هي التي تقوم بتنشيط عملية الإنبات، أما المستقبل phyA فهو أكثر حساسية. في النباتات التي تنمو في الظلام، قد يكون مستقبل الفيتوكروم phyA بمستويات أعلى بخمسين مرة من phyB. هذا مثال آخر وهو أنّ كمية قليلة من البذور فقط هي التي تَنْبُت استجابةً للضوء، أما البذور الكبيرة فلا تعتمد على الضوء (38). وبالطريقة نفسها، لا يعتبر تنظيم الانبات عن طريق ضوء النهار شائعا عند النباتات العليا high plants. من الجدير ذكره أنه ليس بالضرورة أن تنطبق كل الاستجابات الفيسيولوجية الضوئية في كل أنواع النبات، تماما كاختلاف اضطراب سائر الكائنات للضوء السرمدي، فإنّ صحة الإنسان على سبيل المثال مهددة بهذا التواصل الضوئي لكن من دون الأبحاث العلمية لن يظهر لعامة الناس أي اضطراب بدني أو نفسي أو حيوي تماما كالنباتات.

- لماذا تعتبر فترة النهار (١٢ ساعة تقريبا) هامة في النباتات؟

قبل أكثر من ٨٠ عاما، دوَّن قارنر وألارد (1920) ظاهرة الفترة الضوئية photoperiodism، وصنفوا نباتات كثيرة على أنها إما تنمو في الأيام الطويلة long-day plant أو نباتات تنمو في الأيام القصيرة short-day plant. بعدها بثلاثة أعوام، أضافا في بحث آخر استجابات أخرى وهي أنّ هناك نباتات تنمو فقط عندما تكون فترة النهار معتدلة كنباتات عصا الذهب goldenrod، ونباتات تنمو إذا وصلت إلى حجم معين بغض النظر عن طول النهار وهي نباتات كثيرة. هناك بحث علمي رائع للباحث سيج (sage 1992) لكل الدراسات التي أعطتنا فهماً لدور طول أو فترة النهار على الإزهار ودور الفايتوكروم كمستقبل قوي. في منتصف الخمسينات 1950s، اكتُشِفَ أنّ طول فترة النهار تلعب دورا في تحديد الحالة الكامنة لكثير من الشجيرات bud dormancy وهي وقف تكون الأوراق (Downs and Borthwick 1956، Downs and Piringer 1958). تعتبر هذه ظاهرة تُحْدثها مستقبلات الفايتوكروم. يختلف تأثير الفترة الضوئية على خروج النبتة من البذرة باختلاف النوع، بعض النباتات حساسة جدا وبعضها لا يتحسس. هناك ندرة في الأبحاث حول هذا الجانب.

- استجابات مختلفة:

هناك عملية مشهورة تسمى البناء الضوئي والتي يتحول فيها ثاني أكسيد الكربون إلى مركبات عضوية. هناك عملية تابعة لها وهي العملية الغير معتمدة على الضوء والتي تتم في الظلام. إنّ واحدا من هذه العمليات التي تحصل في الظلام تدعى دورة كالفين (Calvin cycle) حيث يتحول ثاني أكسيد الكربون في وجود مركب الطاقة (ATP) إلى جلوكوز. هناك عائلة من النباتات تسمى المخلّدات (Crassulaceae) تقوم بعملية تثبيت الكربون لتخزن ثاني أكسيد الكربون في الليل، فتبقى إلى طلوع النهار لتصنّع بعد ذلك المركبات العضوية السكرية. وُجد أنّ البروتوبلاستا protoplast (و هي الخلية الأولية ومحتوياتها دون جدارها) تستبدل ثاني أكسيد الكربون في منتصف الليل، وتُغلق الفتحات الصغيرة في أدمة النبات (stomata) لتحفظ الماء لوقت النهار، وأحد هذه النباتات التي تستخدم نفس التفاعلات الحيوية هي الأناناس (٢١). الضوء من نوع صوديوم عالي الضغط بشكل دوري (٦ دقائق كل نصف ساعة لمدة ٤ ساعات) على زهرة الأقحوان كاف لتقليل نموها (٦٢). هناك صبغة في النباتات تسمى بيتالاين (betalain) وهي نوعان إما أحمر إلى بنفسجي لوجود البيتاسيانين أو صفراء لوجود البيتازانثين. تتراكم صبغة البيتالاين في الفواكه والزهور (و هي سبب جمال الألوان فيها) وكذلك في الفطريات (٦٦). لإنزيم التايروسينيز دور حيوي في صنع صبغة البيتالاين، إلا أنهما يتكونان ويتراكمان في الظلام، ويتحللان في وجود الضوء، ووُجد ذلك في نبتة (Suaeda salsa). هناك إنزيمات وجينات في نبات تنشط في الظلام بينما يقل ذلك النشاط الحيوكيميائي في الضوء (٦٧).

- إضاءات الليل وفيسيولوجيا النبات:

ركزت معظم الأبحاث التي تمت حول علم الأحياء الضوئي في النبات على تأثير الضوء في تنشيط انتقال طريقة النمو التي تتم في الظلام إلى تلك الطريقة التي تتم في الضوء. ما زال العلماء يفتقدون معلومات عن تأثير الإضاءات على النباتات في الطبيعة ولكن من المحتمل أن تقوم الإنارات بتنشيط انتقال طريقة النمو كما ذكر، مع عواقب غير معلومة للنباتات وعلاقاتها البيئية، فقد تكون العواقب حميدة وقد تكون غير ذلك. مما لا شك فيه أنّ الإضاءات الاصطناعية الخارجية تؤثر على النباتات بطرق أخرى غير خروج النبتة من البذرة seedling. قد يتضرر دخول النبتة لحالة الكمون بسبب الإنارات. في محاولة لتحديد تأثير خمسة أنواع من الإضاءات الخارجية (إضاءات incandescent، صوديوم

عالي الضغط، ميتال هالايد، إضاءات فلوريسينية وإضاءات زئبقية)، بحَث كاثي وكامبل ذلك عن طريق استخدام كثافة ١٠ لكس تقريبا من كل نوع من الإضاءات على أنواع عدَّة من النباتات في الليالي الطويلة التي تمتد ١٦ ساعة، فأظهرت كل نبتة تأثيرا مختلفا. وفي بحثهم الآخر، قاموا بكتابة قائمة بالنباتات الحساسة جدا وتلك الأقل حساسية وتلك التي لا تتأثر بطول اليوم واستمرار الإنارات ليلا. تعتبر دراسة كاثي وكامبل أفضل بحث حتى الآن حول خطر الإنارات على تطور النباتات لكن يظل هناك نقص كبير لفهم ذلك في الطبيعة. دوَّن كاثي وكامبل (1975) أنّ الأشجار plane trees الطويلة المعرضة لإنارات الصوديوم عالي الضغط تُظهر نموا فصليا متأخرا، بعد ذلك تعاني من تدهور (dieback) في فصل الشتاء مقارنة بالأشجار المحمية من الإضاءات ليلا. كذلك لاحظوا أنّ التدهور في تكوين الكلوروفيل في الأوراق وتوسع الأوراق المرتبط بالتعرض المتواصل للضوء تزيد من حساسيتها وتدميرها عن طريق التلوث (Cathey and Campbell 1975). لا يُعرَف كم هي كثافة الضوء التي تمنع حدوث عملية الكمون عند النبات، وكم هي الكثافة التي تُحدث شيخوخة الأوراق عند شجر الجُمَيْز sycamore وشجرة المَيْعة السائلة (التي تفرز سائلا بلسميّاً عَطِراً يستعمل في الأغراض الطبية، liquidambar) وأي نبتة تحتاج نهارا قصيرا لتدخل إلى حالة الكمون. أخيرا، تعتمد النباتات العليا higher plants على علامات بيئية لتقوم بالتطور والنمو، ويعتبر الضوء من أهم تلك الإشارات. لدى النباتات مستقبلات ضوء كثيرة تستجيب للأطياف الزرقاء والحمراء والطيف بين الأشعة الحمراء وتحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي للضوء. اكتُشف ١١ مستقبلا ضوئيا في نبتة Arabidopsis thaliana. المستقبلات التي تستجيب للأشعة فوق البنفسجية UV-A (من ٣١٥ إلى ٤٠٠ نانومتر) والطيف الأزرق هي الكربتوكرومات cry2، cry1، وcry3 الذي كان يسمى cryDASH، والفوتوتروبينات phot1 وphot2، ومستقبل اكْتُشف حديثا يسمى FKF1. تستطيع هذه المستقبلات أن تتحسس طيف الضوء، كثافة الضوء، اتجاه الضوء، وفترة التعرض للضوء. بعض هذه المستقبلات تعمل بشكل مستقل، وأحيانا تتعاون مع بعضها، وأحيانا تعمل بشكل مضاد لبعضها، وبعضها يعمل في نفس فترة تطور النبتة. علاوة على ذلك، تكون بعض تلك الاستجابات حساسة إلى أقصى درجة حيث تستجيب لكثافة ضوء لا تستطيع عين الإنسان إدراكها (38)، أما البعض فينشط عند كثافة ضوء قوية. من ضمن تلك العمليات الحيوية المتأثرة بالضوء هي عملية الإنبات، استطالة الجذع، توسع الأوراق وتطورها، وقف تكون الأوراق (حالة الكمون)، شيخوخة (أو خسارة) الأوراق، وعملية انفصال الأزهار أو الأوراق أو الثمار بفعل بعض الخلايا

الواقعة في الغصن أو اللحاء. بلا شك أنّ التلوث الضوئي يؤثر في النباتات وما زالت الأبحاث في بدايتها لربط علاقة الضرر على النبات نفسه أو ربط علاقة بيئية أخرى سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة كالتلقيح ودفاعها عن نفسها من الحشرات الضارة. لقد أعطتنا هذه الأبحاث القليلة خطوة أولى لعمل المزيد من الدراسات التي قد تُذهل الباحث بنتائج غير متوقعة.

هذا التلوث الضوئي الهائل الذي تشاهده أينما ذهبت في الليل هو نوع من الإفساد في الأرض (وهو موجود في كل مكان تقريبا) والسبب كما جاء أنّ بعض النباتات تضررت منه في الليل وأنّ التكاثر عند كثير من الكائنات قد اضطرب بسببه عن طريق اضطراب هرموناتها الجنسية وعرقلة هذا التكاثر، ولك أن تتأمل قول الله -عز وجل- في سورة البقرة: ﴿وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ وَاللَّهُ لا يُحِبُّ الْفَسَادَ (٢٠٥)﴾ وكما جاء في تفسير ابن كثير أنّ النسل هو نتاج الحيوانات التي لا قوام للناس إلا بها. قال تعالى: ﴿وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الآخِرَةَ وَلا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ (٧٧)﴾.

الفصل الثاني عشر

التلوث الضوئي والأمن

١. التلوث الضوئي والأمن.

٢. دراســـات إحصائية.

٣. هل يعني الظلام جرائم أكثر؟ وهل يحتاج المجرم الظلام ليتم عمليته؟

٤. هل ترفع إضاءات الليل الأمن وتمنع الجرائم؟

- التلوث الضوئي والأمن:

قبل أن أخوض في هذه المسألة، سأبدأ بمقولة سحرتني وهي لأحد موظفي حملة السماء المظلمة. يقول بيل إيفز: «من سيستفيد من إضاءة أمن (سيكيوريتي) بقوة ٥٠٠ واط تُترك مضاءة إلى الصباح؟! هل هو المقيم المستغرق في نوم عميق، أم الشرطي البعيد عن هذه الإضاءة مسافة عشرات الأميال في سيارة الشرطة، أم اللص الذي يجهز أدواته بسهولة تحت هذه الإضاءة»، نعم، ولو كنت لصا لأستطعت الوقوف أمام أي منزل وفي أي وقت أدرس المكان في وجود تلك الإضاءة. كيف سيرى اللص في الظلام، بالتالي سيضطر لاستخدام إنارة خاصة به وعندها سيكشف أمره بسهولة. إنني أرى كثيرا من المحلات التجارية تترك الإضاءة طول الليل اعتقادا أنها تمنع السطو، وهناك مراكز تجارية قليلة تطفئ الإنارة، ولم تتأثر هذه المراكز. هناك سؤال مهم وهو: هل لديك دليل على أنّ الإضاءة تقلل الجرائم؟ هل هذه الإنارات طاردة (كالمواد الكيميائية) لأولئك المجرمين؟! لم يصل الباحثون والإحصائيون إلى دليل حول تلك العلاقة. لم تثبت معظم الدراسات التي أجريت حول هذا الموضوع في أمريكا أنّ الأضواء الزائدة تمنع الجرائم، وأكدت دراسات في بريطانيا الأمر نفسه حتى قال البعض بأنّ العلاقة التي ربطها الناس بين الإضاءة والأمن أشبه بالخرافة. أكدت دراساتهم أنه لا توجد أي دراسة علمية تؤكد ارتباط نقص الجرائم مع الأضواء الزائدة. تذكر أنّ المجرم بحاجة للضوء حتى يرى. إذا تم تعديل الإضاءة إلى الأفضل وأزلنا الوهج عندها يمكن الجدل حول ارتباط الضوء بالأمن. هناك معايير أخرى للإضاءة قد تلعب دورا في زيادة الأمن، فالحاجة إلى إضاءة فعّالة وطرق انجاز هذه المهمة يحتاج إلى تقييم ودراسة. الضوء الزائد (glare) في الاتجاه الخطأ يؤثر سلبا على رجال الأمن والعسّة في التعرف على الأشخاص أو اللصوص وتحركاتهم، لذا سماه البعض بالعمى الضوئي. دُرِست حالات كثيرة مع أخرى ذات صلة بالموضوع فأظهرت أنّ زيادة مستوى الضوء أو بقاء الإنارة بكثافة عالية تقلل من مستوى الأمن والسلامة. قامت بلديات دول معينة عام ١٩٦٠ م بتطوير إضاءات الشوارع بشكل جزئي لمواجهة الجرائم بعد استنباط من دراسة أكدت أنه لا توجد براهين إحصائية على أنّ زيادة الإضاءة تلعب دورا في معدلات الجرائم، وأخرى برهنت أنّ مثل هذه الزيادة ترفع من فرص الجرائم عن طريق سهولة وجود الأهداف من قِبل المجرمين (١٦).

- دراسات إحصائية:

في عام ١٩٨٨ ميلادي (١٤٠٨ هـ) كان معدل جرائم القتل في المملكة العربية السعودية ١,١ لكل ١٠٠،٠٠٠ نسمة، وكان معدل الاعتداءات الجنسية ٢١,٩ لكل ١٠٠،٠٠٠ نسمة وكان معدل السرقات ٧٠,٥ لكل ١٠٠،٠٠٠ نسمة. في عام ٢٠٠٢، تم تسجيل ٨٤،٥٩٩ جريمة في السعودية (٤٧٪ منها سرقات) وهي تمثل ٣٨٧ جريمة لكل ١٠٠،٠٠٠ نسمة، وهو ارتفاع ملحوظ بين الفترتين، ولو لاحظنا الفرق في الإضاءات بين عام ١٩٨٨ وعام ٢٠٠٢ م لوجدناه بالتأكيد أعلى عام ٢٠٠٢ م(92). ومن الجدير ذكره أنّ نسبة الجرائم تختلف حسب المنطقة، رغم ذلك فإنّ المعدل أيضا قد يختلف حسب العام كما رأينا عام ١٩٨٨م وعام ٢٠٠٢م، فقد نشرت صحيفة الوطن في عددها ٢٥٨١ وبتاريخ ١٣ شوال ٢٠٠٧م أنّ عدد الجرائم -حسب إحصاء للأمن العام- كان ٨٩٨٧٣ جريمة عام ٢٠٠٥ م مقارنة بعدد ٨٨٦٠٩ جرائم عام ٢٠٠٦ م. وتصدرت السرقات قائمة الإحصاء بواقع ٣٩٦٠٨ جرائم عام ٢٠٠٦م وهي أعلى من معدل جرائم السرقة في عام ٢٠٠٥م، فيما ارتفعت جرائم القتل إلى ١٥٤٩٢ جريمة عام ٢٠٠٦م مقارنة بـ١٤٠٤٠ جريمة قتل عام ٢٠٠٥م. وتصدرت الرياض قائمة الجرائم في السعودية بواقع ٣٣٣٢٢ جريمة مختلفة، وهي من أقوى المدن إضاءة في السعودية كونها العاصمة. كانت منطقة الحدود الشمالية صاحبة أقل عدد للجرائم المسجلة بمقدار ٨٠١ جريمة. هناك أيضا جرائم لم يبلّغ عنها، بالتالي يصعب نوعا ما تحديد مدينة بعينها أنها صاحبة أكثر عدد جرائم. إذن لاحظنا أنّ المعدل في تذبذب مستمر حسب العام وحسب المنطقة وفي كثير من الأحيان يكون السبب غامضا. قل لي أي دور قامت به إنارات البلد الساطعة، الأرقام السابقة مخيفة وقد يكون للإنارات دور في تسهيل القيام ببعض تلك الجرائم. قد يستحيل إطفاء إنارات البلد كاملة ولكن دعنا نفترض كم ستكون النسبة لو عاد الليل الطبيعي؟

كان هناك تركيز في نشر أخبار الجرائم في مدينة الطائف، وعلينا التأكد أنّ هذه الجرائم -و إن أتت بشكل دوري في الصحف- غير كافية في أن تحكم على المدينة إلا إذا قارنت عدد الجرائم كاملة مع عدد الجرائم في بقية المدن في فترة زمنية طويلة، وهذا يحتاج دراسة إحصائية دقيقة مفصّلة، أما أغلب الصحف فتأتي بالأخبار لجذب القرّاء وليس إعطاء معلومة دقيقة. لهذا السبب قد يظن الكثير أنّ الطائف صاحبة أكبر نسبة جرائم وذلك لما يركز عليه الإعلام من نشر أخبار جريمة بين فترة وأخرى وهذا ليس مقياسا أبدا. لو قمنا بدراسة نسبة الجرائم في منطقة تم تخفيف الإضاءات بها تخفيفا

ملحوظا لركز الناس على أي جريمة تحصل وسيتهمون الظلام، لكنهم لم يقوموا بمقارنة معدل الجرائم على مدى السنين في ليلهم المضيء مع معدل الجرائم في هذه الكثافة الضوئية المنخفضة إذا قامت أمانة شجاعة بعمل ذلك كما فعلت بريطانيا وغيرها. نلاحظ أنّ معدل الجرائم في تزايد سنة بعد سنة، وهناك نسبة ضئيلة من الجرائم عام ١٩٨٨ مقارنة بعام ٢٠٠٢م، ونلاحظ نسبة أعلى عامي ٢٠٠٥ م و٢٠٠٦م مقارنة بعام ٢٠٠٢م، وأصبح واضح أنّ نسبة السرقات مرتفعة، لكن هل طبق حكم الله في كل تلك السرقات؟!! إنّ تطبيق الحكم الشرعي على كل مجرم هو سبب قوي في الحد من الجرائم، لا هذه الإنارات. أعتقد أنّ ازدياد العصابات في المدينة يشكل خطرا على أمنها وأنّ المنطقة ذات الجرائم القليلة قد يوجد فيها عدد قليل جدا من العصابات، وقد يكون هذا العامل هو الذي جعل نسبة الجرائم مختلفة اختلافا كبيرا بين مدننا إلا أنني لا أستطيع الجزم. على سبيل المثال، لماذا تعتبر جوهانسبرغ صاحبة أعلى معدل جرائم في العالم؟ السبب غامض، رغم أنها مصدر اقتصادي لأفريقيا ويوجد فيها تلوث ضوئي. حتى المصممون الذين يعتقدون أنّ الإضاءة ليلا تمنع الجرائم ينصحون باستخدام كثافة ضوء بقوة ٥ لكس، وليس ١٠٠ أو ٢٠٠ لكس كما في مناطقنا السكنية. حتى الآن -ورغم الدراسات التي عملت- لا يوجد دليل علمي موثوق بأنّ الإضاءة تقلل الجرائم. لكي نقوم بدراسة وإثبات ذلك، يفضل أن تكون الدراسة في مدينة ذات نسبة جرائم عالية، ففي شوارع شيكاقو أقيمت دراسة طويلة وأعطت نتيجة أنّ عدم تركيب الإنارات مجلبة للأمن وتركيبها مجلبة للجريمة (جدول ٨). الغريب أنّ مدينة شيكاقو قامت بتركيب ١٧٥٠٠٠ إنارة في الشوارع السكنية في أكتوبر عام ١٩٩٨ وزيادة كثافة الإضاءة من ٩٠ واط إلى ٢٥٠ واط من أجل تقليل الجرائم **وإحساس السكان بالأمن** فكانت النتائج عكس ما توقعوا، فقد أحس السكان بالأمن لكن **ارتفعت نسبة الجرائم**. تعتبر هذه الدراسة دقيقة لأنّ المنطقتين لهما نفس الحالة الاجتماعية والأمنية، ولهما نفس الدراسة الإحصائية قبل بدء تركيب الإنارات، وخسرت المدينة ثلاثة أضعاف التكلفة التي كانت تنفقها قبل تركيب الإنارات. كلنا نكره الظلام بلا شك، قال تعالى: ﴿ ... فَعَسَى أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَيَجْعَلَ اللَّهُ فِيهِ خَيْرًا كَثِيرًا (١٩) ﴾، وقال أعزّ من قائل: ﴿ ... وَعَسَى أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَكُمْ وَعَسَى أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لا تَعْلَمُونَ (٢١٦) ﴾. نحتاج دراسة الحالة النفسية للمجرم criminal psychology وهي البحث في سبب اقتراف المجرم للجريمة، وهو تخصص بحد ذاته فقد يكون المجرم أذكى من أن نضع إنارات لمنعه.

جدول ٨: نسبة الجرائم في منطقتين بولاية شيكاقو قبل وبعد تركيب الإنارات في الشوارع (107).

	منطقة West Garfield Park		منطقة Englewood	
	قبل تركيب الإنارات	بعد تركيب الإنارات	قبل تركيب الإنارات	بعد تركيب الإنارات
مدى حدوث الجريمة المسجَّلة للشرطة (سنة قبل التركيب و سنة بعدها)	428	519 (21% زيادة في الجرائم)	لا توجد معلومات	لا توجد معلومات
مدى حدوث الجريمة المسجَّلة للشرطة (ستة أشهر قبل التركيب و ستة أشهر بعدها)	205	287 (40% زيادة في الجرائم)	166	198 (19% زيادة في الجرائم)

دوّن مورو وهتون (Morrow and Hutton 2000) أنّ ازدياد الإضاءات في شوارع شيكاقو قد رفعت الجرائم بمعدل ٢١٪ مقارنة بالمناطق ضعيفة الإضاءة التي قارنوها كضابط أو كنترول معها (101). وفي تقرير آخر، كتبت الشرطة تقريرا في بلدة سافرون والدن بمنطقة إسيكس شمال لندن أنّ الجرائم نزلت بمعدل ٥٠٪ جرّاء إطفاء إنارة الطرقات ليلا (113)، وقد قاموا بإطفاء الإنارات من أبريل عام ٢٠٠٦ إلى مايو ٢٠٠٧ من بعد منتصف الليل إلى الصباح. قال د. بول مارشنت، إحصائي قانوني من جامعة ليدز ميتروبوليتان: "سواء قلل الضوء الجرائم أو زادها يظل سؤالا تصعب الإجابة عليه" وذكر أنّ هناك إحصائيات خاطئة (٨). تلك الدراسات التي تثبت أنّ الجرائم تنخفض في وجود الضوء كانت غير دقيقة وقد تكون السبب في ذلك الخلاف. بعض تلك الدراسات دعمتها شركات الإضاءة، فهي متحيزة، وبعضها لم يُعرف الداعم الرئيسي للبحث بالتالي أصبحت مشكوكة، وقد نوقشت في المؤتمر الأوروبي السادس للسماء المظلمة عام ٢٠٠٧. لسوء الحظ، قامت بعض شركات الإضاءات بالإعلان حول تلك الدراسات التي دعمتها بأنّ الإضاءة قللت الجرائم من أجل أن تبيع سلعتها لكن لم يأخذ الإحصائيون والباحثون بقولهم. وفي مقاطعة دورست جنوب غرب بريطانيا، لم تكن هناك أعمال تخريب للمدرسة الثانوية في المنطقة لمدة عشرين عاما في عدم وجود إنارات خارجية حول المبنى، وبعد تركيب إنارات الصوديوم حول المدرسة سُجّلت أعمال تخريب وتكسير أكثر من مرة في السنوات القليلة بعد تركيب الإنارات. تحصل كثير من السرقات والسطو والتخريب والجرائم في ثوان معدودة ولا يؤدي الضوء فائدة تجاه ذلك كما يحصل كثيرا في أكثر المدن إضاءة. قد يكون الضوء جيدا في الطرقات ليلا لكن لا يعني ذلك أننا نضيء كل مكان وبأقوى كثافة.

لو كان هناك قرار من حكومة بزيادة الإنارات لأنها تقلل الجرائم فيجب أخذ أضرار الضوء على البيئة بعين الاعتبار. من يدري، قد لا تكون هناك علاقة أصلا وقد يتغير معدل الجرائم حسب الزمان وأقول قد يرتفع أو ينخفض معدلها عشوائيا بدون سبب وقد تكون هناك أسباب أخرى غير معروفة أو أسباب خاصة لكل جريمة وهذا رأيي الشخصي في هذا الموضوع. ثم يخطر سؤال آخر، هل يرفع الضوء من نسبة الجرائم؟ هناك أدلة بأنّ الضوء الزائد عن الحد زاد معدل الجرائم. تحدث كثير من جرائم السطو على المنازل في النهار، وقد يسهّل الضوء في الليل عمل المجرم، وكما جاء في موقع التقليل من الجرائم وأمن المنازل (www.crimereduction.homeoffice.gov.uk/burglary/) "أنّ الضوء المزعج المتوهج لا يمنع الجرائم"، ولاتنصح منظمة التأمين البريطانية (ABI) الإضاءات الخارجية كوسيلة لردع الجريمة. حصول الجرائم في النهار دليل على أنّ الإضاءات لاتمنعها وهذا رد للرأي العام. وفي تقرير رائع قام به موقع (The home office) بعنوان: "اتخاذ القرار عند لصوص السطو على المنازل من وجهة نظرهم» (أجريت على ٨٢ مجرما)، وقد ذكروا أكثر العوامل التي تعوقهم عن عملية السطو وهي:

- الاعتقاد بأنّ أصحاب المنزل موجودون فيه (٨٤٪).
- وجود جهاز إنذار خارج المبنى (٨٤٪).
- وجود كاميرات مراقبة (CCTV) قرب المبنى (٨٢٪).
- مدى قوة أقفال الأبواب (٥٥٪).
- وجود جيران يلاحظون المكان (٢٩٪).

إضافة إلى عوامل أخرى كسهولة الوصول وطرق الخروج وجاهزية السوق لبيع السلعة المسروقة، وكان أقواها هو وجود أصحاب المنزل في المبنى. لاحظ أنهم لم يذكروا أنّ الضوء عائق أبدا، فوجود أصحاب المنزل هو أكبر عامل يعوقهم عن اتخاذ قرار السطو. وفي بحث قام به بينيت ورايت (عن ماذا يحفز اللصوص) بعد مقابلة ٣٠٠ لص محترف، كان أكبر همهم هو وجود أو عدم وجود أشخاص بالمنزل. وضع مسامير شائكة على جدران حديقة المنزل قد تكون من الحلول الجيدة لمنع اللصوص، أما الإنارات فلن تمنعهم في كثير من الحالات.

نشر خبر في الصحف السعودية بتاريخ ٢٠١١/٣/٦ أنّ مجهولين اقتحموا شقة سكنية لسيدة غادرت الشقة ليلة واحدة وسرقوا مبلغا ضخما ومجوهرات بعد أن أغلقت كامل نوافذها (٤١)، وهذا دليل على أنّ أهم عامل للّصوص هو عدم وجود أهل المنزل ليقتحموه، وأنّ الأضواء لا تمنع الجرائم. فهل منعت الأضواء هذا السطو؟! وفي مقال جميل في أحد الصحف الإلكترونية ذُكر فيه أسباب كثرة السرقة بشكل ملفت للنظر هذه الأيام وهذا دليل آخر أنّ كل الأضواء الكثيفة لم تمنع هذه السرقات وذكر أنّ إحدى الحلول كثرة مراكز الشرطة وهو حل جيد، وأنّ مدينة بريدة على سبيل المثال والتي يسكنها أكثر من خمسمائة ألف نسمة تحتاج إلى ستة مراكز شرطة بدلا المركزين الموجودين فيها الآن (٤٤)، لكن لا يمكن أن يكون الحل بزيادة الإنارات. في مقال بعنوان: «تخصص اللصوص» اعترف الكاتب بأنّ العامل الأساسي للصوص هو إجازة أهل المنزل (غياب أصحابه)، فهناك متخصصون في سرقة الذهب وآخرون في الأموال والأثاث واسطوانات الغاز وغيرها في بيئتنا المشرقة ليلا (٧٣). هذا دليل آخر على الأمرين الحساسين الذي أناقشهما وهما وجود الإنارات ووجود أصحاب المنزل، فقد فكر صبي بريطاني لحل مشكلة السارقين بأن يضع جرسا يتصل مباشرة بالهاتف المحمول لصاحب المنزل يوهم السارقين بأنّ هناك أحدا في المنزل. نستفيد من هذا الابتكار ثلاثة أمور، الأول: لو كان للإضاءات دور في منع هؤلاء السارقين لما حاول الكثير ابتكار طرق للتقليل والحد من السرقة، الثاني: أنّ المبدأ الأساسي لهذا الابتكار هو إيهام السارق بأنّ أصحاب المنزل موجودون وهو أكبر عامل يعوقهم، والثالث: أنّ إحدى الأفكار الذكية التي يستخدمها اللصوص هو التأكد من وجود أصحاب المنزل بالضغط على الجرس، فعند عدم الرد يبدأ في خطته التالية وهي السطو. في الثالث عشر من ربيع الأول عام ١٤٣٣ هـ، ألقت دوريات الأمن بمنطقة الرياض القبض على لص المنازل «في العقد الثاني من العمر» جنوب العاصمة الرياض بعد أن اشتبهت في سيارة «كيا» فحوصر الجاني واضطر للوقوف، وقالت المعلومات: «اتضح أنّه أقدم على سرقة الأجهزة الكهربائية من منازل شفا الرياض بعد قفزه على أحد المنازل في ظل غياب أصحابه» (عيسى الحربي – صحيفة سبق)، وهذا دليل آخر على ما ذكر، وأنّ الظلام ليس حافزا للسرقات. نشر المعهد الوطني للعدالة في أمريكا تقييما بأن لا يوجد دليل يدعم الاعتقاد الخاطئ وهي العلاقة بين زيادة الإضاءات والأمن، وقالوا: «حتى التصميم السيئ للإنارة يمكن أن يزيد الجرائم بالفعل». وفي نصّ آخر لهم: «حضي الضوء باهتمام كبير، وليس لدينا ثقة بأنّ ازدياد الضوء يحسن من معدل الجرائم» (٨). ذكرت لجنة الطاقة بكاليفورنيا عام ٢٠٠٢ م أنه قد تكون هناك علاقة بين الضوء وشعور الإنسان بالأمن، وفي بحث مماثل قيل فيه: «المزيد من الأضواء معناه المزيد من الوهج (glare) ومعنى ذلك زيادة الخوف من الجرائم".

- هل يعني الظلام جرائم أكثر؟ وهل يحتاج المجرم الظلام ليتم عمليته؟

لقد ربط الناس علاقة بأنّ الضوء مع الأمن والظلام مع الخطر وأنّ لدى الغالبية العظمى من البشر هذا الاعتقاد، وقد استغلت شركات الإضاءة هذا الاعتقاد وجعلته شعار دائم حتى يشتري الناس مختلف الإضاءات القوية. هذه بعض الحالات العالمية، ففي أوكلاند عاصمة نيوزيلندا، وعندما تعطلت الطاقة لمدة أسابيع وأظلمت شوارع المدينة صرّح ضابط الشرطة جون متشل قائلا: "لم يحصل سلب أو نهب أو سطو في تلك الفترة. لقد أصبحت منطقة خالية من الجرائم تماما» (٤٢)، ونشرت في الثامن من مارس عام ١٩٩٨ في أرشيف موقع (ال ام تي) الصفحة السابعة عشرة أ. هل تعلم لماذا حصل ذلك؟! لأنّ ظلام الليل هو السُنّة الكونية التي جعلها الله في كوكب الأرض ليميّزه عن النهار ولا يخلق الله تعالى شيئا يضر البشر في بيئتهم. أضواء الليل هي سُنّة البشر وظلامه سُنّة الله، فأيهما تفضل؟!! الأصل هو الظلام في الليل. قال تعالى: ﴿ وَآيَةٌ لَهُمُ اللَّيْلُ نَسْلَخُ مِنْهُ النَّهَارَ فَإِذَا هُمْ مُظْلِمُونَ (٣٧) ﴾. قد يكون السبب هو خوف المجرم من الظلام وهو نفس الشعور الذي ينتابنا عند دخول المناطق المظلمة. إنّ اعتقاد الناس بأنّ الظلام يزيد الجرائم هو بسبب رهابهم النفسي له فقط (رهاب الظلام)، وهذا الاعتقاد ليس من الصحة في شيء والدليل على ذلك ما سبق ذكره. كل السلبيات المذكورة هي بسبب اتباعنا لسُنّة البشر ونشوزنا عن السنة الكونية الربانية. يأتي هذا كردّ لكل من يحاول إثبات أنّ الظلام مع الجرائم وقد يستدل بأنّ في الماضي لم تكن هناك تقنيات وتكنولوجيا، وأنّ الحياة هذه الأيام مختلفة، بالتالي سيزيد الظلام من الجرائم، والرد على هذا هو أنّ نيوزيلندا مدينة متقدمة وفيها تكنولوجيا عصرية وحدث الانطفاء في نهاية القرن العشرين وهي ذروة التطور التكنولوجي، ثم أنّ من يحاول إثبات شيء يجب أن يأتي بأدلة، فكم مدينة في العالم انطفأت حتى تثبت أنّ الظلام زاد الجرائم. هل رفع الظلام النسبي الموجود في أرياف العالم الجرائم؟! وبمقارنة الأرياف قليلة الأضواء بالمدن الساطعة، أي منها صاحب أكبر نسبة سرقات أو سطو؟! لقد سافرت إلى أرياف في ولاية فكتوريا بأستراليا ليلا ووجدت عددا كبيرا من السكان، ولا توجد إنارات خارج المنازل ولا في الشوارع، فقلت هنيئا لهم جميعا، ينامون مطمئنين في وقت مبكر دون جرائم، ويستمتعون بمنظر الألوف من النجوم ومجرة درب التبانة المذهل. يعيش كثير من سكان العالم في أرياف هادئة وإضاءتها محدودة جدا، ولديهم بعض الخدمات الأساسية، فلماذا لم يتأثر الأمن في هذه المناطق في كل أرجاء العالم. يقول د. عبدالله بن محمد الفوزان أنّ الهجرة المتزايدة من الريف تؤدي إلى غلاء المعيشة وعدم توفير مسكن مما يدفع إلى

اضطراب الحالة النفسية للأفراد وتدب الخلافات الأسرية، وهذا صحيح، فكلنا مخالفون للفطرة ونريد أن نعيش حياة هنيئة وهذا شبه مستحيل. هذا المجرم أو السارق هو إنسان مثلك لا يملك نظاما بصريا خاصا ليرى التفاصيل في الظلام.

يستمر انخفاض معدل الجرائم مع انخفاض الإضاءات حتى وإن استمرت لعدة أشهر، ففي مدينة دينيس مونيس بولاية أيوا، اطفئت ٣٩٪ من إنارات الطرقات الرئيسية التي تتجاوز قوتها ٧٠ واطا في سبتمبر من عام ٢٠٠٣ كوسيلة لحفظ الطاقة والمال، عندها نزلت معدلات التخريب والسرقة والسطو إلى ٣,٥٪ في الأربع الشهور الأولى بعد الإطفاء (110) بعد أن كانت مرتفعة بمعدل ١٠٪ عام ٢٠٠٢. في شمال السويد، وفي منطقة أوفرتورنيا وأجزاء من المناطق المجاورة لمنطقة هباراندا تحديدا، كان هناك نقاش وجدل بين المجلس البلدي وموزع الكهرباء في المجلس وكانت النتيجة هي إطفاء إنارات الطرقات لفترة خمسة أشهر من خريف عام ٢٠٠٦ إلى شتاء عام ٢٠٠٦ / ٢٠٠٧. منذ اطفاء الإنارات، انخفض معدل السرقة والسطو على المنازل بمعدل النصف ولم تكن هناك حوادث مرورية بسبب الظلام (١٠٢). يزداد معدل الجرائم قليلا عندما ترتفع كثافة الضوء عشرة أضعاف من اللكسات (Clark 2003). ما تقوم به الإنارات في الغالب هو إزالة الخوف من الجرائم والشعور بالأمان وهذا أمر مسَلَّم به ولا شك فيه وهو السبب الذي جعلنا نعتقد أنها تمنع الجرائم وهناك فرق كبير بين التعبيرين. على الشرطة والبلديات أن تفكر من جديد في معنى الأمن الحقيقي والشعور به. الطريقة الوحيدة لتقليل الخوف من الجرائم هو تقليل نسبتها عن طريق تقليل كثافة الضوء لما فيها من فوائد كما رأينا وسنحافظ على المال العام ونمنع كثير من السلبيات المصاحبة للإضاءات الزائدة الغير ضرورية. ونذهب الآن إلى مدينة دترويت بولاية متشيقان بالولايات المتحدة الأمريكية -وهي صاحبة أكثر معدل جرائم في الولايات المتحدة- فقد انقطع تيار الكهرباء عن مدينة دترويت في أغسطس عام ٢٠٠٣ م عندها قلت الجرائم وصرح مسؤول بقوله: «قلت الاتصالات الواردة للشرطة في تلك الفترة مقارنة بمعدل الاتصالات» (113).

- هل ترفع إضاءات الليل الأمن وتمنع الجرائم؟

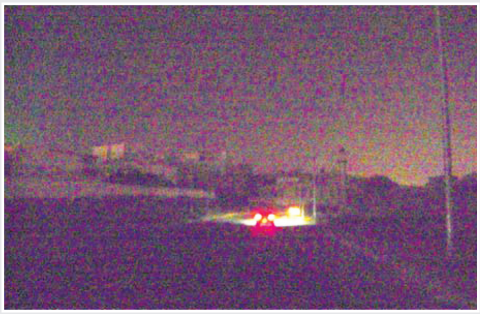
لكي نجيب على هذا التساؤل، من الأفضل الاطلاع على تقارير وإحصائيات مكتب التحقيق الفيدرالي FBI السنوية (جدول ٩). يتضح من خلال الجدول أنّ الضوء عامل مهم للقيام بالجريمة، فلا تساعد المجرم بإبقاء الإنارات ليلا.

جدول ٩: نسبة الجرائم من عام ٢٠٠٤ إلى ٢٠١٠ في الولايات المتحدة الأمريكية (114).
(Crime in the United States, Offense Analysis, FBI)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
عدد المنازل	1,409,253	1,417,440	1,453,870	1,484,423	1,567,391	1,596,008	1,402,214
النسبة في الليل	28.78%	28.42%	28.47%	28.52%	27.96%	27.89%	27.81%
النسبة في النهار	47.28%	47.24%	48.78%	49.95%	51.52%	51.26%	51.51%
نسبة الجرائم في توقيت غير معروف	23.94%	24.34%	22.75%	21.53%	20.52%	20.85%	20.69%

قلت أعمال التخريب في الحرم الجامعي عندما اطفئت الإنارات ليلا وذكرت ذلك المنظمة العالمية للسماء المظلمة (IDA) في ورقة المعلومات ٥٤. وفي إنجيلترا، قامت عدة مقاطعات بتطبيق إطفاء إنارات الشوارع ليلا حفاظا على الطاقة ومنها مقاطعة إيسيكس، بكينقامشاير ،غرب ساسيكس وغيرها، ولم يسجل بعدها ارتفاع معدل الجرائم (٨). وفي المنطقة الشرقية، قامت عصابة بالسطو على عملاء البنوك والمحلات التجارية بحصيلة سرقة تجاوزت خمسة ملايين، وقد استغلت العصابة غفلة العميل لحظة التوقف ونزوله للبنك والبعد عن المركبة للانقضاض على المبلغ الذي يجدونه علاوة على سرقة مبالغ مالية من صناديق المحاسبة وأنهم استعانوا بموظفين لسهولة الدخول وتزويدهم بالمعلومات اللازمة (٤٩). هل تأكدت أنّ أهم عامل لدى السارق هو غياب صاحب هذا المال وليس الظلام؟! قُبِض على أحد أفراد العصابة في ساعة متأخرة من الليل عندما كان بالقرب من أحد المحال التجارية، فاختيار السارق لهذا التوقيت (بعد منتصف الليل) هو بسبب قلة وجود أشخاص أو مراقبين وليس بسبب الظلام البريء. في ليلة التاسع من ذي الحجة عام ١٤٣٢ هـ (٤/ ١١/ ٢٠١١ ميلادي) وعند الساعة التاسعة وعشر دقائق ٩:١٠ مساءً، انطفأ الكهرباء في حي النزهة بأبها وهو أحد الأحياء الكبيرة، وأعيد تشغيل الكهرباء عند التاسعة وخمسون دقيقة ٩:٥٠، أي فترة ٤٠ دقيقة، فقمت أولا بقياس كثافة الشوارع في هذا الحي وكانت ٠,١ لكس بسبب نور القمر في مرحلة التربيع الأول وكانت كثافة كافية للرؤية رغم انطفاء جميع الإنارات في الحي، ولم نلاحظ اضطراب الأمن أو ارتفاع معدل الجرائم أو ما أشبه (صورة ٣٢). وفي بارق، تزايدت حوادث سرقات المنازل والمحلات التجارية بشكل لافت للنظر وخاصة وقت صلاة العشاء، فقد سطو جناة

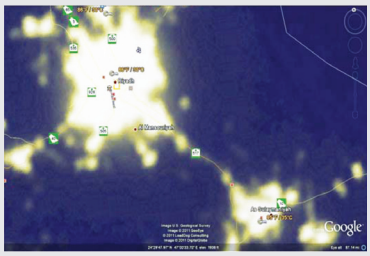
على منزل وسرقوا مقتنيات تقدر قيمتها بثلاثين ألف ريال، فكان اختيارهم وقت الصلاة ليستغلوا انشغال الناس بالصلاة حتى يقوموا بالسطو (104). هناك إنارات هامة كتلك التي تكون في السجون أو حيثما وجد الحُرّاس ولكن ينبغي أيضا أن لا تسبب وهج أو تكون قوية، وأن تكون مغطاة من الأعلى، وأن يتم تركيبها بشكل صحيح وعدم ميلان الإضاءة، وعلينا تذكر أنّ حساس الحركة في الإنارات سيشد انتباه الحرّاس عند مرور شخص ما أكثر من الإنارة دائمة التشغيل.



صورة ٣٢: مدخل حي النزهة بمدينة أبها أثناء انطفاء الكهرباء (Photo: by author).

في انجاز لشرطة منطقة القصيم، فقد أطاحت بأكبر عصابة سرقة بالمنطقة مطلع يوليو عام ٢٠١١ م، وقد ثبت من خلال استجوابهم واعترافاتهم إلى أنهم يعمدون لأساليب مبتكرة لتنفيذ جرائمهم ومنها قراءة فواتير الكهرباء المتروكة عادة في عدادات الكهرباء وذلك لمعرفة اسم صاحب المنزل ومن ثم الاتصال بهاتف الدليل وطلب رقم هاتف صاحب المنزل ثم الاتصال بالمنزل لمعرفة أوقات عدم تواجد أهل تلك المنازل للقيام بسرقتها إضافة إلى أنهم يقومون بطرق أبواب المنازل والابتعاد عنها ومن ثم مراقبتها، فيعمدون إلى سرقة البيت في حال عدم خروج شخص (91). هذه إحدى الأدلة على أنّ عدم وجود أصحاب المنزل هو أهم عامل للمجرمين. كانت تلك العصابة أيضا تقوم بالدوران داخل الأحياء السكنية بمظاهر شبابية غير ملفتة للنظر مراقبين من يغادرون منازلهم، وصدق الإحصائيون الذين قالوا أنه لو كان هناك شخص يتجول في منطقة مظلمة بإنارته الخاصة (سواء بالسيارة أو بالكشاف الكهربائي) سيثير الشكوك أكثر من شخص يتجول في منطقة منيرة كما فعلت تلك العصابة. إضافة إلى ذلك، فقد لوحظ تكسير أبواب المنازل عن طريق تلك العصابة لسرقتها، وهذا من العوامل الهامة أيضا لدى المجرمين وهي قوة أقفال الأبواب. قد يكون سبب قلة الجرائم في الظلام هو خوف المجرم من هذا الظلام وهي إحدى فوائد ظلمة الليل، ثم أنه لن يستطيع الرؤية بوضوح وسيعمد لتشغيل نور خاص فيه وسيتردد في القيام بذلك. بالرغم من كل البراهين الكثيرة بأنّ

نقصـان الضوء يحسن الوضع الأمني إلا أنّ البعض اختصر هذه المسألة وقال باختصار أنّ تأثـير الضـوء على الأمن غير معروف. ليس الغرض من هـذا البحث أن نطفئ كل الإنارات ولكن إذا كانت هناك فائدة كما حصـل في كثير من الدول من إطفاء غير المهم منها وخفض كثافة بعضها حسب المكان فهذا أمر جيد ورسالتي هي أنّ أي إضاءة يجب أن تكون لضرورة وتـؤدي الغرض دون سـلبيات وفي الوقت الـذي نحتاجها فقط فإذا لم تكـن هناك حاجة للإضاءة بعد منتصف الليل أيام الدراسة مثلا، فلماذا تترك من منتصف الليل إلى الفجر والناس نائمـون في هـذا الوقـت. لماذا لم يُـدوِّن التاريخ أنّ الظـلام في الليل عامل أساسـي للسرقة منذ أن عاش الإنسان قبل التاريخ وحتى عام ١٨٧٩ ميلادي؟! لم يُذكَر ذلك أبدا طيلة تلك القرون. لو حصـلت جريمة أو حالة سرقة في منطقة مظلمة فلا يمكنك الجزم بـأنّ الظلام هو السـبب، وتذكّر الأسـباب الأخرى الغامضـة. وفي محافظـة عيون الجواء شـمال غرب منطقة القصـيم قامت عصـابة بسـرقة مجوهرات من بعض المنازل والفلل. هـل قامـت الإنارات بـدور في منعهم؟! لقد اعترف الـكل في مقال بأنّ أفراد العصـابة كانوا يتابعون خروج أصحاب المنزل وعودتهم في اتصالات متبادلة بينهم وقد سطوا على المنازل أكـثر من مرة، فهذا هو السـبب الرئيسـي الذي يجعلهـم يتخذون قرار سـطو المنازل. هذه إحـدى الحالات الإجرامية الغامضـة، ويسـتحيل منع جميع اللصـوص في كل منطقة. ثم طالـب أهالي المحافظة بالتكثيف الأمني في المحافظة، وفي الحقيقة هذه إحدى الوسـائل الهامة لمنعهم (٨٩). في شـهر رجب عام ١٤٣٢ هـ وفي شـرق العاصـمة الرياض، قام ثلاثة جناة بسـرقة مبالغ ضـخمة من منازل في المنطقة، وبعد التحري الجنائي وجدوا أنهم من أصـحاب السـوابق. هل قام التلوث الضـوئي بدور في منعهم؟!! إذن المشـكلة ليست ضوئية (صـورة ٣٣)، بـل أبعـد مـن ذلـك (90). وفي نفس الفـترة قام أحـد المواطنـين المجهولين بتكسـير أبـواب منزل وبعـثرة محتوياته وهذا ما يسـمى بالتخريـب (vandalism) وهو أحد الجرائم رغم أنّ المجرم في هذه الحالة لم يسرق شيئا، وقد وجد باحثون في دراسات كثيرة لهم أنّ إحدى أسباب هذه الأعمال الإجرامية (التخريب) هو وجود الإنارات حتى يرى هذا المجرم بوضوح (فإن وجد المكان منيرا فعل فعلته) وأنّ الظلام في كثير من المناطق منع أعمال التخريب. لن يتعمد الجاني تخريب مكان ما إذا كان مظلما وهذا سبب اختفاء الأعمال التخريبية في المدارس والجامعات المظلمة ليلا.



صورة ٣٣: نسبة التلوث الضوئي في مدينة الرياض ومحافظة الخرج في الجنوب الشرقي من الفضاء (Google Earth).

قد يكون سبب الخلاف عدم مناقشة مسألة الإضاءة بمعناها الفعال وبمعناها (الوهج) وقد يكون السبب أنّ هذه النقطة حساسة، فمن الصعب أن يسأل الباحثون المجرمين عن نظرتهم تجاه الجرائم التي يرتكبونها باستثناء البحث الآنف الذكر. قد يرتكب الجاني جريمة في وقت عشوائي دون تخطيط مسبق وبلا سبب ظاهر، وتعتمد الدراسة على مساحة المنطقة التي أجريت فيها الدراسة، وقد يكون السبب حاجة المجرم الماسة للمال لا حاجته للظلام، وقد تكون السرقة شرا متأصلا في نفس السارق (الذين هم أصحاب السوابق)، فكم نسمع عن جرائم سببها أصحاب السوابق. مع كل هذا فقد تم الاتفاق في كثير منها على أنّ استخدام الإضاءة قليلة الكثافة في الوقت المناسب هي الأنسب من ناحية أمنية وأنها صديقة للبيئة (١٧). كثير من إضاءات الأمن التي تأتي بقوة ٣٠٠ إلى ٥٠٠ واط تندرج تحت مسمى التلوث الضوئي، فبسبب قوتها تمنع الرؤية وتؤثر حتى على تصوير كاميرات المراقبة، إضافة إلى أنها تعطي ظلا (أو ظلاما) خلفيا فيكون التأثير مضاعفا (صورة ٣٤). فيما يتعلق بتركيب الإنارة، لو ارتفعت هذه الإنارات قليلا إلى الأعلى ستصبح مزعجة، ووضعها بزاوية صفر هو أفضل حل لتفادي الوهج مع تقليل القوة (شكل ١١)، وعند ارتفاعها ٦٧ درجة تصبح خطرا على الأمن بدل أن تكون إنارات أمن، وعند تركيبها بزاوية ٩٠ درجة وهذا شائع تصبح الرؤية صعبة. يقول فيلق الجيش الأمريكي للهندسة: «تعمل كاميرات المراقبة (CCTV) في أفضل الأحوال إذا كانت مغايرة الضوء (contrast) بين المنظر الأمامي للمشاهد وخلفية الصورة بمعدل أقل من ٤ إلى ١ (١ : ٤) فيما عدا ذلك ستتغطى الصور بالوهج الزائد وتصبح غير مرئية". ولتوضيح ذلك، لو افترضنا أنّ كثافة خلفية المنظر الذي تشاهده ١٠ لكسات، فإنّ أكثر كثافة مسموح بها للمنطقة الأمامية القريبة منك حتى ترى المنظر بوضوح هو ٤٠ لكس، وسيمنع أكثر من ذلك الرؤية. فيما يتعلق بالحد المسموح بكثافة الإضاءة، تقول مؤسسة هندسة الإضاءة في نصيحتها للتقليل من التلوث الضوئي: "تعتبر إضاءة أمن بقوة ١٥٠ واطا -مغطاة ومركّبة بالشكل الصحيح- هي أكثر قوة كهربائية نحتاجها وننصح بتقليل القوة أقل من ذلك"، حتى القوة التي ذكرَتها هي نوع من الاسراف.

صورة ٣٤: لاحظ التأثير السلبي للتركيب الخاطئ لإنارة الأمن على جودة الرؤية عن طريق تركيبها بزاوية ٧٠ درجة (يسار). عند وضعها بزاوية ٩٠ درجة ستمنع الرؤية أكثر. لاحظ كيف تحسنت الرؤية كثيرا بعد توجيهها للأرض بزاوية صفر (يمين) في نفس الأحوال وبنفس الإنارة. على الأمانات تعديل جميع الإنارات وتركيبها بشكل صحيح (Courtesy: CfDS).

لقد تمت دراسة هذه القضية ومن عدة زوايا حتى تم سؤال عدد من الناس في المجتمع في استبيانات ومعرفة مدى إدراكهم واعتقادهم بهذا الشأن لأنّ لدى معظم الناس معرفة قليلة بكيفية التحكم في تقليل الجرائم. لا يكون همّ المجرمين الأكبر هو حالة الإضاءة، وعندما يخططون لعمل جريمتهم فإنهم يأخذون في الحسبان اعتبارات أخرى وليس عاملا واحدا كالأضاءة مثلا (١٧). أرجو ممن يناقش هذه النقطة تحديدا أن لا يتجاهل السلبيات الأخرى العديدة المصاحبة للتلوث الضوئي. إنّ العلاقة بين الإنارة والأمن معقدة وغير متأكَّد منها وعلينا أن نفهم ما معنى كلمة سيكيوريتي في سياق الضوء أو "إنارات الأمن". هل سألت نفسك هذا السؤال يوما ما؟! هل قرأت تعريف IESNA لإضاءات الأمن؟ لقد عرّفَتها تلك الجمعية بأنها الأضواء التي تُشعِر الإنسان احساسا بالراحة والطمأنينة في مكان معين (و من المهم جدا التنويه هنا أنّ الجمعية صرّحت بأنّ مستخدمي هذه الإضاءات –و إن شعروا بالطمأنينة- لا يُفهم ظاهريا أنها تمنع الجرائم، أو تزودك بحماية شخصية، أو أنها تحمي من اللصوص، لا بالتأكيد، فاحساسك بالأمن إحساس خادع). لماذا سميت إنارات أمن أو (security lights)؟! إنها تسمية مزيّفة. إنّ الأمن (في سياق الضوء) بالمعنى المفهوم وهو الخلوّ من الجرائم إشكالية كبيرة جدا ومفهوم خاطئ. هل يكون حل مواجهة الخوف من الظلام بالإنارة دائما؟ هل نفضلها عن أذكار المساء التي هي الحصن الحصين لنا من كل شيء؟! هناك حقيقة أنّ كثافة الإنارة الخافتة جدا في ضواحي مدن العالم لم تؤثر على الأمن، ولو كان هناك ضرر لرفعوا مستوى الكثافة، وهذا أحد البراهين العديدة على أنّ الإضاءة القوية لا تزيد الأمن

ولا تمنع الجرائم. ومع الأحداث الأخيرة في العالم العربي عام ٢٠١١ م، تطرق عدد من الكتّاب حول هذه القضية ولم يذكر أحد منهم أنّ نقصان الضوء يزعزع الأمن. عندما ننيرمكان ما لردع الجرائم ونشعر بعدها بالأمان هو تماما كصرف أموكسيل لعلاج البرد أو الانفلونزا، فنشعر بارتياح في أخذنا الأموكسيل لكنه لن يقوم بمكافحة البرد والانفلونزا أبدا، بل سيضر الصحة، كتأثير الإنارات في بعض الأحوال في تسهيل حصول الجريمة دون أن نشعر. قد تعطي إنارات المنازل الخارجية انطباعا لدى اللصوص بأنّ هناك شيئا ما في هذا المكان يمكن أن يخطط له.

قال تعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا بَيْنَهُمْ وَبَيْنَ الْقُرَى الَّتِي بَارَكْنَا فِيهَا قُرًى ظَاهِرَةً وَقَدَّرْنَا فِيهَا السَّيْرَ سِيرُوا فِيهَا لَيَالِيَ وَأَيَّامًا آمِنِينَ (١٨) ﴾، فتكون قرى آمنة بتواصلها وتقاربها مع بعضها ولما فيها من كثرة الأشجار والزروع والثمار. نحن هذه الأيام نرى أنّ الأمن فقط في إنارة البلد طول الليل وهو أمن نفسي وليس أمنا حقيقيا. لا تصدق كل من يذكر لك أنّ إطفاء الإنارات فترة بسيطة يزيد الجرائم بشكل مذهل، هذا هو اعتقاد الكثيرمع الأسف وهي ليست من الصحة في شيء. لقد ذكر الله تعالى الشعور الحقيقي بالأمن في القرآن الكريم. قال تعالى: ﴿ الَّذِينَ آمَنُوا وَلَمْ يَلْبِسُوا إِيمَانَهُمْ بِظُلْمٍ أُولَئِكَ لَهُمُ الْأَمْنُ وَهُمْ مُهْتَدُونَ (٨٢) ﴾، وقال تعالى: ﴿ الَّذِينَ آمَنُوا وَتَطْمَئِنُّ قُلُوبُهُمْ بِذِكْرِ اللَّهِ أَلَا بِذِكْرِ اللَّهِ تَطْمَئِنُّ الْقُلُوبُ (٢٨) ﴾. صحيح أننا نشعر بأمن نفسي عندما يكون المكان منيرا ونخاف من الظلام لكن الأمن الحقيقي هو كما ذكر.

تغلق جميع الصيدليات بعد منتصف الليل أبوابها ولا تترك إلا شباكا صغيرا رغم وجود نفس الكثافة الضوئية للإنارات الخارجية والداخلية وذلك خوفا من أي سرقة أو جريمة عندما تكون الشوارع أقل ازدحاما، فلو كان للضوء المبهر دور في الأمن لتركوا الباب مفتوحا، لكن الخوف يحل بأي إنسان عندما يكون وحيدا في مكان ما.

جميل أن يتحمس البعض ويغلق الإنارات غير الضرورية في حملة ساعة الأرض لإطفاء الإنارات مدة أطول ولكن ليس إلى درجة أن تقوم شركة الكهرباء بإطفائها إلى الفجر على المنازل طيلة الليل كما حصل في بعض أحياء الرياض في آخر سبت من شهر مارس عام ٢٠١٠ تفاعلا مع ساعة الأرض ولكن يمكن من الشركة إطفاء بعض إنارات الطرقات العامة مراعاة لإحساس الناس وإبقاء الطاقة في كل المنازل تلبية لحاجة كثير من المواطنين للأجهزة الكهربائية الأخرى، الرسالة هي الضوء فقط، وليس الكهرباء أو بقية الأجهزة. تذمر الكثيرفي الحي مما حصل لأنه انقطاع كلي طيلة الليل وبدون إنذار،

وقد قال كل من اشتكى من الحادثة أنّ المنطقة أصبحت مناخا جيدا لأكثر من جريمة وذكر ذلك صحفي أيضا في إحدى البرامج. صحيح أنه تصرف خاطئ من الشركة، لكن هل حصلت جريمة في ذاك الحي؟ لم تحصل جرائم، ولو حصلت لذكروها لكنه رهاب الظلام كالعادة، وهي تعتبر دراسة بحد ذاتها تثبت أنّ الظلام لا يزيد الجرائم بل قد يكون وسيلة لجلب الأمن. إنها حالة نفسية عند البشر جاهلهم ومتعلمهم أن يخاف من الظلام ويربطه مع كل شر. تذكر حديث الرسول في تشبيهه حول حبنا للضوء كحب الحشرات لها. إذا كانت الإنارات في منطقة خالية ولا يوجد أحد بجوارها أو إذا كانت الإنارة في مكان مغلق هو بالتأكيد ضياع للمال. قد يكون للضوء الليلي فائدة قليلة وقد لا توجد أي فائدة إطلاقا.

عند تركيب إنارة جديدة عليكم أن تسألوا هذا السؤال: من سيكون المستفيد الأكبر من هذه الإنارة، هل هو شاهد العيان -الذي سيقوم بالاتصال بالأمن العام لاخبارهم بوجود مجرم- أم المجرم نفسه؟! وتذكر أنّ كثيرا من الجرائم تحصل في وقت قصير جدا ولن يقوم شاهد العيان بدور في وقف الجريمة.

لقد صرّح قسم العدالة الأمريكي بأنه لا توجد براهين إحصائية قوية في العلاقة بين إضاءة الطرقات والأمن، وقد فشلَت مشاريع أبحاث مدعومة من الحكومة البريطانية وكذلك الأمريكية في إثبات فائدة تؤديها إنارة الطرقات في مكافحة الجرائم وكانت الدراسات التي قالت أنّ الإنارات تزيد الأمن خاطئة. إضافة الى ذلك، قامت الولايات المتحدة بتقليل جريمة التخريب المتعمد للممتلكات العامة والخاصة عن طريق تبني سياسة الحرم الجامعي المظلم 'Dark Campus' وذلك بإطفاء الإنارات من الساعة الحادية عشرة مساء وحتى السادسة صباحا (٢٣)، وقد وفّروا فواتير الكهرباء إضافة إلى تقليل جرائم ممتلكات المدارس. فيما يتعلق بالكتابة على الجدران أو الرسم عليها، فإنك لو خيرت هؤلاء الفنانون العبثيون (إن صحت العبارة) بين الرسم في جدار غير مدعوم بإنارة وآخر به إنارة مستديمة فسيختار الجدار الثاني كي يرسم ما في جعبته ويبقى ما رسمه معروضا لعامة الناس باستمرار طالما كانت هناك إنارة، ومعظمهم هؤلاء أناس ليليّون. للمعلومية لم يظهر مصطلح الإنسان الليلي أو ما يسمونه (night person) إلا بسبب التلوث الضوئي.

وفي حيّنا في مدينة بيش بمنطقة جازان، كان هناك شارع لا توجد به إنارات، وكانت كثافة الضوء ٠٫١ لكس أو أقل، وبعد أن تم تركيب إنارات عديدة فيه عام ٢٠١١ ميلادي

شاهدنا بعدها تجمعات الشباب باستمرار ولفترة متأخرة من الليل وشاهدنا الكتابة على جدران هذا الشارع وهذا من تأثير هذه الإنارات والتي لم تكن لها حاجة في هذا المكان، وهذا دليل على ارتفاع أعمال التخريب والشغب في المناطق المنيرة (صورة ٣٥).

صورة ٣٥: يتجمع الشباب ليليا حول هذا المكان بعد أن تم تركيب إنارات عديدة فيه، وأصبحت الجدران ممتلئة بالكتابات الشبابية، بينما لم يكن هناك أي تجمع أو كتابة عندما كان مظلما (Photo by author).

يجب أن تُدرَس الحاجة لهذه الإضاءة وتُوزَن بعناية فائقة أمام السلبيات العديدة التي يسببها. يحتاج مرتكبوا الجرائم الإنارة لينجزوا مهماتهم، فهم يفضلون المناطق المضاءة. يا ترى كم يوما وكم شهرا وكم سنة تظل هذه الإنارات مضاءة دون أن يكون أحد بجوارها؟! على الأقل، علينا وضع حساسات الحركة في الإنارات حتى تطفأ إذا لم يكن عندها أحد. لم يكن عند الصحابة وسيلة للإضاءة ليستنيروا بها ومع ذلك أمرهم الرسول بإطفاء ما معهم من مصابيح. صحيح أننا في القرن الحادي والعشرين وزمننا مختلف لكننا نستطيع حل القضية عن طريق كثير من تقنيات الإضاءة الحديثة الذكية. من الأمور التي ترفع الأمن هي الحراسة، فلو كان الضوء يمنع الجرائم لما وجدت الشرطة وحراس الأمن، ثم لو كان الضوء يرفع الأمن لأمر الرسول بذلك ليلا، فالخلاصة أنه لا توجد علاقة بين الجرائم والظلام حتى وإن حصلت جرائم فعلا. نسأل الله تعالى أن يديم الأمن على بلادنا، فإنّ بين فترة وأخرى نسمع عن اطلاق نار بين رجال الأمن ومثيروا الفتنة والظلال. ازدياد دوريات الامن هو من الحلول المفيدة للحد من الجرائم، وليس بازدياد الإنارات. عن ابن عباس قال سمعت رسول الله –صلى الله عليه وسلم- يقول: عينان لا تمسهما النار، عين بكت من خشية الله وعين باتت تحرس في سبيل الله.

عاش البلايين من البشر في الماضي دون إضاءة في الليل ولم يُذكر أنّ الأمن قد اضطرب يوما ما، عاش الناس قبل توماس أديسون وعاش الناس قبل التاريخ ولم يسطّر لأولئك البشر إلا الإبداع والعلم والعبقرية. ما الفرق بيننا وبينهم؟ هل حينما ابتكر المصباح الكهربائي اضطرب الأمن هذه الساعة؟! أم أننا نريد إضاءات أكثر لنواكب العصر والحضارة والتقدم؟! هل هو تقليد أم روتين؟! هل هي بسبب خوفنا من الظلام وقلة ذكرنا

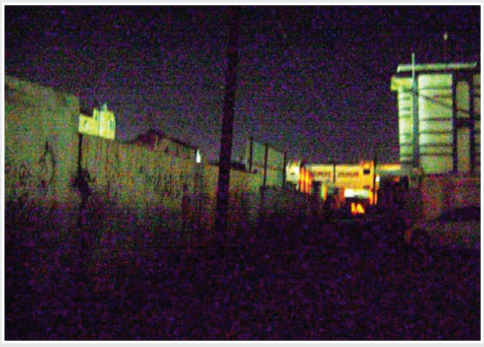
لأذكار المساء؟! هل وُضعَت حتى تستمر جلسات الشباب طول الليل على الدوام وتستمر نشاطاتهم السيئة؟! لقد أصبح التقدم في أرقى دول العالم بتقليل التلوث الضوئي ووضع قوانين لذلك حتى يكون الضوء كافيا دون زيادة.

و لمعرفة أنّ الجرائم قد ارتفعت هذه الأيام وهي الفترة الأكثر إضاءة ليلا في التاريخ، فقد كشف د. إبراهيم محمد الزبن -اختصاصي علم اجتماع الجريمة- في برنامج "صباح الخيريا عرب" أنّ المملكة العربية السعودية تعاني من زيادة نسبة جرائم السرقة في الآونة الأخيرة بمعدل ١٥٪ عن الأعوام السابقة، وهناك فرق كبير بين إضاءة الماضي والحاضر وبين معدل الجرائم في الفترتين. قد يكون السبب هو تجمع البشر في الأماكن المضاءة وبالتالي ارتفاع نشاطاتهم الليلية، أما في الظلام فلا يحب الناس التجمهر وبالتالي قد تقل هذه النسبة بشكل كبيروقد رأينا أدلة حول هذه العلاقة. لقد جعل الله تعالى الظلام ليلا حتى يسكن البشر فعند إطفاء الكهرباء ليلا على سبيل المثال نتوقف جميعا عن أيّ نشاط، أما في وجود الضوء ليلا فستستمر حركاتنا. أسباب زعزعة الأمن كثيرة، ولا ينبغي تركيب الانارة من أجل الاعتقاد أنها تقلل الجرائم. ما زلنا نجهل هذه الأمور ونحتاج أن نستيقظ من هذا النوم العميق في أقرب وقت. إحدى أقوى الأدلة على أنْ ليس للظلام علاقة في زيادة الجرائم أبدا هي آلاف السنين الماضية التي عاشها الناس دون إنارات ولم يذكروا أنّ هناك علاقة. انظر أيضا إلى عدد الجرائم التي تحصل في النهار وأنّ ضوء الشمس المبهر لم يمنع بعض الجرائم. تشغيل الملايين من الإضاءات ليليا هو في الغالب أمر روتيني وليس بسبب الحاجة الماسة لها في كل ثانية. جرّب أن تنام بعد العشاء كل ليلة واستيقظ مبكرا لتبدأ يومك، أخبر زملائك أنك ستلتزم بهذا الجدول بدلا من السهر، قم بذلك فترة من الزمن ولاحظ الشعور النفسي الذي سينتابك.

لقد استفسرت من بوب ميزون شخصيا حول القضية وتلك الدراسات فردّ بتاريخ ٢٤ مايو ٢٠١١ «بأنّ هناك على الأقل ٥٠ أمانة في بريطانيا بدأت بإطفاء إنارات الشوارع من بعد منتصف الليل لحفظ الطاقة والمال وقد قلّت الجرائم في حالات وبقيت حالات على نفس المعدل بعد دراسة». بعض تلك الدراسات عُملت من أبريل عام ٢٠٠٦ م إلى مايو ٢٠٠٨م وأكدت أن الجرائم نزلت بمعدل الثلث في منطقة دنمو بمقاطعة إسيكس شمال بريطانيا. ثم ذكر لي بوب بنفسه أنّ إطفاء الإنارات لن يرفع الجرائم وأنّ المجرمين يحتاجون أن يروا تماما كأي انسان آخر.

و في مدينة بيش بمنطقة جازان، انطفأت بعض إنارات شارع وسط المدينة وبقيت بضع سنين على هذه الحال، فقمت بقياس كثافة الضوء الصادر من الإنارات البعيدة في

هذا الشارع ووجدتها ٠٫٢ لكس، وهي نفس كثافة القمر ليلة البدر، ومع ذلك لم يستغرب أحد هذه الكثافة ويمكن لأي شخص أن يميز الآخر، وهي تقريبا الكثافة المستخدمة في الضواحي البعيدة عن المدن حول العالم. هناك منازل حول هذا الشارع ولم تكن الإضاءات الخارجية لبعضها مضاءة، لم يحصل اضطراب أمني، بل إنني حينما أوقفت سيارتي في هذا الشارع كنت مطمئنا لأنه لن يستطع أحد رؤية ما بداخل السيارة ولن يتجرأ على كسر زجاج أي سيارة في هكذا مكان وهو لا يعلم ما بداخلها (صورة ٣٦). وهذه دراسة أخرى لأثبت أن لا علاقة بين الجريمة والظلام، ففي خلف منزلي توجد بعض أسطوانات الغاز لي وللجيران. لم تكن هناك وسيلة للحماية من اللصوص كوضع زجاج أو مسامير شائكة على الجدار، وكان الجدار قصيرا، فقررت أن لا أضيء المكان بالإضاءة الفلوريسينية فترة طويلة رغم أنهم طلبوا مني إبقاء إنارة منزلي الأمامية والخلفية مضاءة على الدوام ليلا. كنت أضيئها مرة واحدة في الشهر مدة ساعة تقريبا إذا أراد صاحب الأسطوانة تعبئتها، فإذا أعاد الاسطوانة عدت لنفس السيناريو وهو إطفاء الإضاءة، لم يعلموا السبب وراء ذلك، واعتادوا على بيتي المظلم من الخارج. لم تحصل أي سرقة لاسطوانات الغاز وهي من الدراسات التي قمت بها لأثبت عدم وجود علاقة، حتى لو حصلت سرقة فقد يكون المجرم بحاجة لبعض المال، لكن السبب ليس في ظلمة المكان (صورة ٣٩).



صورة ٣٦: الشارع الذي انطفأت فيه بعض أعمدة الإنارات وظل على هذا الحال لبضعة أعوام ولم يشتكي أحد من عدم الرؤية لأنّ العين تتأقلم على الظلام، وكذلك لم يتأثر الأمن أبدا وهي قريبة من الكثافة المنخفضة للضوء في شوارع ضواحي أستراليا، وهذا أقوى الأدلة على أنّ الظلام لا يرفع الجرائم، ويمكن إعادة تركيب إنارات خافتة حتى لا تتعدى الكثافة ١ لكس في بقية الشوارع والمباعدة بين الأعمدة وهي من المحاولات الجيدة في التخفيف من التلوث الضوئي (Photo، by author).

انفردت جريدة الرياض بنشر دراسة أمر بها ولي العهد صاحب السمو الملكي الأمير نايف بن عبدالعزيز حيث احتلت مكة المكرمة المرتبة الأولى في السعودية من حيث ارتكاب العمالة الوافدة للجرائم بنسبة ٤٧٫٤٪ تليها مدينة الرياض بنسبة ٢٨٪ ثم جازان (١٣٫٣٪)، ثم المدينة المنورة (٣٫٢٪) وهي تمثل ٩١٫٩٪ من جرائم العمالة الوافدة في السعودية. يجب التنويه إلى أنّ هناك أنواعا كثيرة من الجرائم فمثلا يعتبر العنف الأسري جريمة ولا تقوم الإنارات ليلا بدور في منعها أبدا. أما جرائم التخريب

والكتابة على الجدران، فهناك أدلة تثبت دور الإنارات في ازديادها. من أنواع الجرائم المخدرات وترويجها، السرقات، التسلل، السّكْر، تزوير الإقامات والأوراق الرسمية، الحوادث الأخلاقية والدعارة، حوادث القتل، ترويج القات، المضاربة، السحر والشعوذة، الخطف، الاغتصاب، الرشوة، غسل الأموال، التستر، عقوق الوالدين، القذف، المعاكسات، الحريق الجنائي العمد، ومقاومة رجال الأمن. هذه الدراسة دليل على أنّ الإنارات لم تقوم بأي دور أمني في مدن كثيرة كالرياض ومكة المكرمة في التقليل من السرقات والمضاربات والسحر والرشوة والتزوير وغيرها، وذكرت الدراسة بعض الأسباب المحتملة كالحاجة للمال (و ليس الحاجة للظلام) ولم تذكر أنّ نقص الإنارات هو السبب. قد تحصل الجريمة في أي وقت وفي أي مكان، فإنّ ٥٧,٥٪ من الجناة لم يخططوا مسبقا لارتكاب الجريمة أما الجرائم المخطط لها كانت نسبتها ٣٦,٤٪ (109). أنت الحكم في هذه القضية إذا فكرت مليّا، وستعرف أيهما الصحيح من الخاطيء وستعرف أنّ القضية ليست ضوئية بحتة والأسباب الغامضة كثيرة وتذكر أنه يجب أخذ ما يكفينا فقط من كل شيء، فتركيب إنارة خارج المنزل بحساس هو أفضل الخيارات بلا نقاش ولن يؤثر أبدا على الرؤية أو على الجرائم لأنها تضاء عند وجود حركة وتنطفئ تلقائيا إذا لم يكن هناك أحد. هل تقوم الإنارات بحل مشكلة سرقة الأغنام عن طريق الرعاة فجأة؟! يجب أن أذكر أنّ أغلب هذه الجرائم تحصل إما في البشر أو ممتلكاتهم، فلو لم تكن هناك حاجة لإنارات بعض الطرقات فلن يكون هناك فرق أبدا بين إنارتها وإطفائها، وإطفائها أفضل بالتأكيد، لكن إن كانت الإنارات مهمة فيمكن إبقائها مع ضبط الكثافة التي تكفي المشاه ليلا ووضع هذه الحساسات في الشوارع الصغيرة لأنها غير مزدحمة وأكرر، لا أقصد قطع الإنارات أو الاستغناء عن الضوء المهم. لم تأتينا هذه الإنارات الكهربائية إلا قبل خمسين عاما تقريبا ولم تكن موجودة منذ أن خلق اللّه آدم إلى بداية القرن التاسع عشر. لقد سألت عددا من كبار السن الذين عاشوا في ظلام دامس ليلا، لم يذكروا أبدا أنّ الظلام في تلك الأزمنة قد شكل خوفا من السرقات والعبثيين. لو قمت بدراسة إحصائية للفترة التي يجلس الناس فيها تحت الإنارات لوجدت أنها قليلة جدا مقارنة بالفترة التي تضاء فيها دون أن يستفيد منها أحد وهذا أحد أكبر أنواع الإسراف والتبذير في نعمة من نعم اللّه تعالى علينا وهي الكهرباء وأننا لم نحسن استخدام هذه النعمة. أستطيع أن أقول أنّ الكثير بنوا اعتقادهم عن طريق الأفلام التي تبيّن أنّ المجرم والسارق لا يظهر إلا في الظلام.

كتب د. باري كلارك مقالات علمية مدروسة في هذا الجانب وبالتفصيل، وقد أطْلَعَني على كثير من الأبحاث القديمة والجديدة، وأغلبها تثبت أنّ زيادة الإنارات ترفع الجرائم

لكن كان من بينها رسالة دكتوراة رقم ٢١٧٨١ من جامعة كامبردج عام ١٩٩٥م قدمتها كاثرين بينتر، أظهرت فيها أنّ الإضاءة تزيد الأمن، لكنها كانت متحيزة وبقوة، ولم تكن هناك أبحاث مفصلة حول القضية، حتى أنها ذكرت فرضيات حول علاقة الضوء بالأمن، ونصحت في آخر بحثها بمواصلة البحث حول علاقة الضوء بالجرائم. بعدها بسنوات، توالت الدراسات والأحداث ومعظمها أكدت عكس ما ذكرته كاثرين في بحثها. يسكن د. باري كلارك في ضاحية شبه مظلمة، بها إنارات قليلة العدد والكثافة، وقد سألته شخصيا عن الجرائم في هذه المنطقة القليلة الإضاءة فلم يذكر لي أيّ اضطراب مخيف من ناحية الأمن طيلة فترة حياته في الضاحية منذ ٦٠ عاما علما أنّ هناك عددا كبيرا من السكان في تلك الضاحية (صورة ٣٧)، ثم ذكر أدلة ودراسات كثيرة حول هذه القضية، وقد أعجبني تشبيهه فيما يتعلق باستخدامنا الإضاءة كوسيلة لردع الجرائم باستخدام سائل قابل للاشتعال لإطفاء النار، فنظن أنّ هذا السائل قد يطفئ النار ولكن في الحقيقة يزيد من النار تماما كاستخدامنا إضاءات قوية لمنع الجرائم وقد تزيد الجرائم فعلا كما مر في الدراسات السابقة. يجب وضع قوانين لاستخدام الإضاءات المختلفة ليلا واستخدام أقل كثافة ضوئية مفيدة، عندها قد تتحسن نسبة الجرائم مقارنة بالإضاءات القوية الحالية التي تصدر الوهج والعمى الضوئي. نشر د. باري مقالات علمية كثيرة تفوق ١٥٠ بحثا منذ الستينات عن علم الرؤية في مجلات علمية عديدة (صورة ٣٨)، قدّم ٤٥ منها في مؤتمرات علمية، إضافة إلى ٥٤ مرجعا و٩ براءات اختراع (108). كتب د. باري تقريرا (١٩٩٩ – ٢٠٠٠م) للمجلس البلدي في مدينة ملبورن عنوانه: "الجريمة مشكلة اجتماعية وليست مشكلة ضوئية" وهذا صحيح، وقد استدل بوب ميزون في كتابه (31) بتقرير د. باري كلارك. قد يساعد الضوء في رؤية المجرم، ولو كان ذلك كذلك، فإنّ نوعية المجرم أهم من رؤيته. ولو كان الضوء يحفز حصول الجريمة، فإنّ من ينصح الناس بشراء إنارات الأمن لن يضر البيئة فقط بل إنه ينصحهم بما لا ضرورة فيه وقد يعرّض للمساءلة لعدم فهمه بما يقوم به.

صورة ٣٧: د. باري كلارك (يسار)، أحد أشهر باحثي التلوث الضوئي وعلاقة الضوء بالجرائم، زمالة أبحاث في قسم علوم الرؤية والبصريات بجامعة ملبورن سابقا، وهو الآن رئيس قسم تطوير الإنارات الخارجية، ولاية فيكتوريا، أستراليا، ومشرف على العديد من طلاب الدكتوراه (Photo: by author; 2011).

إذا كثرت الخلافات حول هذا الموضوع فقد حسم ذلك الخلاف الحبيب محمد صلى الله عليه وسلم في جملة واحدة: «أطفئوا المصابيح بالليل إذا رقدتم» وهي أفضل الحلول لهذا التلوث، وكما مر أنّ عدم إطفائها والإكثار منها زاد نسبة الجرائم. لاحظ أنّ الرسول –عليه الصلاة والسلام- لم يقل أنّ الظلام -الذي سيحلّ على أصحابه بعد إطفاء المصابيح- سيكون وسيلة للجرائم أو أنه سيزعزع الأمن أو سيجلب الكائنات المفترسة، وكان الصحابة –رضوان الله عليهم- بحاجة لهذا الضوء ولم يكن ضوءا فائضا لأننا جميعا نحب الضوء وغالبا يحب الإنسان ما فيه ضرر. فمن أصدق: اعتقاد الناس أنّ الظلام وسيلة للجريمة أم نصيحة رسول الله ودلائل الباحثين والإحصائيين العلماء بأن ليس للظلام علاقة أبدا؟ أحيانا يكون منطق البشر واستنباطهم خاطيء تجاه أمور في الحياة.

صورة ٣٨: د. باري كلارك وجهازه الدّوّار في معمل البصريات والرؤية سابقا (108).

الجدل والخلاف موجود في كل العلوم، فإذا كان الجدل والخلاف موجود في العلم الشرعي (وهو أفضل العلوم على الاطلاق) فكيف ببقية العلوم والمسائل الأخرى في الحياة، إذن لابد أنْ يكون هناك اختلاف للآراء والنتائج في العلوم الأخرى.

قال بعض السياسيين عندما قدموا مؤتمرات عن التلوث الضوئي، بأنه إذا كان الضوء يقاس وبأرقام فوق الحاجة فإنه يمكن أن تقوم الحكومة باتخاذ قوانين لهذا، ونجد أنّ عندنا أرقام كبيرة جدا لهذه الكثافة الضوئية وقد أشتريت جهازا خاصا لقياس الكثافة حتى أقارن كثافة الضوء بين منطقة وأخرى، ووجدت أنه يجب علينا وضع قوانين للتخفيف من هذا التلوث الزائد.

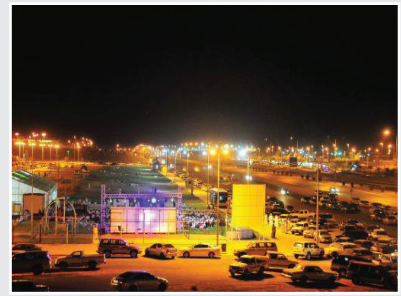
نشر خبر بتاريخ ١١ ربيع الثاني ١٤٣٣ هـ وهو أفضل مقال قرأته حتى الآن يثبت صحة كل ما ذكر في هذا الفصل، حيث جاء فيه أنّ عصابة قد سرقت ٦٠ منزلا، ثم ذكروا:

- أنّ السرقة تحصل في وقت وجيز (فلن يقوم الضوء بردعهم بل قد يساعدهم).
- أنهم يدرسون الموقع (و قد يساعدهم الضوء في دراسة الموقع).
- أنهم يختارون أفضل توقيت بعد خروج العائلات (و هو أهم العوامل لهؤلاء المجرمين).

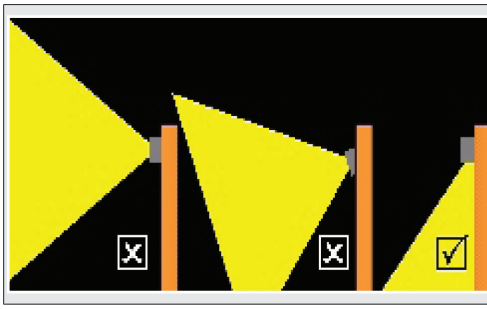
و لم يذكر في المقال أبدا أن عدم وجود الإضاءة هو السبب (١١٦)، فهل منعت الإضاءة الموجودة حاليا هؤلاء اللصوص؟!

و خلاصة ذلك هو أنّ القضية حساسة لأنّ الناس أقروا بحقيقة أنّ الظلام مع الجرائم والضوء مع الأمن وهي ليست حقيقة أبدا، وسبب ذلك هو منطقهم وإحساسهم الشخصي فقط ولم يبنى ذلك على دراسات طويلة كما فعل الإحصائيون والعلماء حول العالم، والكثير لا تَهُمّه هذه الإحصائيات طالما أنه في بيئة مشرقة ليلا. أنصحك بعدم الحكم على مسائل كثيرة وأن لا تبني اعتقادا في مسألة ما بناء على حوار بسيط مع الأصدقاء أو بناء على نظرة أو رغبة شخصية. لو حصلت سرقة مثلا أو اعتداء لأشخاص في مناطق قليلة الإضاءة أو مظلمة فلا تتهم الظلام، فقد يكون السبب الرئيسي هو خلوّ البشر من المنطقة فتصبح البيئة مناخا له ليتصرف كما يشاء. من المؤسف حقا أنّ سنة الله قد أصبحت في اعتقادنا وسيلة تزيد الجريمة، فتجد أنهم يقولون: «مستغلين ظلمة المكان»، لكنهم لم يقولوا أبدا حول الجرائم الكثيرة في المدينة «مستغلين إنارة المكان»، ثم أنّ عامة الناس لم يقوموا بدراسة إحصائية حول عدد الجرائم في المدينة بل لا ينتبهون لها، لكن عندما تحصل جريمة نادرة جدا في مكان مظلم تجدهم يتهمون الظلام، وكما مرّ أنّ الإنارات قد رفعت الجرائم بنسب مختلفة لأنها تسهل عليهم الرؤية، وأنّ الظلام يجعل المهمة على السارقين صعبة التنفيذ لأنهم بحاجة للضوء حتى يروا. ظلم الظلام هو اعتراض على كلام الله، فقد أكّد الله عز وجل أنّ هذا الظلام في الليل هو السكن لنا ولكل أشكال الحياة على الأرض وأنّ هذا الاتهام للظلام هو من عدم شكر الله على هذه النعمة، قال تعالى: ﴿ اللَّهُ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ وَالنَّهَارَ مُبْصِرًا إِنَّ اللَّهَ لَذُو فَضْلٍ عَلَى النَّاسِ وَلَكِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ لا يَشْكُرُونَ (٦١) ﴾.

صورة ٣٩: مدخل منزلي (في مدينة أبها)، وقد كنت ومازلت وسأظل أطفئ الإنارة الخارجية على الدوام ليلا. قوة الضوء الساقطة على المدخل ٢ لكس بالرغم من وجود حاجز لأن أعداد الأعمدة على الشارع كثيرة وبكثافة قوية وبتركيب خاطئ. الضوء المتعدي الساقط مباشرة على نافذة المنزل تعادل ٢٠ لكس وهذه كثافة عالية كضوء غير مرغوب فيه ينير منزلي من الداخل (Photo: by author).



صورة ٤٠: إضاءة زائدة جدا عن الحد في كل بقعة في محافظة عنيزة، وهناك إضاءات بنفس الكثافة موجودة في السماء حتى أنك لا تستطيع أن ترى نجما واحدا في الصورة وهي دليل على الكثافة والإسراف الضوئي الذي يفوق الوصف (١١٨، ١١٩).



شكل ١١: يجب وضع إنارات الأمن بزاوية صفر (يمين) ويمنع تركيبها كما في الصورتين الأخريين (Courtesy: CfDS).

هذا إعجاز إلهيّ آخر وهو أنّ بعض أقوال أهل التفسير في قوله تعالى: ﴿ وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لا تُفْسِدُوا فِي الأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ (١١) أَلا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِنْ لا يَشْعُرُونَ (١٢) ﴾ أنه لم يجيء أهل هذه الآية بعد، وقد أتوا في هذا الزمان بعد انتشار المصباح الكهربائي، فإننا نظن أنّ هذه الإضاءات مجلبة لنفع الناس وهي أكبر فساد لنا وللكائنات وللأرض كاملة، وكذلك إن اقترحت أن تقلل منها فسيرفض الكثير والمسؤولين بحجة أنها خير لنا، وكما أتى أنّ الظلام لا يأتي بشر ولا يزيد الجرائم فإنك إن اقترحت عليهم تقليلها لأنها ستقلل الجرائم أو على الأقل لن ترفع الجرائم فسيقول الناس هذه إنارات أمن وتحمي من اللصوص وهي عكس ذلك، فهم يرون فيها الاصلاح وهي الافساد في الحقيقة وهم لم يشعروا بهذه المخاطر الخادعة.

صورة ٤١: وهج استثنائي وإنارات زرقاء للزينة (يسار) في مدينة أبها، ومنظر ليلي لمركز المدينة. هل نحن بحاجة ماسة لكل هذه الكثافة الضوئية في الأرض وفوق الأرض والناس نائمون، وفي كل ليلة، ومن المغرب إلى الفجر؟! وهل نحن بحاجة للضوء الصاعد في السماء ؟! يا ترى ماذا يفعل الضوء هناك، إنه يلوث الهواء ويحجب النجوم ويضيع المليارات ويفسد البيئة (Photos: by author).

الفصل الثالث عشر

التلوث الضوئي في السعودية وباقي الدول

١. التلوث الضوئي في السعودية وباقي الدول.

٢. إنارات التزيين (المشكلة المتفاقمة).

٣. مآذن المساجد.

٤. إنارات جانبي الطريق.

٥. جولة وملاحظات.

٦. رحلة إلى إحدى الحدائق الوطنية في أستراليا.

- التلوث الضوئي في السعودية وباقي الدول:

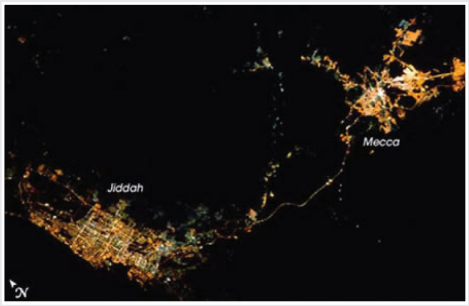
لاشك أنّ التلوث الضوئي مشكلة عالمية ولكن في كثير من الدول يتم تصميم المدن ابتداء بمركز يحتشد ناطحات سحاب في منطقة غالبا تكون ذات مساحة ٧ كم مربع تقريبا. ثم تأتي الضواحي بعدها وتمتد إلى عشرات الكيلومترات وتكون نسبة الإضاءة خافتة في كل الضواحي (بقوة ١ lux في كل الشوارع الغير رئيسية في الضواحي باستثناء الشوارع الرئيسية تكون بقوة ٢٠ lux تقريبا)، ويلتزم كل سكان الضواحي بإضاءة خارجية ذات حساس للحركة تضاء عند أدنى حركة للمشاة وقد تضاء ربع ساعة فقط طول الليل لقلة المارين قرب المنزل، وتخيل حجم الخسارة بين ١٥ دقيقة في ضواحي المدن و١٢ ساعة لإضاءة خارجية مستمرة عندنا، ثم تأتي المناطق الريفية، ثم تأتي المناطق الخالية تماما من الإضاءة والتي تسمى (National Parks) أو الحدائق الوطنية، وقد لقيت اهتماما كبيرا من قبل الحكومات للسكان الذين يريدون الخروج والتنزه واستنشاق هواء نظيف والتمتع بالسماء ليلا. وضع قسم شؤون الأرياف والبيئة (DEFRA) قوانين لجعل تلك المناطق آمنة، مظلمة وذات جودة، وحماية للحياة الطبيعية، وتشغل مساحة كبيرة في تلك البلدان، فهي مثلا تشكل عشر مساحة إنجلترا، لذا بإمكان كل شخص أن يدخل المنطقة المظلمة حسب مقياس بورتل بعد مسيرة ساعة بالسيارة.

لقد رحلت إلى مدن المملكة العربية السعودية وخرجت ساعات عن المدينة ولم أشاهد نجوما بقدر ظاهري أبهت من ٥,١ إلا في منطقة مظلمة وليلة محاق صافية وعند استخدام طريقة تحويل النظر averted vision وهي النظر قرب الأجسام الباهتة وليس إليها مباشرة لأنّ الخلايا العصوية توجد على جانب العين، فبهذه الطريقة يدخل الضوء الباهت لهذا النجم إليها وتصبح أوضح مما لو رأيناها بشكل مباشر وقد لا نرى النجم أبدا إذا كان اتجاه نظرنا إليها مباشرة) وقد استخدمت هذه الطريقة مع النجم ميو (Mu Canis Majoris) في رأس كوكبة الكلب الأكبر ذو القدر الظاهري ٥,١ (شكل ١٣). رغم أنّ نسبة الإضاءة في ضواحي المدن قليلة جدا، فإنّ المشكلة تحت دراسة كثير من المختصين. أما في معظم مدن السعودية تكون الإضاءة بنفس الكثافة سواء في وسط المدن أو في القرى. لقد رأيت هذا بنفسي عندما كنت أتجوّل ليلا في ضواحي مدينة ملبورن بأستراليا، لم يؤثر ذلك الضوء الخافت (١ لكس تقريبا) على سيري في كل الطرق الداخلية في الضاحية **ولا توجد شكاوى إطلاقا بسبب نقص في الإضاءة، والسبب هو التوعية بهذا الأمر وأنّ معظم الناس يفضلون الهدوء ليلا**. وأتساءل هنا، لماذا متوسط أعمارنا أقل من متوسط أعمارهم وحالتهم الصحية أفضل؟!! إذا قارنا مساحة الصحاري في السعودية بالمناطق السكنية، فإنّ السعودية تعتبر من الدول النقية من هذا التلوث

نظرا للمساحة الشاسعة للصحاري، أما إذا قارنا مساحة المناطق السكنية في السعودية بالمناطق السكنية في دول العالم فإنها قد تكون من أكثر دول العالم تلوثا بالضوء، فيجب التفريق بين التعبيرين، وبما أنّ الناس يسكنون في هذه البيئة الضوئية الهائلة فإنّ الآثار السلبية الصحية في تزايد. لكي نقارن بين دولتين أو مدينتين وأيهما الأسوأ من ناحية التلوث الضوئي، يجب أخذ المعايير التالية بعين الاعتبار:

١. أعداد الإنارات في كل منطقة.
٢. نوع الإنارات المستخدمة وأطياف الضوء المنبعثة.
٣. طريقة تركيب الإنارات.
٤. الفترة الزمنية التي تضاء فيها الإنارات.
٥. مدى اهتمام أو إهمال المدن أو الدول فيما يتعلق بالتلوث الضوئي.
٦. قياس كثافة الضوء.
٧. نسبة الإضاءة في المناطق التي لا تحتاج الضوء ومقارنتها مع المناطق التي تحتاج الضوء.

ارتفعت قدرات الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية بنسبة ١٠,٤٪ عام ٢٠١٠ ميلادي مقارنة بعام ٢٠٠٩، وقد وصل إجمالي المدن والقرى والهجر المخدومة بالكهرباء إلى ١٢٠٠٠ مدينة وقرية وهجرة في مختلف أرجاء المملكة. جميل أن تصل الكهرباء لهذه المناطق فقد أصبحت أساسية في حياتنا، إلا أن استخدامنا للإضاءة الخارجية بالشكل الحالي هو الذي يجب أن يدرس قبل تنصيبه دون قطع الكهرباء.

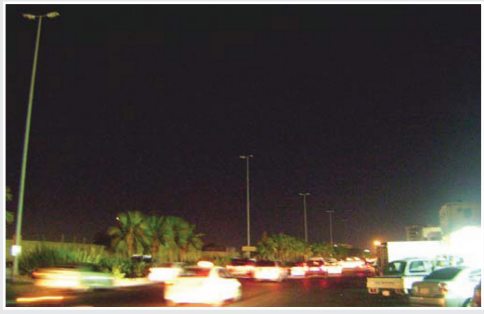


صورة ٤٢: صورة من الفضاء ليلا لمدينتي مكة وجدة عام ٢٠٠٧ م، والتصوير أحد اهتمامات رواد الفضاء من وكالة ناسا الفضائية أثناء رحلاتهم (١٣١). إذا كان الضوء يشاهد من الفضاء فهذه كارثة. لاحظ حجم الإضاءة الهائل ولمعان الطريق السريع بين مكة وجدة من بين الصحاري المجاورة كالخيط المُشِعّ (Photo: NASA).

بإمكانك الآن ملاحظة مدن كالقصيم (صورة ٤٠)، الرياض، أبها (صورة ٤١، ٤٥)، جدة (صورة ٤٢)، محافظة عفيف (صورة ٤٧)، الطائف (صورة ٤٨)، محافظة بيش (صورة ٤٩) وغيرها الكثير وأشاهد ملايين الإنارات في كل المدينة وبوهج قوي والغريب أنها لا تطفأ إلى الفجر وهذا خطأ واضح وجسيم وضرره كبير. هناك تناقض في هذه القضية، فنجد أنّ المناطق التي قد تحتاج إنارة لا توجد بها إنارات، ومناطق لا تحتاج

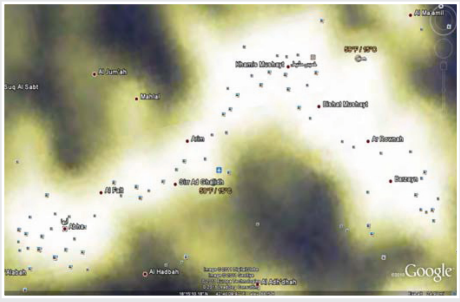
إنارات (لقلة السيارات المارة بها ليلا) ومع ذلك يوجد فيها سدا ضوئيا قد يمتد لعشرات الكيلومترات. هل هناك سيارات من دون إنارات حتى نكون في حاجة ماسة لكل هذه الكثافة في الطريق؟!! هل هناك متخصصون يدققون في أجسام متناهية الصغر في الشوارع، هل هناك علماء يدرسون الحشرات الصغيرة في كل شوارع المدينة يوميا ومن المغرب إلى الفجر؟! هل رأيت صورة للأرض ليلا من الفضاء؟ هل تعتقد أنك سترى سور الصين العظيم؟! لا بالتأكيد، بل ستشاهد سور الضوء العظيم. انظر كم هو طويل! (صورة ٤٦). لو التقطت صورة للأرض ليلا من الفضاء الخارجي هذه الأيام بعد زيادة الأضواء من تاريخ أخذ هذه الصورة لأشرقت الأرض بنور هذا التلوث الضوئي لأنه في تزايد.

ينتشر الضوء إلى مسافات طويلة جدا لا يمكن لنا أن نصدقها، فمثلا تستطيع رؤية إنارات الطريق وأنت في الطائرة على بعد ١٠ كيلومتر في السماء، هذا يعني أنّ الضوء قد اخترق بؤبؤ عينيك ومنه إلى المنطقة الخلفية في الدماغ المسؤولة عن الرؤية، فالضوء قد انتشر من الأرض إلى هذا الارتفاع. على سبيل المثال، سيصل ضوء شمعة واحدة في القمر (مسافة ٣٣٠ ألف كيلو متر) إلى الأرض بسطوع ظاهري ٢٨، ولا يستطيع رصدها إلا أفضل أنواع التيليسكوبات في العالم. حتى ضوء الشمعة يصل من القمر إلى الأرض، فكيف بكل الإنارات في البلد، كيف ستكون قوتها في الفضاء الخارجي. في الثالث والعشرين من شوال عام ١٤٣٢ هـ لاحظت انطفاء أعمدة إنارات طيلة الليل في إحدى شوارع مدينة جدة وكأنّ شيئا لم يكن بسبب إنارة المحلات القوية المنعكسة على الشارع، فلم يتأثر المشاة ولم تتأثر السيارات. كيف تتأثر السيارات وبها نور ساطع؟! (صورة ٤٣).



صورة ٤٣: لاحظ كمية الضوء القوية الصادرة من المحلات المجاورة والمنعكسة على شارع الملك خالد في جدة الذي انطفأت فيه أعمدة إنارات. لم يكن هناك أي تأثر أبدا، وهذا دليل على أنّ إنارة الطرقات كثيرا ما تكون زائدة عن الحد إلى درجة الوهج، وأنّ الضوء ينتشر إلى مسافات بعيدة جدا. لمعرفة حجم المشكلة وبالرغم من الكثافة الضوئية الكافية كما في الصورة، قامت الأمانة بإنارتها من جديد وكأنها حاجة ماسة لا غنى للبشر عنها. من خلال هذه الصورة، استنتجت أنّ إنارات الشوارع التي تضعها البلديات داخل المدن ليست ضرورة بسبب إنارات المحلات التجارية والمنازل (Photo: by author).

صورة ٤٤: هذه إحدى الأعمدة المتعطلة في حي النصب بأبها وهناك أعمدة كثيرة قريبة منها. وجدت أنّ كثافة الضوء تحت العمود المتعطل ١٦ لكس بسبب قوة الإنارات القريبة التي تتجاوز كثافتها ٩٠ لكس. ومن العجيب أنّ البلدية قد قامت وبشكل عاجل بتغييرها ليعود مجددا بكثافته التي تتجاوز ١٠٠ لكس. تعتبر ١٦ لكس أقوى بـ١٦ مرة من إنارات الضواحي المثالية. (Photo: by author)



صورة ٤٥: نسبة التلوث الضوئي في مدينتي أبها وخميس مشيط من الفضاء. يلاحَظ أنّ المدينتين ممتلئتان بفيض هائل من ضوء (Google Earth).

صورة ٤٦: توضح مدى انتشار الضوء في السماء، وقد التقطت من الفضاء قبل أكثر من ١٥ سنة (مركز فضاء ناسا GSFC- تصوير كريق ماهيو وروبرت سيمون). هذه الصورة تدل على ضياع تريليونات الدولارات بسبب الإضاءة الزائدة بدون فائدة مرجوّة.

لقد توسعت المعرفة بطبيعة التلوث الذي يخلفه الضوء ليلا مع فهم كيفية زيادة تأثيره في تزامنه مع التطور العمراني والاقتصادي. توقعت الأمم المتحدة أن يزيد عدد السكان إلى ٢,٥ مليار نسمة وحتما سيزداد التلوث الضوئي مع هذا الازدياد، وتقول أنّ هذا العدد الضخم من السكان لا يمكن أن يعيشوا في مدن كبرى بتلوث ضوئي كالحاصل اليوم بل يجب أن يكتفوا بمناطق شبه خالية من الإضاءة لحماية الطبيعية والحياة. في عام ٢٠٠٩، ذكرت منظمة السياحة العالمية أنّ عدد السيّاح الأجانب قد وصلوا إلى ٩٠٠ مليون، ومع النمو الاقتصادي وعمل بنى تحتية -خاصة الساحلية- ينبغي عدم تجاهل هذا الأمر لأنّ الضوء سيلوث هذه المنطقة الجديدة من جديد (٢٧).

صورة ٤٧ : بالرغم أنّ العواصف الرملية هي إحدى أسباب موانع الرؤية في أوقات معينة في السنة إلا أنّ الوهج المبهر هو أحد أسباب عدم الرؤية الجيدة. التقطت الصورة في إحدى طرق محافظة عفيف، ونلاحظ خلوّ المكان من أي حركة وهذا دليل على الإسراف الهائل (120).

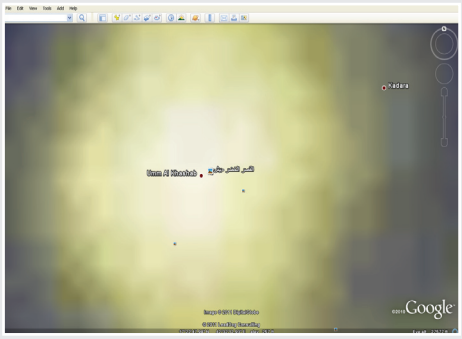
صورة ٤٨ : وهج قوي على شكل دوائر ضوئية يؤثر على جودة الرؤية وكأنها عشرات الشموس في إحدى شوارع محافظة الطائف (121)، وهي الإضاءة المنتشرة في كل مدننا، ويظهر وهج السيارات من الناحية الأخرى لتكتمل المشكلة.

قمت بجولة في مدينة ملبورن بأستراليا، وهي دولة تقدّر الفلك وتهتم في تقليل التلوث الضوئي وهم يحاولون تقليص نسبة استهلاك الطاقة الضوئية إلى ٨٠٪. كنت أذهب في بعض الليالي التي تخصصها الجمعية الفلكية في ملبورن لرصد الأجرام السماوية ومقابلة هواة ومتخصصي الفلك في ضاحية (بريسايد) التي تبعد ٣٠ كم عن وسط المدينة (صورة ٥٥)، فكانت الدرجة الرابعة تقريبا على مقياس بورتل بعد أن تألف العين على الظلام أكثر من ساعة، وسبب ذلك هو انخفاض إضاءات كل الضواحي شمالا وجنوبا، شرقا وغربا بما فيها هذه الضاحية وفي الأماكن التي يجب أن توضع. هناك إنارات صديقة لليل تسمى(Nighttime friendly lights) وعلينا الاهتمام بها وتحفيز الجميع على شرائها.

- إنارات التزيين (المشكلة المتفاقمة):

انتشرت مؤخرا بعض المؤسسات التي تقوم بتزيين الحدائق والطرقات بالإنارات، فقد ينيروا جميع الأعمدة والأرصفة ويضعون الآلاف من الإنارات البيضاء (الفلوريسينية)، ويجب أن نعلم أنّ هَمّ هذه المؤسسات هو المال ولا يهمهم التأثيرات المترتبة على هذه الزيادة

من الأضواء، ويجب علينا توعيتهم بهذه الأخطار والحد منها (صورة ٥٠). مع الأسف نحن لا نرى التزيين إلا في الإنارات، ولكن يمكن التزيين بوضع الأشجار وتحسين الطرقات لكن ليس بهذا الإسراف الضوئي، وقد نكون نحن أكثر من يسرف في إضاءات التزيين على مستوى العالم لأنّ مع هذا الإسراف يرى مسؤولي الأمانات أنها ناقصة وتحتاج زيادة مستمرة عندما ناقشت أحد مسؤولي الأمانات. أما في أستراليا مثلا، فنجد ضواحي المدن المشهورة كمدينة ملبورن خافتة الإضاءة (صورة ٥١).



صورة ٤٩: تتغطى محافظة بيش بمنطقة جازان بالأضواء الاصطناعية. تبدو المدينة مشرقة ليلا، فكيف ببقية المدن؟! (Google Earth)

صورة ٥٠: آلاف من الإنارات البيضاء الفلوريسينية غير مغطاة على طريق أبها خميس مشيط (يمين) وتزيين كل الأعمدة على مدى عشرات الكيلومترات بألوان مختلفة، وقد تستمر المشكلة إذا لم نشرح الأضرار للمسؤولين وأصحاب القرار. يجب عدم تركها طيلة الليل حتى نخفف من المشكلة، ونلاحظ المسافة بين الإنارات قريبة جدا. أيهما أكثر جمالا، هذه الإنارات الاصطناعية أم جمال السماء ليلا بأجرامها عند عدم وجود إنارات الزينة؟ وهو جمال قد شهد الله تعالى به (Photos: by author).

صورة ٥١ : شارع رئيسي في ضاحية باسكو فيل في مدينة ملبورن بأستراليا (يمين). نلاحظ أنّ كثافة الضوء أقل بكثير من كثافة إضاءة شوارعنا الفرعية داخل الأحياء. أما وسط الضواحي فنشاهد أعمدة إنارات قليلة وبكثافة ضوء أقل من الشوارع الرئيسية بكثير، وقد قمت بقياسها فلم أجدها تتجاوز ١ لكس تحت العمود مباشرة (يسار)، علما أنّ المسافات بين الأعمدة متباعدة لأنّ الضوء ينتشر. انظر كيف يعيش جميع السكان في هدوء ليلا بسبب تخفيف الإضاءة لأنّ عند ازديادها يتجمع الشباب وتحصل الفوضى كما في مدننا. نلاحظ أيضا أنّ المنازل المجاورة مظلمة جميعها بسبب تركيب الإضاءة مع حساس للحركة ولم يتأثر الأمن أبدا (Photos: by author).

- مآذن المساجد:

جميل أن تبقى إنارات مآذن المساجد مضاءة أوقات الصلوات (المغرب والعشاء) لكن الكثير منها يترك طول الليل ويجب علينا إطفاؤها من بعد صلاة العشاء إذا لم تكن هناك محاضرة دينية على سبيل المثال. تقوم بعض المساجد بإطفائها وهذا حرص من البعض على الحد من الإسراف وعادة حسنة. يعتبر جامع الملك عبدالعزيز بأبها من الجوامع التي تُطْفأ إناراته كل ليلة بعد صلاة العشاء ونرجو من المساجد الأخرى القيام بمثل هذا العمل لتقليل الإسراف والأضرار الناجمة عن الإضاءات.

- إنارات جانبي الطريق:

تعتبر تركيبة أغلب إنارات الطرقات بشكلها المزدوج خاطئة بسبب قربها، فتتداخل كثافة الضوء القوية من مصدر الضوء الأول مع الكثافة القوية من مصدر الضوء الثاني، والذي يجب عمله هو التباعد بين مصدري الضوء حتى تشمل مسافة أبعد، عندها لا تكن هناك حاجة لإنارات جانبي الطريق (صورة ٥٢).

صورة ٥٢: لنفرض أنّ الإنارات الجانبية في الطرقات مضاءة ثم طلبت أنْ تطفأ من بعد منتصف الليل لوجود إنارات كافية في منتصف الطريق لرفض الكثير من المسؤولين، وكما نشاهد في الصورة فإنّ أغلب الإنارات مطفأة ولم يحصل شيء أبدا لأشهر عديدة وأنّ الكثافة تحت هذه الإنارات الجانبية هو ٦٠ لكس بسبب الوهج القوي من إنارات منتصف الطريق، وتعتبر هذه الكثافة على جانب الطريق أكثر من الحد المسموح به في الطرق المزدحمة (Photo: by author).

صورة ٥٣: شارع فرعي على طريق شاطئ مدينة بيش بمنطقة جازان تضاء ساعات طويلة ولايوجد أحد جوارها، وقد لا تمر سيارة بها طيلة الليل، هناك إنارات في السيارات، فهذه الإنارات في هذا الشارع على سبيل المثال ليست ضرورة قصوى (Photo: by author).

- جولة وملاحظات:

قمت بجولات في كثير من المناطق في السعودية، وقد أحزنني كثيرا وجود إنارات في طرقات فرعية كثيرة لا يتواجد أحد عندها (صورة ٥٣).

- رحلة إلى إحدى الحدائق الوطنية في أستراليا:

قمت برحلة إلى إحدى المناطق المظلمة البعيدة عن المدن تسمى هولي بلينز (Holey Plains State Park) بمنطقة جبسلاند الريفية بولاية فكتوريا وهناك العديد من الحدائق الوطنية. لم تكن هناك إنارات أبدا في الحديقة وفي الطرقات الطويلة، وكانت العواكس (reflectors) تملأ تلك الطرقات بناء على تصنيف المناطق البيئية. كانت هناك منطقة صغيرة جدا قبل هذه الحديقة تسمى روزديل فيها إنارات قليلة على طريقها الرئيسي، ويبعد مدخل الحديقة كيلومترات قليلة من روزديل. عند وصولنا مدخل الحديقة مع بداية أول الليل كان منظرا لا يوصف، إنها المرة الأولى في حياتي أشاهد حزام المجرة وعددا هائلا من النجوم المضيئة، رغم أنّ صفاء الجو لم يكن مثاليا ولم يظهر برجي الرامي والعقرب لأنّ فيها مركز مجرتنا الواضح إلا أنّ المشهد لا

ينسى. رأيت النجم ميو في كوكبة الكلب الأكبر Mu Canis Majoris (و قدره الظاهري ٥,١) بشكل مباشر وكان واضح جدا بدون استخدام طريقة تحويل النظر (شكل ١٣). كانت الدرجة الرابعة إلى الثالة على مقياس بورتل تقريبا. شاهدت مجرتي ماجلان الكبرى والصغرى بالعين المجردة بوضوح تام وكأنها سحابتان. هناك نوعان من تأثير الأضواء، تأثير مباشر وتأثير بعيد المدى، فعندما عدنا لمنطقة روزديل ووقفنا تحت إضاءة الطريق الرئيسي كان تأثيرها ملفتا للانتباه فكان ظلام السماء في هذا الشارع القريب من الحديقة يعادل الدرجة الثامنة تقريبا على مقياس بورتل، فلم نعد نرى إلا القليل من الأجرام، هذا هو التأثير المباشر للإضاءة. لكن عندما ابتعدنا عن منطقة روزديل إلى مدخل الحديقة القريب نلاحظ فرقا كبيرا جدا، والسبب هو المساحات الشاسعة الغير مضاءة، فلو أنك في المدينة ووجدت حديقة عديمة الإضاءات فلن تشاهد نفس المنظر لأنّ تأثير الضوء يمتد إلى مسافات طويلة.

القيام بالتنزه والتمتع بالطبيعة الخلابة أمر سهل هناك. لم أصدق أنّ هناك موقعا إلكترونيا خاصا يجمع الحدائق الوطنية في الولاية وفيه كل المعلومات الهامة لمن يرغب التنزه في أي حديقة وطنية، وهناك تعريف بالمكان وما فيه من أعشاب وحيوانات نادرة، وهناك كتب ومنشورات لهذه الحدائق الوطنية ورابطا إلكترونيا خاصا بأحوال الطقس في الحديقة، ويشتمل على شرح واف لنشاطات مختلفة كالشواء ومشاهدة الطيور النادرة والتخييم ولعب القولف وركوب الخيل والتصوير وألعاب للأطفال والرياضة والمشي وغيرها، وكان بالإمكان حجز منزل في الحديقة عن طريق الموقع، وهناك مركز للمعلومات وقد اتصلت بهم واستفسرت عن المكان وخلوّه من المخاطر، فحذروني بأن يكون الشواء في أماكنه المخصصة فقط مع أخذ الحيطة والحذر لأنّ الأعشاب والأشجار في الحديقة سريعة الاشتعال، لكنهم لم يذكروا لي أي خطر من التنزه في هذه الحدائق الوطنية ليلا. هناك موظفون متخصصون لهذه المناطق يقومون بمسحها والاهتمام بها ووضع مراكز استفسار لعامة الناس. صحيح أنّ هذا الاهتمام قد لفت انتباهي وكأنه شبه مستحيل عندنا، إلا أننا نستطيع فعل ذلك ولكن نحتاج بعض التنظيم والتخطيط والعزم. تشتمل المناطق المحمية على كائنات أليفة ومفترسة لكن الحدائق الوطنية مصممة للتنزه، لا يوجد فيها مخاطر وتمنع فيها الإضاءات حماية للحياة النباتية والحيوانية فيها (صورة ٥٤).

صورة ٥٤: مدخل الحديقة الوطنية هولي بلينز، ونلاحظ عدم وجود إنارات أبدا ووجود عواكس للسيارات لمعرفة حدود الطريق (Photo: by author).

صورة ٥٥: كريس إليس (يسار)، مؤسس ورئيس جمعية ملبورن الفلكية، ويظهر مرصده خلف الصورة (Photo: by author).

الفصل الرابع عشر

تأثيره على الفلك

١. معاناة الفلكيين مع التلوث الضوئي.

٢. ما الفائدة من علم الفلك؟.

٣. مقياس بورتل لكثافة الإنارات وظلام السماء.

٤. قياس لمعان السماء ليلا بواسطة جهاز SQM-L.

٥. أثره على الفلك ورصد النجوم.

٦. استخدام الفلاتر (المرشحات).

- معاناة الفلكيين مع التلوث الضوئي:

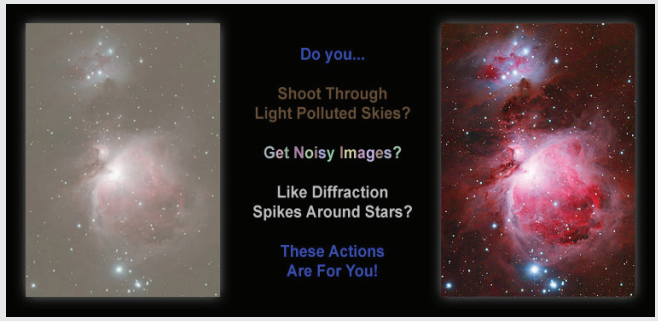
لقد أثر التلوث الضوئي على الفلكيين كافة سواء من ناحية رصد الجرم أو تحديد موقعه وذلك بسبب اختفاء النجوم المكونة للأبراج المشهورة فضلا عن اختفاء كثير من المجرات والأجرام الباهتة وصعوبة رصدها حتى بالتيليسكوب (المقراب)، وبما أنّ العين لا تستطيع رصد النجوم الباهتة في وجود التلوث الضوئي، فإنّ التيليسكوب يتأثر أيضا بنفس الطريقة. علم الفلك من أكثر العلوم فائدة وخدمة للدين وهو مختلف تماما عن التنجيم المحرم. قال تعالى في سورة فصلت: ﴿ سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الآفَاقِ وَفِي أَنْفُسِهِمْ حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ... ﴾، وهو العلم الذي يدرس الأجرام السماوية كالكواكب والنجوم والمجرات والمذنبات والسّدم وما لها من خصائص فيزيائية، ويقوم بقياس مواقع وأبعاد النجوم بالسنوات الضوئية. قال تعالى في سورة الواقعة: ﴿ فَلا أُقْسِمُ بِمَوَاقِعِ النُّجُومِ (٧٥) وَإِنَّهُ لَقَسَمٌ لَوْ تَعْلَمُونَ عَظِيمٌ (٧٦) ﴾، المفردات الفلكية الواردة في القرآن الكريم كثيرة جدا كالشمس والقمر والنجوم، بل هناك سور كثيرة بأسماء فلكية كسورة القمر وسورة النجم وسورة الشمس وغيرها، والآيات الدالة على وجوب التأمل والنظر في السماء عديدة. ومن الناحية الجمالية للأجرام السماوية، يقول الله تبارك وتعالى في سورة الفرقان: ﴿ تَبَارَكَ الَّذِي جَعَلَ فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَاجًا وَقَمَرًا مُنِيرًا (٦١)﴾، وقال تعالى في سورة الملك: ﴿ وَلَقَدْ زَيَّنَّا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِمَصَابِيحَ ... ﴾، وقال تعالى: ﴿إِنَّا زَيَّنَّا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِزِينَةٍ الْكَوَاكِبِ (٦) ﴾، فهو جمال قد شهد الله به، فلا نتعجب من اهتمام الكثير في العالم بهذا الجمال. وحول جمال عدد الأجرام السماوية ليلا (إذا لم يكن هناك تلوث ضوئي) يقول تعالى في سورة النازعات: ﴿ رَفَعَ سَمْكَهَا فَسَوَّاهَا (٢٨) ﴾، أي: جعلها عالية البناء، بعيدة الفناء، مكللة بالكواكب في الليلة الظلماء. يهتم الفلكيون بالأبراج لما فيها من أجرام فلكية في عمق الفضاء (معروفة المواقع) ترشدهم هذه الأبراج لمعرفة مواقعها ومن ثم رصدها بالتيليسكوب، أما الاعتقادات بما يمكن أن يحدث للإنسان بسبب وجودها أو بسبب ولادة إنسان في برج أو كوكبة نجمية معينة فهذا هو المحظور وهو أمر معروف. اختفاء كثير من تلك الأبراج النجمية بسبب التلوث الضوئي يجعل تحديد أماكن تلك الأجرام الخفية في الفضاء أمرا صعبا خاصة لأصحاب التيليسكوبات اليدوية (الغير إلكترونية) إضافة إلى تقليل لمعان الجرم نفسه إلى درجة تمنع رؤية تفاصيله وأحيانا إلى اختفائه بالكلية. يقوم الفلكيون باكتشافاتهم الدورية مثل اكتشاف مذنبات لأول مرة واكتشاف كويكبات صغيرة سيارة وتوجد منها ملايين في النظام الشمسي وتمتد الى مدار المشتري، ويقومون أيضا بمتابعة لمعان آلاف النجوم باستمرار لملاحظة التغيرات،

ويقومون بدراسة واكتشاف المجرات والمجموعات النجمية، ومع ذلك فإنّ التلوث الضوئي قد حرم الكثير من الفلكيين في الدول المتأثرة كثيرا من هذه البحوث والاكتشافات. نتيجة لذلك، فإنّ الفلكيين في البلدان الأقل تأثرا بالتلوث الضوئي كأستراليا هم أكثر نجاحا وإنتاجا، ومثال ذلك الفلكي روبرت ماكنوت من الجامعة الوطنية الأسترالية الذي اكتشف كثيرا من الكويكبات وعددا كبيرا جدا من المذنبات حتى أنه اكتشف مذنبا دوريا عام ٢٠٠٩ م. هناك مذنبات كثيرة لا تشاهد إلا في المناطق المظلمة وكثير منها لم يكتشف إلا في الأعوام القليلة الماضية. على سبيل المثال، اكتشف الفلكي الروسي إيلينن مذنبا في ديسمبر عام ٢٠١٠ وسمي باسمه، وكان القدر الظاهري له ٦,٠ حيث كان بالإمكان مشاهدته بالعين المجردة في المناطق الخالية من التلوث الضوئي في نهاية أكتوبر وبداية نوفمبر عام ٢٠١١ (٤٦) والغريب أنه لم يلق اهتماما من قبل الإعلام.

يقول بوب ميزون «يستغرق الضوء الصادر من النجوم البعيدة والمجرات مئات وآلاف وحتى ملايين السنين الضوئية ليصل إلينا. كم هي مأساة أن تضيع في آخر جزء من الثانية من رحلتها» (٣١). كلنا نعيش على نفس الكوكب، ولا يوجد كوكب آخر لكي يهرب الفلكيون إليه ويبتعدوا عن الأضواء. هناك أنواع من الشهب الرائعة الملونة التي يصل عددها إلى ٨٠ شهابا في الساعة تكون ألمع وأكثر في سماء أظلم، ومع الأسف لم أشاهد منها إلا القليل وهي الواضح منها فقط، فلا يمكننا رؤية الشهب الباهتة في المدن هذه الأيام. يمكن أيضا مشاهدة عدد من الأقمار الصناعية عندما تكون السماء مظلمة. قال لي أحد كبار السن أنه كان يرى الشهب في الماضي قبل أن تأتي الإنارات وكأنها صواريخ قريبة إضافة إلى مئات الشهب الأخرى الأقل لمعانا. إنّ رؤية تلك الشهب وبذاك اللمعان القوي في المناطق المظلمة (إضافة إلى الآلاف من النجوم) مدعاة للتأمل والتفكر وقد حُرِمْنا منها هذه الأيام. لقد تعب الفلكيون في إيجاد بيئات مظلمة فهم يسافرون إلى أستراليا بين الفينة والأخرى لهذا الغرض. ينتظر الفلكيون والراصدون للأجرام ليلة صافية باستمرار حتى يحصلوا على أوضح صور مرئية ممكنة وهي ليالي نادرة، لكن حتى في أصفى الليالي فإنّ التلوث الضوئي أكبر معكر لها (صورة ٦٠، شكل ١٣). هناك اعتقاد متوهم عند البعض أنّ المناظير الفلكية (التيليسكوبات) تعطي صورا مدهشة جدا للأجرام في أي وقت وأي ليلة وحتى في المدن الملوثة بالضوء وبأي تكبير وهذا غير صحيح، وأتذكر نصيحة صديق لي بأن أقوم بتثبيت قاعدة تيليسكوبي الجديد في سطح منزلي المحفوف بالضياء من كل مكان ويظل دون حراك إلى الأبد. ٦٦٪ من الأمريكيين و٥٠٪ من الأوروبيين لا يرون حزام مجرة الدرب اللبني أو التبانة ليلا (٢)، وبالتأكيد لم يره أحد من سكاننا. في واشنطن

دي سي، ٩٩٪ من النجوم محجوبة، لذا يسافر الفلكيون وهواة الفلك مسافة ساعات شرق الولايات المتحدة الأمريكية للوصول إلى مناطق الدرجة الثانية المظلمة. يقول برايان ماي في حملة السماء المظلمة والتي تتبع المنظمة الفلكية البريطانية: «إنني أدعم هذه الحملة ولأطفالنا الحق في رؤية النجوم». السماء مليئة بالنجوم التي هي مصدر طبيعي لجيلنا وللأجيال القادمة، وبمساعدتك تصبح سماء الليل مصدرا للإلهام والمعلومات والتأمل والتفكر وهو أمر مطلوب. قال تعالى في سورة آل عمران: ﴿ إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ وَاخْتِلافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لأُولِي الأَلْبَابِ (١٩٠) الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (١٩١) ﴾، وقد لا يدرك الكثير أي فائدة من علم الفلك بسبب عدم تمكنهم من رؤية جمال الألوف من النجوم ويعتبر التلوث الضوئي الذي امتص ظهور النجوم امتصاصا سبب في عدم التفكر في الكون الواسع الذي هو أحد دواعي زيادة الإيمان وخشية الله وهي مكتنفة بالأسرار. لقد أمرنا الله تعالى بالتفكر في مخلوقاته حتى و إن لم تكن في متناولنا. قال تعالى في سورة الغاشية: ﴿أَفَلا يَنْظُرُونَ إِلَى الإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ (١٧) وَإِلَى السَّمَاءِ كَيْفَ رُفِعَتْ (١٨) وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ (١٩) وَإِلَى الأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ (٢٠) فَذَكِّرْ إِنَّمَا أَنْتَ مُذَكِّرٌ (٢١) ﴾ هناك نفس عدد النجوم في مدينتنا المشرقة ليلا وتلك النجوم في أظلم مكان، إنه التلوث الضوئي الذي حرم كل من يريد الاستمتاع بالسماء الصافية الخالية من هذا التلوث الزائد.

صورة ٥٦: وهي عبارة عن سديم كوكبة الجبار العظيم، ويظهر تأثير التلوث الضوئي على وضوح الصورة (يسار)، مقارنة بصورة في منطقة مظلمة (يمين). رغم أنه أكثر سدم السماء لمعانا إلا أنه تأثر بالضوء (122).



في السابع عشر من يناير عام ١٩٩٤ م، ضرب زلزال بقوة ٦,٧ مدينة لوس أنجلوس عند الرابعة فجرا وقد انقطعت الطاقة في مناطق كثيرة من المدينة، فأصيب السكان بالذهول من العدد الهائل من النجوم ومن حزام ضبابي طويل ممتد من جهة في الأفق إلى الجهة الأخرى في تلك الليلة، وهي المرة الأولى منذ ١٠٠ عام تنقطع فيها إنارات المدينة. جلس عدد كبير من الناس إلى أن أشرقت الشمس في لحظة ودهشة حتى لا يفوتوا هذه الفرصة التي قد لا تتكرر في العمر. بعدها ظن بعض الناس أنّ سبب الزلزال هو ذاك السحاب الضبابي الغريب الذي ظهر، ولمعان النجوم العديدة الباهرة التي لم يروها بهذا المنظر. نشرت بعدها محطات الإذاعة تلك الفرضية وقد خاف بعض السكان من هذا الحدث الغريب إلى أن صرّح فلكيّ في البلد وحلّ الإشكالية فقال: "استطاع سكان لوس أنجلوس من دون التلوث الضوئي أن يروا سماء الليل كما كانت في الماضي، فكانت المرة الأولى لمعظم السكان أن يروا مجرتنا سكة التبانة". قمت بالبحث في قاعدة البيانات حول مرحلة القمر في تلك الليلة فاكتشفت أنهم محظوظون بأن كان الزلزال في تلك الليلة (و في تلك الساعة تحديدا)، فقد كان اليوم السادس القمري (قبل أن يكون في مرحلة التربيع الأول) وكان القمر غائبا في تلك الساعة.

- ما الفائدة من علم الفلك؟

هناك سؤال شائع بين الكثير وهو: ما الفائدة المباشرة من علم الفلك؟ وكأنهم يؤكدون بأنْ ليس هناك أي فائدة من هذا العلم. ليس كل الناس مهتمين في جمال النجوم والسماء، فلدى الناس أولويات واهتمامات مختلفة وكل شخص يبحث عن المتعة بطريقته الخاصة، فما يهمك كثيرا قد لا يعني لي شيئا، ولكن علينا الانقياد لأوامر الله سبحانه وتعالى فيما ذكر عن الفلك والكون، وقد خلق الله تعالى هذه الأجرام السماوية لنتأمل فيها لا أن تعطينا فائدة مباشرة. لو قال شخص أمّيّ أنّ العلوم هذه الأيام غير هامة لأنه غير متعلم ولا يدركها فهل نلومه؟ هناك فائدة حسية وهناك فائدة معنوية وكلها فوائد، فإننا لا نلمس من القصص القديمة فائدة حسية بل فائدة معنوية، وبلا شك أننا لا نستطيع تحسس التاريخ بشكل مباشر، أما الأجرام السماوية فإننا نتحسس ضوئها بشكل مباشر. هناك علوم نظرية كثيرة جدا، فلماذا لم يسألوا عن الفائدة المباشرة من تلك العلوم؟! نحن مأمورون بالتعلم حتى وإن لم تكن هناك فائدة مباشرة من هذا العلم، ولا يسأل ذلك السؤال إلا الجاهل، ثم أنك لن تمنع الهواة والمتخصصون وأيّ إنسان من النظر إلى السماء بهذا السؤال. إحدى فوائد علم الفلك هو أننا نلتزم بحسابات الفلكيين في التقويم حتى نصلي الصلوات الخمس، هل منا أحد يستخدم الطرق القديمة لمعرفة أوقات الصلوات؟!

الفلك هو أيضا أحد العلوم الشخصية عند غير المسلمين، فقد يكون الشخص متميزا في الحسابات الرياضية وشغوف برؤية الأجرام السماوية الهائلة، ولو رأيتُ شخصا يتعلم الفلك ويرصد الأجرام بناء على حاجة شخصية سأشجعه على ذلك، فإنّ اهتمامه بهذا العلم وحب استطلاعه أفضل من انجرافه فيما يضره. بما أنّ الكثير قد سأل السؤال السابق، فدعوني أسألهم هذا السؤال: الكثير منا يمتلك كاميرات رقمية، ما الفائدة منها؟ يستخدم الكثيرون هذه الكاميرات في التصوير التذكاري فقط، فهنا الفائدة معنوية وليست حسية تماما كمن يرصد أو يصور الأجرام السماوية، إلا أنّ هذه الأجرام مدعاة للتأمل في عظمة الله، وتنحصر فائدة التصوير التذكاري في الغالب على الأشخاص أنفسهم. ما الفائدة من الحسابات الرياضية والمعادلات المعقدة جدا؟ هل هناك أحد يستفيد منها بشكل مباشر؟ صحيح أنّ الجمع والطرح مفيد في حياتنا لكن ما أقصده هي تلك الحسابات الصعبة التي يكرهها كثير من الطلاب. ما الفائدة من العراك على كرة من جلد فيجرح الكثير بإصابات مختلفة وينشأ الزعل بين الأصدقاء المشجعين لأندية مختلفة؟! ما الفائدة من الرسم؟! هل هناك فائدة مباشرة منها؟! الفائدة في المتعة وإظهار الموهبة. ماذا يستفيد الغير متخصص في السياسة من الأخبار السياسية؟ السبب هو لأنها تشد انتباهه، لكنه لن يقوم بأي دور سياسي طالما أنه ليس مسؤولا سياسيا وغير متخصص في هذا المجال. ما الفائدة من القيام بالاستبانات قبل المباريات وسؤال الناس عن توقعاتهم حول نتيجة مباراة قريبة ؟! هل ستغيّر هذه التوقعات من نتائج المباراة ؟! بالتأكيد لا. ما الفائدة من المسلسلات والروايات؟ معظمها للمتعة وشد الانتباه، فإنّ أغلب تحركات البشر هي من أجل مُتَعِهم. أنا لا أقلل من أهمية كل العلوم التي ذكرتها ولكن قد يأتي شخص غير متعلم ويسأل تلك الأسئلة. عندما ابتكر الميكروسكوب (المجهر) لم يكن متوقعا أنّ هناك فائدة من دراسة الأجسام أو الأشياء التي لا تراها العين، فلو استسلم العلماء لهذه الأسئلة لما استفدنا من هذا الابتكار الرائع، و قد أصبح علم الجراثيم (و هي الكائنات الصغيرة التي لا ترى بالعين) من أهم العلوم في أيامنا. من فوائد رصد الأجرام السماوية (خاصة الرصد بالتيليسكوبات اليدوية) أنها تنشط الدماغ عن طريق التفكير و النظر في الخرائط لمعرفة مواقع النجوم و ما فيها من أجرام في عمق الفضاء، فتمنع تقهقر الدماغ الذي يسببه قلة التفكر. رأينا أيضا في بعض الدراسات العلمية كيف تستطيع بعض الحشرات كالنحل رؤية ألوان الزهور عن طريق ضوء النجوم الخافت، وهذه فائدة حسية من ضوء النجوم على الأرض. هناك آيات كثيرة لمن يتدبر، فهل في يوم تدبرت الطير وهي في السماء، قد لا تجد أي فائدة من طيرانها، لكنها آية من آيات الله تعالى لمن يتدبر.

قال تعالى: ﴿ أَلَمْ يَرَوْا إِلَى الطَّيْرِ مُسَخَّرَاتٍ فِي جَوِّ السَّمَاءِ مَا يُمْسِكُهُنَّ إِلا اللَّهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ (٧٩) ﴾، فذكر الله أنّ في هذا الطيران آيات وليست آية واحدة ولكن فقط لمن يتأمل، وقال تعالى: ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الطَّيْرِ فَوْقَهُمْ صَافَّاتٍ وَيَقْبِضْنَ مَا يُمْسِكُهُنَّ إِلا الرَّحْمَنُ إِنَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ بَصِيرٌ (١٩) ﴾، فما من طائر في السماء إلا أعطتنا الشريعة منه علما. ونستفيد أنّ كثيرا من العلوم لا يجد منها الإنسان مصلحة حسّية، لكنه سيجد الكثير من المعاني الجميلة من هذه العلوم، وعلينا تعلم العلوم حتى وإن لم تفيدنا بشكل مباشر. لم يُذكر أي مما سبق من العلوم الرياضية والتقنيات المعاصرة في ديننا، أما الفلك فقد ذكر في آيات وأحاديث كثيرة، فأيهما الأكثر أهمية؟

قال البخاري في صحيحه: قال قتادة: «خلق الله هذه النجوم لثلاث: زينة للسماء، ورجوما للشياطين وعلامات يهتدى بها»، فنجد الكثير من البشر حول العالم، مسلمين وغير مسلمين، كبيرهم وصغيرهم، قد أذهلهم جمال النجوم لأنها من حكم الله تعالى، فإذا ذهبت إلى منطقة خالية من هذا التلوث الضوئي ستجد هذا الجمال، ولن أقول كما يقول الناس: إذا ذهبنا لمنطقة بلا كهرباء نشاهد هذا الجمال، فإنّ مفهوم الكهرباء عام جعل الناس الإضاءات فيه هو الأهم، والحقيقة ليست كذلك، فإنّ البشر يستطيعون النوم ليلا بدون الإضاءات عن طريق تقنيات الإضاءة الذكية المعاصرة في وجود العديد من الأجهزة الكهربائية التي يستفيدون منها، فتستطيع مشاهدة أجمل منظر للنجوم في وجود الكهرباء إذا فهم الناس التلوث الضوئي. قال أحد العلماء في درس من دروس الحرم المكي أنّ تعلم النجوم التي يهتدى بها واجب، أما دراسة ومعرفة النجوم الأخرى ومواقعها كالثريا وسهيل وغيرها فهو جائز، فإذا طلع النجم الفلاني هذا يعني دخول فصل من الفصول وغير ذلك من الملاحظات الفلكية، وذكر الشيخ جمال النجوم ليلا في عدم وجود الإضاءات. لو لم تكن هناك أهمية للنجوم لما أنزل الله سورة باسمه وهي «سورة النجم». ذكر أ.د. حسن باصرة في كتابه «الاستدلال بالنجوم» أنّ درب التبانة التي تمتد عبر السماء على شكل سحابة بيضاء لا يمكن أن تلتبس على أحد (إذا لم يكن هناك تلوث ضوئي) وقد استعار هذا الوضوح نابغة بني جعدة إذ يقول مادحا النبي صلى الله عليه وسلم:

أتيت رسول الله إذ قام بالهدى ويتلو كتابا كالمجرة نيّرا

و قد تخيلت العرب شريط مجرة درب التبانة وحوله النجوم من كل ناحية وكأنه نهر يرِد إليه الواردون للشرب.

من فوائد علم الفلك هو معرفة قدوم مذنبات جديدة ومعرفة أوقات الخسوف

والكسوف، وبهذه المناسبة، فإنّ من السنة أن نصلي صلاة الخسوف والكسوف وقد أمرنا الله بذلك لعظمة هذا الحدث الفلكي. هناك أحداث فلكية كثيرة بعيدة جدا وهي أعظم بملايين المرات من الخسوف والكسوف كانفجار نجوم كبيرة، ومن رحمة الله أن جعل ذلك بعيدا عن إدراك الإنسان الطبيعي، فإذا كان الخسوف والكسوف يخيف الكثير من المسلمين فكيف لو كانت هذه الانفجارات قريبة منا. مع تطور علم الفلك وجد العلماء انفجارات عديدة لا ترصدها إلا الأجهزة. سأذكر مثالا واحدا على ذلك الانفجار والأمثلة الفلكية لا تنتهي. سديم السرطان (M1) الموجود في برج الثور هو أول جرم من أجرام الفلكي ميسييه، وهو أشهر انفجار نجمي ويسمى أيضا باللغة العربية "مستعر أعظم"، تحول ذلك الانفجار النجمي إلى سديم، وهو في حالة انتشار وتوسع مستمر منذ أن انفجر. ذكر الفلكيون أنّ سرعة هذا التوسع هي ١٥٠٠ كيلومتر في الثانية ولوحظ عن طريق فلَكي صيني في يوليو عام ١٠٥٤ م، وأنه كان ألمع بقليل من كوكب الزهرة (نجم الصبح)، حتى أنه كان ملاحظا في النهار. يبعد سديم السرطان ٦٥٠٠ سنة ضوئية، بالتالي يحتاج الانفجار ٦٥٠٠ سنة ليشاهد من الأرض. لاحظ الفلكيون الانفجار قبل ١٠٠٠ عام تقريبا، بالتالي حصل الانفجار قبل ٧٥٠٠م سنة (76). يتأثر سديم السرطان بالتلوث الضوئي كثيرا، فالدرجات المتدنية المظلمة على مقياس بورتل مطلب لرؤية هذا السديم. هناك سديم آخر في كوكبة الجبار واسمه رأس الحصان، فلَكي نرصده نحتاج منطقة مظلمة وفلتر هيدروجين بيتا (صورة ٥٧).

قد يدفع البعض الملايين لشراء منزل به منظرا طبيعيا أو نافورة ماء منزلية في حين تستطيع رؤية هذه السماء الجميلة ليلا المرصعة بآلاف المصابيح كالثريا ومجموعات النجوم الفائقة الجمال وحزام مجرتنا الأبيض بالمجان لولا وجود فيضانات الضوء المهدر. نشاهد أحيانا خمسة أو عشرة نجوم في بيئتنا الضوئية بدلا من آلاف النجوم التي يشاهدها سكان المناطق الخالية من هذا التلوث، وأحيانا لا تشاهد إلا المشتري في السماء. إنّ من المؤسف حقا أنّ أطفالنا هذه الايام لم يشاهدوا حزام مجرتنا لأنّهم دائما كثيروا الأسئلة وعند سؤالهم عن هذا الحزام الغريب في الليل سيبدأ التأمل والتفكر والبحث عن الجواب الصحيح لهذا الخلق البديع (صورة ٥٩). كانت هناك مسابقة للأطفال دعمتها الوكالة الفضائية الأمريكية ناسا بغرض كتابة أجمل مقال وقد فازت الطفلة صوفي كوليس بالجائزة من بين ١٠٠٠٠ متسابق وأعطيَت الصلاحية في تسمية مركبتا التجوال الروبوتية لدراسة سطح المريخ التي هبطت على الكوكب في يناير عام ٢٠٠٤ م. كتبت صوفي كوليس ذو التسعة أعوام: «اعتدت أن أعيش في الميتم. كانت عزلةً وبردا وظلاما. في الليل، أنظر إلى السماء المتألقة فأشعر براحة أكثر. إنني أحلم أن أطير هناك»

(صورة ٥٨)، وقد أطلقت على المركبتين اسم (سبيريت آند اوبورتيونيتي، وتعني الحيوية والفرصة). يقول جيوف تشستر من المرصد البحري الأمريكي: «سماء الليل هي أكبر متنزه في العالم بجمالها التام في متناول كل من يخطو للخارج وينظر عاليا». قال باراك أوباما: «في منتصف الثلاثينات من القرن الواحد والعشرين 2030s أعتقد أننا سنرسل بشرا ليطوفوا حول المريخ ثم يعودوا بسلام إلى الأرض" (74). لدى علماء الفلك قانون يدعى ولكرز لحساب وتقدير جودة الرؤية الليلية بناء على الكثافة السكانية ومساحة المدينة والمسافة بينك وبين هذه المدينة، فتُعرف زيادة تلوث السماء بالضوء بالنظر في السماء الى ارتفاع زاوية ٤٥ درجة فوق الأفق باتجاه المنطقة الملوّثة بالضوء. وبالنظر إلى مدينة بعدد مليون ونصف مليون نسمة، فإنها ستُزيد تلوث السماء بالضوء بنسبة ٢٥٪ من على بعد مسافة ٥٠ ميل (٢)، فهناك ارتباط بين الكثافة السكانية ونسبة التلوث الضوئي.

صورة ٥٧: سديم رأس الحصان الرائع، يبعد ١٥٠٠ سنة ضوئية تقريبا. رغم أنّ فلتر هيدروجين بيتا أساسي لرصده إلا أنه يحتاج منطقة مظلمة تماما لرؤيته (Michael Tompsett).

النظر إلى السماء بالعين المجردة أو بالتيليسكوب متعة سرمدية، مُنعنا منها بسبب التلوث الضوئي. إضافة إلى ذلك، فإنّ لهذا التلوث أثر كبير على جودة جميع أنواع التيليسكوبات الفلكية. تأتي التيليسكوبات (أو المناظير الفلكية) بأحجام مختلفة، الفرق الأساسي بين هذه الأحجام هو في توضيح صورة الجرم السماوي عند طريق تجميع ضوء هذا الجرم. فمثلا، لو أردت رؤية سديم الجبار العظيم (صورة ٥٦) عن طريق تيليسكوبين (قطر فتحة كل منهم ٤ إنش و٨ إنش) بنفس قوة التكبير، وكانت قوة التكبير ٥٠ مرة، فإنّ نسبة وضوح هذا السديم في العدسة عند التيليسكوب ٨ انش ليست مرتان كما تعتقد بل أفضل بثمان مرات من التيليسكوب ٤ انش بنفس التكبير، وهناك حسابات لبرهان ذلك. المهم أنّ الرصد يتأثر بالمنطقة الملوثة ضوئيا، ولو افترضنا أنّ فلكيا يرصد سديم الجبار بتيليسكوب ٨ إنش في منطقة رقم ٥ على مقياس بورتل، وآخر يرصد نفس السديم بتيليسكوب ٤ انش في منطقة رقم ١ المظلمة جدا -بافتراض نفس الأحوال الجوية- فإنّ

الصورتين لهما نفس درجة الوضوح تقريبا، لأنّ الضوء ليلا في المنطقة الخامسة قد قللت من قوة تجميع الضوء (light gathering power) للجرم السماوي عند التيليسكوب ٨ انش (صورة ٦٤). من الحلول الصعبة عند الفلكيين لمواجهة مشكلة التلوث الضوئي هي شراء تيليسكوبات كبيرة مثل ١٢ انش و١٤ انش لتعطي صورا في ضواحي المدن كما لو كان فلكيا آخر بتيليسكوب أصغر يرصد المجرات ومجموعات النجوم الساحرة في المنطقة الأولى المظلمة، لكنها تيليسكوبات غالية جدا. السماء المظلمة مطلب أساسي للفيزيائيين الفلكيين لاتمام بحوثهم فيما يتعلق بالخصائص الفيزيائية للأجرام السماوية خاصة تلك الأجرام الأقل لمعانا ويجب تقدير هذه العلوم كما نقدر بقية العلوم في مدارسنا.

صورة ٥٨: الطفلة صوفي كوليس تكشف عن أسماء مركبتا المريخ وقد التقطت عام ٢٠٠٣ في وكالة الفضاء ناسا (Photo: NASA).

في محاضرة رائعة للشيخ أبو عبدالرحمن ابن عقيل بعنوان "الفكر الإسلامي"، وصف أنّ عالمنا الإسلامي متأخر في معارفه وعلومه، وصدق الشيخ، وجرنا هذا التأخر إلى الاهتمام المبالغ فيه لما هو أقل أهمية. وذكر أنّ العقل الفطري قادر على التأمل في الأدلة الكونية وهي دليل على وجود الله جل وعلا (٤٥)، وهذه دعوة مني بالتوازن في شتى العلوم المختلفة المفيدة وإن لم تكن محط اهتمام الناس، والتوازن في بقية أمور الحياة.

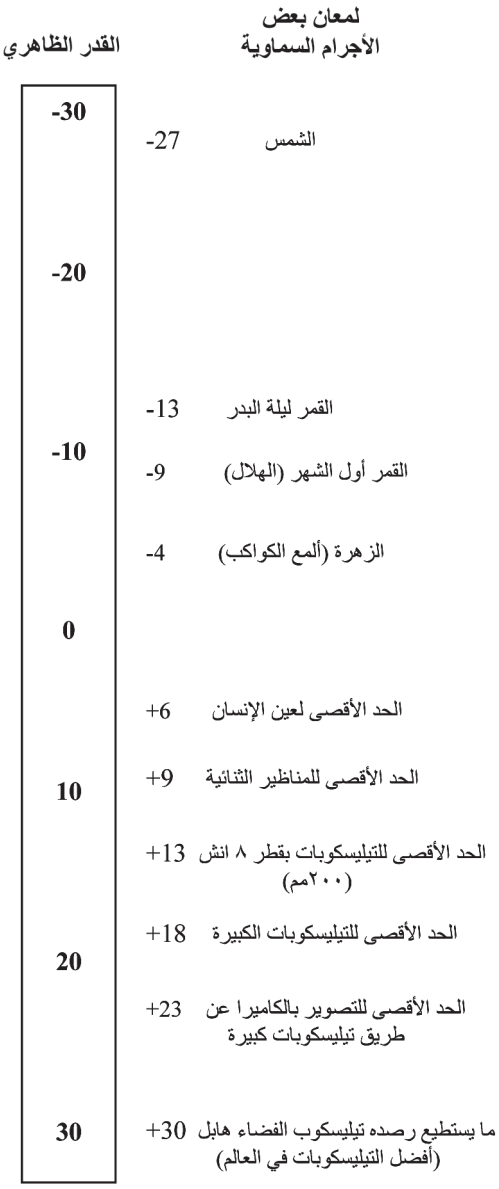
- مقياس بورتل لقوة الإنارات وظلام السماء:

قام العالم جون بورتل بوضع مقياس لنسبة الإضاءة في السماء ليلا، وقد نشره عام ٢٠٠١ م في مجلة سكاي آند تيليسكوب (55). يوضح الجدول ١٠ الفرق بين المناطق المنيرة والمظلمة مع تباين شدة الضوء. ولتوضيح الصورة، فإنّ الفلكيين يقيسون مدى وضوح النجوم وبقية الأجرام الباهتة عن طريق القدر الظاهري (و هو عبارة عن حساب بالأرقام). يعمل هذا الرقم بالعكس، فكلما زاد الرقم كلما كان الجرم السماوي أو النجم أبهت وأقل لمعانا. يحسب هذا الرقم كما لو كانت الأحوال الجوية في أفضل حالاتها

وصفائها. عند وصولك الدرجة الخامسة على مقياس بورتل ونجوم بقدر ظاهري ٦,٠ فإنّ هناك ٦٠٠٠ نجم كلها بنفس هذا القدر الظاهري (١)، وهناك ١٤٠٠٠ نجم كلها بقدر ظاهري ٧,٠ (٥٦، ٥٧). هناك اختلاف في المراجع حول عددها ولكن هل تم حسابها من المغرب إلى الفجر، أم هو ما يراه الشخص في فترة معينة ليلا، وهل تلك الأرقام تشمل جميع النجوم في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي وهل تم حسابها كما لو كانت السماء صافية وهادئة تماما؟! تعتبر هذه الظروف الممتازة للرؤية نادرة. في العادة نشاهد عددا أقل من تلك النجوم لاختلاف العوامل المانعة للرؤية كالرطوبة والحرارة وسرعة الرياح ومدى تشتت إشعاعات الجرم الفلكي عن طريق غبار وغازات غلافنا الجوي، ويختلف باختلاف الفصل وخط العرض وصفاء الجو وحدة النظر وهل المنطقة ساحلية أم جبلية أم صحراوية وهل تعود الشخص على الظلام (dark adaptation) فترة نصف ساعة على الأقل أم لا، وفي أي توقيت من الليلة نرصدها. نحن نرى عشرات النجوم من المدن في أفضل الأحوال وهذا يعني أنّ هناك آلاف النجوم قد حجبها التلوث الضوئي. ذكر المرجع (٣٤) أنّ هناك ٢٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ نجم في المناطق المظلمة يمكن مشاهدتها بالعين المجردة وهذا هو المتوسط لتغير الظروف التي تحجب رؤية الأجرام، وذكر أنّ العين تستطيع رؤية قدر ظاهري ٦,٥. لدى بعض الأشخاص نظر ثاقب ويستطيعون رؤية ٧٠٠٠ نجم في المناطق الريفية (31). مشكلة التلوث الضوئي هي في تقليل القدر الظاهري للنجوم التي تشاهدها العين المجردة والتي ترصدها التيليسكوبات جذريا. مع الأسف لا يمكن مشاهدة النجوم ذات القدر الظاهري ٤,٠ أو أبهت في بيئتنا ذات الضوء الساطع. تستطيع مشاهدة نجوم بقدر ظاهري ٤,٠ في المدينة -إذا كانت ظروف الرؤية ممتازة- من بعد منتصف الليل إلى الفجر لقلة أعداد السيارات (و إناراتها) وبسبب إطفاء بعض المحلات التجارية الإنارات الخارجية، ومع ذلك لم أشاهد نجم ثيتا في كوكبة الكلب الأكبر (سطوع ظاهري ٤,٠٨) من معظم المدن في السعودية ويدل هذا على التلوث الضوئي الهائل (شكل ١٣، ١٤). في بعض المدن ذات التلوث الضوئي القوي، لايمكنك مشاهدة حتى النجوم اللامعة باستثناء ألمع النجوم (كالشعرى اليمانية في كوكبة الكلب الأكبر ذات لمعان -١,٤٦) والكواكب كالمشتري (سطوع ظاهري -٢,٢) والزهرة (سطوع -٤,٤). عندما زاد اللمعان أصبح القدر الظاهري سالبا، فمثلا، القدر الظاهري للشمس هو -٢٧ (شكل ١٢). قد يفتقد مقياس بورتل بعض الدقة إذا اعتبرنا أمورا أخرى، فلو كانت إنارات المدينة مغطاة بالعواكس جميعها ولا يوجد بها تلوث في السماء فإنّ خروجك للمنطقة السادسة مثلا ستكون أفضل بكثير وكأنها الدرجة الثالثة (جدول ١٠)، كما أنّ أبهت قدر ظاهري يراه صاحب النظر الثاقب في حالات نادرة هو ٧، وقد لا نجد إنسانا يرى أبهت من قدر ظاهري ٧,٦.

شكل ١٢: لمعان بعض الأجرام السماوية بالقدر الظاهري (1).

(Designed، by author; adapted from Terence Dickinson book Ref. 34)



جدول ١٠ : مقياس بورتل لظلام السماء وكثافة الإنارات في مناطق مختلفة
(Adapted from Bortle scale; Sky and Telescope 2001، Ref. 55).

الدرجة	التصنيف	اللون	أقل قدر ظاهري للنجوم يمكننا رؤيتها بالعين المجردة	الوصف
١	سماء مظلمة ممتازة		٧.٦ – ٨.٠ لأولئك أصحاب النظر الثاقب وبعد أن تألف أعينهم الظلام لساعتين أو أكثر وفي ليلة صافية جدا	الحزام الضبابي لمجرتنا (درب التبانة) واضح جدا و بتفاصيل مذهلة إلى درجة انبعاث أضواء منعكسة له على الأرض حتى من منطقة برجي العقرب و الرامي المتدنية و إلى درجة توهم الناس أنه وقت الفجر و يمكن اعتبار هذا الضوء على أنه سراج المساكين. رؤية الضوء البروجي (زودياك) بوضوح و هو ضوء باهت منتشر في السماء. يؤثر كلا من المشتري و الزهرة على تكيف العين على الظلام لشدة ظلام المنطقة. قد يصعب تمييز بعض النجوم المكونة للأبراج بالعين المجردة بسبب تداخلها مع عدد هائل من النجوم الباهتة التي أصبحت واضحة جدا. الأشياء المحيطة غير مرئية. منظر ساحر إلى أقصى درجة لآلاف النجوم و الأجرام و تمتد النجوم من الأفق إلى الأفق و في جميع الاتجاهات. تبدو النجوم أكبر و أقرب للمشاهد. يمكن مشاهدة العديد من الشهب و الأقمار الصناعية. تعتبر أظلم منطقة على وجه الأرض¶.
٢	سماء مظلمة مثالية		٧.١ – ٧.٥	بالكاد تشاهد تلوث ضوئي في الأفق. بالكاد رؤية الأشياء المحيطة. رؤية تفاصيل كثيرة لمجرة درب التبانة. يمكن رؤية كثير من التجمعات الكروية النجمية مثل M4 و M13 بالعين المجردة و بوضوح. رؤية المجرة M33 بشكل مباشر بالعين المجردة. رؤية الضوء البروجي فقط في الغرب عند المغيب و في الشرق قبل الشروق.
٣	سماء المناطق الريفية		٦.٦ – ٧.٠	بعض التلوث في الأفق بسبب أضواء المدن و القرى البعيدة. المجرة (M33) تشاهد بطريقة تحويل النظر. ما يزال حزام مجرة درب التبانة محتفظ بتفاصيله. يمكن مشاهدة الأشياء المحيطة بغموض إذا كانت على بعد مسافة ٦ إلى ٩ أمتار.
٤	المنطقة الفاصلة بين الأرياف و الضواحي		٦.١ – ٦.٥	تلوث الضوء في أماكن مختلفة في الأفق. ما يزال حزام مجرة درب التبانة رائع لكنه يفقد معظم التفاصيل. تصعب رؤية المجرة (M33) حتى بطريقة تحويل النظر. الأشياء المحيطة واضحة حتى على بعد مسافة.
٥	سماء الضواحي		٥.٦ – ٦.٠	اختفاء أو صعوبة رؤية مجرة درب التبانة عند الأفق، و تكون ضعيفة في المنطقة العليا. مصدر الضوء ملاحظ في كل الإتجاهات. يمكن مشاهدة مجرة أندروميدا (M31) بالعين المجردة في كوكبة المرأة المسلسلة[1].
٦	سماء الضواحي الأكثر إضاءة		٥.١ – ٥.٥	لا يمكن مشاهدة مجرة درب التبانة و لكن في أصفى الليالي تصعب مشاهدتها كضوء خافت جدا في السمت[2]. يستحيل رؤية الضوء البروجي. مشاهدة الأشياء المحيطة بسهولة. صعوبة رؤية مجرة أندروميدا (M31) بالرغم أنها أحد ألمع أجرام ميسييه.
٧	المنطقة الفاصلة بين الضواحي و المدينة **أو القمر ليلة البدر**		٤.٦ – ٥.٠	لون السماء أبيض رمادي. مصدر ضوء قوي في كل الإتجاهات. يستحيل مشاهدة مجرة درب التبانة. صعوبة رؤية أجرام ميسييه الواضحة حتى بواسطة التيليسكوبات متوسطة الحجم[3]. يحوّل نور القمر ليلة البدر أكثر المناطق ظلمة (الدرجة الأولى) إلى هذه الدرجة. الفرق هو أنّ لون السماء أزرق في منطقة الدرجة الأولى في ليلة البدر مقارنة باللون الأبيض البرتقالي للسماء في هذه الدرجة.
٨	سماء المدينة		٤.١ – ٤.٥	لون السماء أبيض أو برتقالي. بإمكانك القراءة بسهولة. صعوبة رؤية مجرة أندروميدا بالتيليسكوب. النجوم المكوّنة للأبراج الشائعة مختفية.
٩	سماء وسط المدينة		٤.٠ في أفضل الأحوال الجوية	تنير السماء بإشراق. كثير من النجوم الواضحة المكوّنة لكثير من الأبراج مختفية تماما عن الأنظار. جميع أجرام ميسييه غير واضحة باستثناء الثريا (M45). فقط يمكن مشاهدة القمر و الكواكب الواضحة كالزهرة و المشتري و قليل من ألمع نجوم السماء كنجم الشعرى و نجم سهيل، **و النتيجة عدم اهتمام معظم الناس بالفلك و النظر في السماء.**

¶ السبب هو أنّ الزهرة و المشتري التي نراها في منطقتنا الضوئية تكون أكثر لمعانا في المنطقة المظلمة. المقصود أنه في هذه المنطقة لا يوجد أي تلوث ضوئي اطلاقا في مساحة شاسعة تقدر بمئات الكيلومترات و لن يكون الظلام في هذه المنطقة كما تظن، فمن المستحيل أن تذهب إلى مكان خال ١٠٠% من الضوء علما أنّ ١٦٠ كيلومتر بعيدا عن المدينة تتأثر ببعض بقايا أضوائها. هناك نور طبيعي خافت صادر من نجوم عديدة من مجرتنا درب التبانة و من الزهرة و المشتري و بعض التجمعات النجمية و من الضوء البروجي و نجوم أخرى لا تظهر إلا إذا انعدم ضوئنا الليلي و كان القمر محاقا.

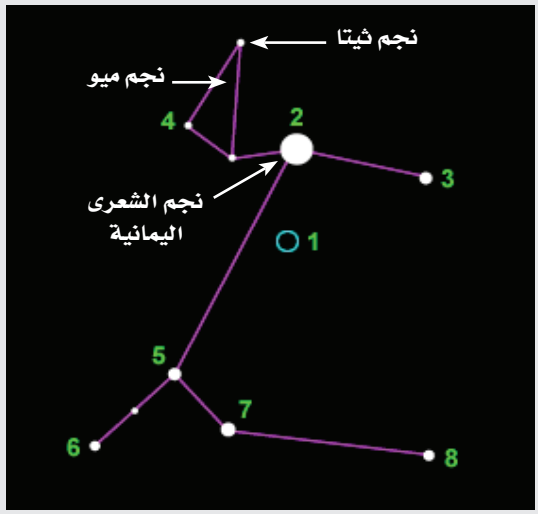
[1] مجرة أندروميدا هي أبعد جرم سماوي في الكون يمكن مشاهدته بالعين المجردة في ليلة محاق من منطقة متوسطة التلوث الضوئي. تبعد ٢.٥ مليون سنة ضوئية. هناك مجرات أبعد من هذه المجرة لكن يستحيل رؤيتها بالعين المجردة.

[2] السّمت أو سمت الرأس في الفلك هي النقطة الواقعة فوق رأسك تماما، و هي المنطقة الأقل تأثرا بالضوء.

[3] تشارلز ميسييه هو عالم فلك فرنسي مشهور باكتشاف و نشر ١١٠ أجرام سماوية هي الأجمل و الألمع في كتالوج فلكي.

صورة ٥٩: الحزام الضبابي لمجرتنا وآلاف من النجوم في مكان غير ملوث ضوئيا (يسار) مقارنة بالاضاءة الاصطناعية (Courtesy: CfDS).

صورة ٦٠: منظر مكبّر قليلا لكوكبة الصياد أو الجبار في منطقة تلوث ضوئي (يمين) وفي منطقة مظلمة (يسار) ولا حظ كيف ازداد لمعان النجوم نفسها.



شكل ١٣: تقع كوكبة الكلب الأكبر أسفل كوكبة الصياد المشهورة ويميزها نجم الشعرى اليمانية وهو ألمع النجوم في السماء (Credit to: www.Seasky.org).

هناك أيضا طرق بسيطة لقياس نسبة الظلام ومنها عدّ النجوم الموجودة في المنطقة بين الحزام (و هي الثلاثة نجوم المستقيمة المتقاربة في كوكبة الصياد) والنجم الأحمر بيتيلجوز (بيت الجوزاء) فوقها والنجم (بيلاتريكس) الواضح على يمينها (صورة ٦٠). لايمكن عدّ أي نجم في هذه المنطقة اطلاقا وسط المدينة. يمكنك رؤية أربعة نجوم في هذه المنطقة أو أكثر عند خروجك منطقة أظلم نسبيا. طريقة أخرى هي برج السرطان، من المعلوم أنّ نجوم كوكبة السرطان باهتة، فرؤيتها بوضوح دليل على الظلام النسبي للمكان. إنّ من المؤسف جدا -و إحدى أسوأ تأثيرات الضوء الليلي على الجمال الطبيعي- هو أنّ الغالبية العظمى من الناس (إن لم يكونوا جميعهم) هذه الأيام لم يروا الحزام المذهل للمجرة الذي يكون على شكل ضوء أبيض صادر من نجومها العديدة مصحوب بغبار وشكل ضبابي، يمكن مشاهدته معظم وقت الليل في المناطق المظلمة. أنا أحد هؤلاء الناس الذين لم ير الحزام الضبابي في بلدنا. الكثير أيضا لا يعلم أننا لو اطفأنا الإنارات سيكون المنظر كذلك لأنهم منذ أن خلقهم الله وإلى هذه الساعة والإنارات في حالة تشغيل على الدوام. إن كنت أحد موظفي الكهرباء أو الأمانة فلماذا لا تقترح على المسؤولين أنّ هذا أمر مخالف للفطرة وعلينا تعديلها بتصميم جديد يلتزم بمعايير التقليل لهذا التلوث؟! إنّ من مهام المسلم (سواء كان موظفا أو مسؤولا) أن يتشاور مع من حوله في معرفة الصائب من الخاطئ. سماء الليل ليست للفلكيين فقط بل لكافة الناس. ذات يوم حدثني أحد الزملاء أنه كان مسافرا ووجد ضوءا طويلا في السماء لم ينقطع وكان متعجبا من هذا النور الدائم، فقلت له هذا حزام مجرتنا لأنّك ابتعدت أثناء سفرك عن الأضواء الاصطناعية ودخلت أظلم المناطق، لكنه لم يصدقني وقد يكون ذلك لأنه كحال الكثير لا يمكنهم استيعاب أننا يمكن أن نشاهد مجرة بأعيننا. ومن هنا، يجب أن ننشر هذه الثقافة ليعلم الكل ماذا سيحصل لو كنا عائشين في ظلام تام وقد يظن الكثير أنهم حتى لو كانوا في ظلام دامس فسيشاهدون نفس عدد النجوم التي يروها في المدينة. عاش الناس في الماضي قرونا طويلة في الدرجة الأولى التي يجب أن يعيش فيها كل الكائنات لتتزن الحياة. يجب أن أذكر هنا أنّ إحدى الإضاءات الذكية هي التي يتم التحكم بشدتها وقد ابتكرت بريطانيا إنارات ذكية للطرقات تقل كثافتها وتزداد أوتوماتيكيا حسب الكثافة المرورية والأحوال الجوية. إنّ الدرجة الأولى هي الليل الطبيعي الذي أقسم الله به بسواده الحالك وحزامه الأبيض ونجومه الكثيرة الباهرة، وهي الدرجة التي تحفظ التوازن البيئي بكل أشكاله.

شكل ١٤ : توضح ثلاث درجات متنوعة من مقياس بورتل. لاحظ سماء الدرجة التاسعة في الوسط، مع ذلك تبدو سماء مدننا أسوأ من هذه الدرجة هذه الأيام (123) (Stellarium).

-قياس لمعان السماء ليلا بواسطة جهاز SQM-L:

يعتمد مقياس بورتل على خبرة الشخص لتقييم مدى وضوح رؤية الأجرام السماوية ليلا، لكن هناك طريقة أدقّ من ذلك وهي مقياس لجودة السماء (SQM-L) Sky Quality Meter ويقوم بقياس الضوء في سماء الليل بوحدة قدر لكل ثانية قوسية تربيع (mag/sq arcsec; magnitudes per square arcsecond). تتراوح القراءة داخل المدن المثالية أو في الليالي المقمرة من ١٦ إلى ١٧، وكلما ذهبنا إلى مناطق أظلم ازداد القدر، وقد تصل القراءة إلى ٢٢ في المناطق المظلمة تماما (صورة ٦١). وجدت قراءات عجيبة في مدننا، فهي تتراوح من ١٠ إلى ١٥ قدر/ث قوسية^2 وهو دليل على الإضاءات والكثافة الزائدة. لقد رحلت إلى مسافات شاسعة ولم أجد أفضل من قراءة ٢٠٫٧ في كثير من المناطق بسبب إنارات القرى التي تتواجد كلما قطعت مسافة ٢٠ إلى ٤٠ كيلومتر وكأنها إنارات مدن، باستثناء الطريق الجديد بين بيشة وتثليث (١١٠ كيلومترات) فقد وصلت القراءة هناك إلى ٢١٫٨ وهي أفضل قراءة سجلتها خلال هذه الدراسات، وتعتبر هذه المنطقة مثالية في الرصد وكأنها الدرجة الثالثة إلى الثانية على مقياس بورتل (جدول ١٠)، ونتمنى أن يؤسس فيها مرصد ونستقطب الزوار لرؤية سماء

الليل الحقيقية في هذا المكان، وملاحظة الفرق في رؤية النجوم بالعين عند الوصول وبعد أن تعتاد الأعين على الظلام بعيدا عن أي مصدر ضوء لساعة أو أكثر. تعتبر هذه المنطقة أفضل من المناطق الساحلية لأنها بعيدة عن نسيم البحر الذي يؤثر على رؤية الأجرام. لكي نحصل على الدرجة الأولى على مقياس بورتل (و هذا شبه مستحيل في أيامنا)، فعلينا إيجاد مكان بحيث تكون المسافة ٢٠٠ كيلومتر أو أكثر من مكان وجودنا لا توجد فيها إضاءة واحدة (أي ٤٠٠ x ٤٠٠ كيلومتر: ١٦٠٠٠٠ كيلومتر مربع).

نتمنى من الأمانات المحافظة على المنطقة بين بيشة وتثليث من الإنارات حتى تبقى لجميع المواطنين كأفضل سماء في الليل يستطيع الناس الوصول إليها بسهولة، وتنسيق رحلات دورية للتمتع بجمالها نهاية وبداية الأشهر القمرية.

صورة ٦١: مقياس ضوء سماء الليل
SQM-L
(Photo: by author)

- أثره على الفلك ورصد الأجرام السماوية:

http://www.britastro.org/dark-skies/simulator.html

قام دانيل نيكسون بتصميم موقع يبين فيه أثر التلوث الضوئي. ستجد في الصفحة الأولى رسمة لحديقة منزل خالية من الإضاءات، ويطلب منك وضع إنارات بالعدد الذي تريد وفي أي مكان وبأي ارتفاع (بماوس الكومبيوتر) ثم قارن رؤية السماء بعد التركيب. بعد تنصيب عمود إنارة قم بالضغط على مصدر الضوء لتقوم بتغطيته تغطية شبه كاملة ولاحظ الفرق، قم بالضغط مرة أخرى على مصدر الضوء، لتغطيته تغطية ممتازة تنير الطريق فقط، لاحظ الفرق في وضوح نجوم السماء، قم بالضغط مرة أخرى ليختفي العمود ويذهب الضوء الذي انعكس من الأرض إلى السماء. إنه موقع رائع لأنه يصور لك فائدة التغطية وتأثير الإضاءات السلبي على رؤية النجوم وكأنه حقيقة.

- استخدام الفلاتر (المرشحات):

هـذا دليـل آخر على أنّ الإنارة الزائدة تحجب التفاصـيل وتضـر العـين. هناك فلاتر للقمر وهي إحدى أهم الفلاتر التي يسـتخدمها الفلكيون سواء كانوا هُواة أم متخصصون، وظيفتها حجب ٧٥ الى ٨٠٪ من ضوء القمر، لأنه تصعب مشاهدة القمر مباشرة من العدسة دون فلترة، فعند عدم اسـتخدام الفلتر (أو المرشـح) يصـبح ضـوء القمر فوق قدرة العين على التحمل، ضـوء زائد يحجب تفاصـيل سـطح القمر ولا يمكنك الاستمرار في مشاهدته أكثر من بضعة ثوانٍ. بعد حجب ٨٠٪ من ضوئه (عن طريق الفلتر) ستبدأ أسطح وفوّهات القمر بالظهور وستكون مريحة للعين تستطيع التأمل والنظر ودراستها لفترة طويلة دون ازعاج وبهذه التفاصيل التي لا تظهر باستخدام العدسة عارية. هناك أيضا فلاتر خاصة للشمس لحجب إشعاعاتها الضارة حتى يمكنك رؤيتها باستمرار والتخفيف من شدة الأشعة المرئية، كما يجب التحذير من النظر إلى الشـمس مباشـرة دون فلتر خاص لأنك ستصاب بعمى دائم (صورة ٦٢). هل تعلم أنّ معظم الناس يستخدمون فلاتر لتيليسكوبات طبيعية خاصة في الصيف دون أن يشعروا؟! العين هي عبارة عن تيليسكوب طبيعي لتجميع الضوء تماما كالتيليسـكوب الفلكي، والنظارات الشمسـية هي عبارة عن فلاتر لهذا التيليسـكوب الطبيعي الصـغير من أجل حجب جزء من ضوء الشمس، تماما كسيناريو فلاتر القمر عند الفلكيين (صورة ٦٣). ومن هذا المنطلق، قد نحتاج نظارات أو فلاتر تقينا الإشعاع الزائد من الإنارات ليلا!!

صـورة ٦٢: الفلـتر الذي أسـتخدمه لتحسـين رؤية السـدم (يمـين) وهـو مضـاد لبعض الغـازات الغير مرغوبـة مثـل الصـوديوم حتـى تظهر غازات السـدم كالهيدروجين، بالتالي يمكن رؤية بعض تفاصيل غبار وسحب بعض السدم. لا تستخدم للمجرات والعناقيد النجمية ×، ويظهر فلتر القمر المتعادل يسـار الصـورة (Photo: by author).

• بالرغم من وجود فلاتر مضـادة للتلوث الضـوئي إلا أنها مصممة للمناطق متوسطة التلوث الضوئي وليست هي الحل الوحيد وكثير منها ليس فعالا بدرجة كافية في التخلص من الضـوء وبعضـها لا يحجب إلا إضـاءة الصـوديوم منخفض الضـغط ولا تستخدم لكل أنواع السـدم وهناك سـتة درجات لجودة الفلتر، بعضـها يقلل وضـوح الجرم بالتالي عدم

استخدامها أفضل، وبعضها جيد نسبيا. تستخدم في التصوير أكثر من الرصد المباشر. الفلتر لا يزيد من نسبة الضوء الصادر من السديم بل يحجب بعض الأضواء الليلية حتى تزيد المغايرة (contrast) بين الجرم وخلفية السماء، لذلك أفضل حل لرؤية هذه الأجرام هو المناطق المظلمة. لا توجد فلاتر لتحسين رؤية المجرات والعناقيد النجمية لأنها في الأصل أجرام باهتة. العامل الوحيد لرؤية تفاصيل المجرات هو المكان المظلم (الدرجة الثالثة على مقياس بورتل أو أقل إن أمكن). إذا حاولت رؤية المجرات من مناطق الدرجات الخامسة والسادسة فلن ترى أذرع المجرة الباهتة وقد تختفي كثير من المجرات، تحتاج مناطق أظلم لرؤيتها.

هناك أجرام سماوية قليلة يمكن مشاهدتها من المناطق متوسطة التلوث الضوئي والسبب هو لمعانها الشديد ومقاومتها لهذا التلوث ومثال ذلك:

- الكواكب: كالمشتري وزحل والزهرة والمريخ.
- المجموعة النجمية المفتوحة (NGC1907): توجد في كوكبة ذو الأعنّة (Auriga)، تحتوي على ٤٠ نجما تقريبا. تبعد ٣٠ دقيقة قوسية عن المجموعة المفتوحة (M38).
- سديم كوكبة الجبار العظيم (M42): وهو ألمع السدم، مع ذلك يقلل التلوث الضوئي لمعانه كثيرا ويصبح باهتا، فكيف بمئات الألوف من الأجرام الأقل لمعانا منه!! يمكن مشاهدته بالعين في سيف الصياد كما لو كان نجما باهتا.
- المجموعة النجمية الكروية (M3): في برج السلوقيان، اكتشفها الفلكي ميسييه وتحتوي على نصف مليون نجم. تبعد ٣٤٠٠٠ سنة ضوئية. يصبح المنظر مذهلا عند استخدام تيليسكوبات كبيرة (٨ إنش أو أكثر) خاصة في المناطق المظلمة.
- (NGC457): وهي مجموعة نجمية مفتوحة جميلة جدا في كوكبة ذات الكرسي (كاسيوبيا) تشبه صندوق المجوهرات وهي موازية لصندوق المجوهرات الآخر NGC4755 في كوكبة Crux في نصف الكرة الجنوبي.
- M45 المعروفة بالثريا أو الأخوات السبع: توجد في كوكبة الثور، وهي أشهر وألمع مجموعة نجمية مفتوحة في السماء. تحتوي على ٢٥٠ نجما تقريبا، تستطيع مشاهدة خمسة أو ستة نجوم منها بالعين المجردة، ويمكن لحاد البصر رؤية سبعة نجوم في

منطقة مظلمة. منظر مذهل عن طريق المناظير الثنائية أو تيليسكوبات بعدسات ذات مجال رؤية واسع وبأقل قوة تكبير. ذكر تيرينس ديكينسون (المرجع ٣٤، صفحة ٨٨) أنّ بعض طلابه يشاهدون ١١ نجما في الثريا بالعين المجردة وهي حالات نادرة.

- NGC2451: مجموعة نجمية مفتوحة جميلة في كوكبة الكوثل (Puppis) تتميز بنجم أصفر في الوسط بقدر ظاهري ٣,٦ وتحتوي المجموعة على ٤٠ نجما وهي من الأجرام النادرة جدا والتي يمكن رؤيتها من المدينة. تحتاج عدسات ذات مجال رؤية واسع أو مناظير ثنائية. قطرها الزاوي يساوي ١,٧ درجات (أو ١٠٢ دقيقة قوسية).
- NGC6866: وهي مجموعة نجمية مفتوحة رائعة في كوكبة البجعة ويمكن مشاهدتها حتى بالتيليسكوبات الصغيرة. تبعد ٣٩٠٠ سنة ضوئية.
- IC4665: مجموعة نجمية في برج الحواء (Ophiuchus) واضحة حتى بواسطة التيليسكوبات الصغيرة (٣١).
- NGC3242 المعروف بشبح المشتري: يوجد في برج أفعى الماء (Hydra). يعتبره الكثير أحد أجمل السدم الكوكبية في السماء. يتميز بلون أزرق أو أخضر مزرق وهذا غير معتاد في الأجرام السماوية الخفية في عمق الفضاء الواسع(deep sky objects). استخدام فلتر مضاد التلوث الضوئي بقوة تكبير أعلى يحسن من رؤيته. قطره الزاوي ٢٥ ثانية قوسية (40).

و كقاعدة فلكية عامة : كل الأجرام السماوية تتأثر بالتلوث الضوئي، مع العلم أنّ صفاء الجو وسكون الهواء عوامل أخرى لرؤية الأجرام خاصة الباهت منها، ورغم أنّ تلك الأجرام القليلة تشاهد من المدينة إلا أنّ مشاهدتها من مناطق مظلمة تكون أجمل وألمع بعشرات المرات وهذا فرق كبير. في المناطق المظلمة (و بدلا من مشاهدة عشرات الأجرام في المناطق شديدة التلوث الضوئي بالتيليسكوب) يمكنك مشاهدة أكثر من ١٠٠ ألف جرم سماوي وبإمكانك الاستغناء عن الفلاتر في هذه الأماكن.

صورة ٦٣: نظارة خاصة تحتوي على فلتر لحجب الإشعاع الزائد التي أستخدمها لرؤية الشمس وكسوفها (Photo: by author).

صورة ٦٤: التيليسكوب الذي أستخدمه لرصد الأجرام السماوية. بالرغم أنَ قطر الفتحة ٨ إنش (٢٠٠ ميلليمتر) وهي كافية لرؤية الأجرام الباهتة من مناطق مظلمة إلا أنَني واجهت صعوبات في رصد أجرام واضحة جدا من وسط المدينة كسديم الجبار وهو ألمع سديم والمجموعة الكروية النجمية M4 رغم أنها ترى بالعين من المناطق المظلمة وتعتبر من أسهل المجموعات الكروية النجمية حيث تُرصَد بواسطة التيليسكوبات الصغيرة. القدر الظاهري للمجموعة النجمية M4 في برج العقرب هو ٥,٩ (Photo: by author).

الفصل الخامس عشر

قوانين ومحاولات في بعض الدول

١. ساعة الأرض العالمية لإطفاء الإنارات.

٢. قوانين في بعض الدول.

٣. الأستراتيجية الوطنية للتنوع الأحيائي في المملكة العربية السعودية.

٤. هل التلوث الضوئي ضد القانون؟

٥. خلو التلوث الضوئي نهائيا من جزيرة ستارك عام ٢٠١١م.

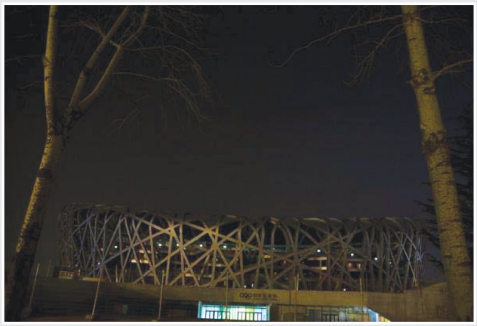
٦. تدريس التلوث الضوئي.

٧. مواقع مهمة وإحصائيات.

٨. اعتقادات خاطئة حول الإضاءة.

- ساعة الأرض العالمية لإطفاء الإنارات:

يشجع حدث ساعة الأرض 60 Earth hour الحكومات والمواطنين ورجال الأعمال حول العالم على إطفاء الإضاءات المنيرة مدة ساعة واحدة من أجل مستقبل مشرق ومن أجل حماية البيئة ومنع ظاهرة الاحتباس الحراري وهي محاولة أيضا لإطفاءها أكثر من ذلك والقيام بها بشكل أسبوعي على سبيل المثال أو إطفائها من بعد منتصف الليل. يأتي هذا كرد لكل الحكومات بأن تبدأ في حل هذه القضية وبسرعة، وما أبسط إطفاء الإنارات، ولا يعني ذلك إطفاء جميع الأجهزة الكهربائية، (الرسالة هي إطفاء الأضواء فقط في الطرقات والمنازل الغير ضرورية ولكن يجب إبقاء الإضاءات المهمة وإشارات المرور وإضاءة السلالم وأضواء الطيران في المطار اللازمة)، فتطفأ الإضاءات الخارجية للمنزل والداخلية الغير ضرورية ولوحات النيون الإعلانية والتلفاز وغيرها. قد يتساءل الكثير حول تأثير الأمن وقد فصلت في هذا كثيرا إلا أنهم لم يجبروا الكل في إطفاء الأضواء، فالأمر اختياري لكنه لاقى اهتماما منقطع النظير ونصحوا بأخذ إنارة احتياطية يدوية قبل هذه الساعة. بإمكانك أن تقوم بالتغيير وعندما يقلدك الآخرون فستكون النتيجة عظيمة. بدأ هذا الحدث يوم السبت ٣١ مارس عام ٢٠٠٧ في مدينة سدني بأستراليا حيث قام أكثر من مليوني شخص وألفي مبنى تجاري بإطفاء كل الإنارات لمدة ساعة للصمود أمام ظاهرة تغير المناخ وبالها من سنة حسنة وحدث تاريخي لا ينسى، وصار أكبر حدث وحملة بيئيّة في التاريخ، فبعد عام أصبحت هذه الساعة عالمية وشارك في الإطفاء أكثر من ٥٠ مليون شخص. بعد ثلاثة أعوام، ازداد العدد وشارك مئات الملايين في هذا الإطفاء السنوي. وفي يوم السبت ٢٧ مارس عام ٢٠١٠ أصبحت هذه الساعة أكبر حدث في العالم واطفئت فيها أكثر من ١٠٠٠ معلم تاريخي كأهرام الجيزا والقصر الامبراطوري في بكين، وملعب بكين الوطني المعروف بعش الطائر (صورة ٦٥)، والقصر الملكي في النرويج (صورة ٦٦)، ودار الأوبرا في سدني (صورة ٦٧)، وبرج ايفيل (صورة ٦٨)، وشلالات نياقرا وجبل الطاولة في كيب تاون، وقصر باكنجهام بلندن، والمدرج الفلاي في (كولوسيوم) في روما وبرجي المملكة والفيصلية في الرياض وغيرها، وشارك فيها أكثر من ٤٦٠٠ مدينة منها مدن شهيرة مثل لوس أنجلوس، نيويورك، تورونتو، موسكو، نيروبي، دبي، روما، هونق كونق، وسنغافورة. ويبدأ الحدث في آخر يوم سبت من شهر مارس كل عام عند الساعة الثامنة والنصف مساء حسب التوقيت المحلي. يمكن لبعض الدول أن تغير من توقيت هذه الساعة لظروف خاصة، كأن تطفأ بداية الشهر القمري حتى يروا مجرة درب التبانة.

صورة ٦٥ : ملعب عش الطائر في بكين بعد إطفاء إناراته في حدث ساعة الأرض (Photo: AP).	صورة ٦٦ : القصر الملكي في أوسلو، النرويج، أثناء ساعة الأرض العالمية (Photo: Reuters).
	

تقليل كثافتها من أفضل الحلول، لأنه قد يصعب التغيير من بيئة ليلية مشرقة إلى بيئة حالكة في لحظة. أقول مرارا وتكرارا، أنّ الظلام في هذه الساعة لم يكن عاملا مساعدا للسرقة أو الجرائم وهذا أحد الأدلة القاطعة، وأنّ تفسير الناس في علاقة الجريمة والظلام خاطئ وغير مدروس. يجب أولا توعية الناس عن سبب الإطفاء وأنّ هناك مخاطر لا تحصى غير الاحتباس الحراري وتخييرهم في إطفائها لا الاجبار. هذه الساعة كل عام لن تحل كل المشكلات المذكورة بل هي دافع للكل بأن يبدأوا بداية جادة، فقد تقل التكلفة وتقل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بمعدل ٥٠٪ أو أقل ونحافظ على كثير من الكائنات الليلية الهامة وهذا إنجاز. الحل بيدنا، ولا تتوانى أو تستصغر هذا العمل، فدورك مهم للغاية في مواجهة هذه المشكلة المتفاقمة وأنت ضمن الستة مليار إنسان، وعندما نشارك جميعا ونجعل لنا برنامجا دوريا لهذا الإطفاء بين حين وآخر فسنحافظ على كوكب الأرض. أوصت هذه الحملة في كل الدول بأن يبادر المستهلك في ترشيد الاستهلاك بشكل دوري وليس ساعة واحدة سنويا لأنّ هذا هو الحل الأمثل. ساعة الأرض هي إحدى وسائل التوعية وعلينا التفكير في طرق أخرى لحل المشكلة ولحسن الحظ أنّ كل الطرق التي ستتخذها وسيلة إما للتوعية أو حل مباشر للمعضلة ستكون سهلة إن شاء الله.

أشكر أمانة جدة والبنك الأهلي وجامعة الملك فيصل وسلسلة مطاعم البيك، ونادي الوحدة، وشركة اتش بي وفندق الكورنيش روز وود بجدة والاتصالات السعودية وشركة ايكيا على مشاركتهم في إطفاء الإنارات في ساعة الأرض والشكر أيضا موصول لكل فرد شارك في هذه الساعة.

قالت أمل كوشك من هيئة مياه وكهرباء دبي في اتصال هاتفي مع قناة الآن تعقيبا على أحداث ساعة الأرض عام ٢٠٠٩ والتي احتُفل بها في دبي: «استطعنا توفير ١٠٠ ألف كيلو واط ساعة عام ٢٠٠٨ وهذه الكمية تكفي لإضاءة ٣٣ ألف لمبة لمدة شهر، وتم توفير حوالي ٦٠ ألف كيلو جرام من غاز ثاني أكسيد الكربون على الغلاف الجوي»، وصرّحت بأنّ الهيئة تضع خطة استراتيجية لموضوع ترشيد الاستهلاك ولديها حملات وبرامج على مدار العام وتطالب كل فئات المجتمع بهذا الترشيد وهناك برامج للمدارس والدوائر الحكومية وجوائز للمستهلك المثالي وجوائز لطلبة المدارس وتشجع كل الفئات عن طريق الكتيّبات والنشرات والمحاضرات، وهذه من أروع المبادرات التي قامت بها هيئة مياه وكهرباء دبي والتي نتمناها من كل المسؤولين والمواطنين على حدّ سواء، وأكدت أمل على أنّ الحملة تهدف إلى نشر أساليب الاقتصاد في استهلاك الطاقة والمياه (٥١). كان لتلك البرامج والحملات دور كبير في ترشيد الاستهلاك فعلى سبيل المثال برامج ترشيد الاستهلاك في الدوائر الحكومية وفرت ١٢ مليون درهم خلال عام ٢٠٠٦ وقد ارتفعت الكفاءة الحرارية من ٢٨٪ إلى ٨٩٪ وساهم في تخفيض التكلفة على الوقود (٥٢). سبب النجاح الباهر لتلك الحملات والبرامج عائد إلى توطيد العلاقات الاستراتيجية بين الدوائر الحكومية والمؤسسات ورفع الوعي وترسيخ ثقافة الاستهلاك (٥٣)، فعندما نتعاون جميعا فإنّ النتيجة مذهلة كما رأينا في الأرقام السابقة. وفي لقاء مع المهندسة أمل في تليفيزيون سما دبي حول ترك الأجهزة في وضع الإستعداد، قالت أنّ ١٥٪ من استهلاك الكهرباء في بريطانيا هو من الأجهزة التي تترك في وضع استعداد. ذكرت هيئة البيئة في أبو ظبي أنه إذا قام كل فرد في دولة الإمارات العربية المتحدة بإطفاء مصباح واحد لمدة ساعة يوميا مدة عام فسوف يساهم ذلك في تقليل انبعاث ٧٠٠ طن من ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل وقف ٤٠٠ سيارة (٥٤)، وذُكر في التقرير أنّ استبدال الأضواء العادية بأخرى موفرة للطاقة سينتج عنه توفير قد يصل إلى ٣٥٪، وأوصوا بتركيب متحسسات تقوم بإطفاء الأضواء أوتوماتيكيا واستخدام نظام للتحكم بقوة الإنارة. أطلقت الهيئة أيضا حملة توعوية بشعار «أغلق ... أطفئ» من خلال مجسمات في مطار أبو ظبي الدولي لزيادة وعي المسافرين وهي إحدى الحملات الابداعية التي نفرح بها ونحتاج مثلها باستمرار. وفي مبادرة أخرى بعد ساعة الأرض، قامت أستراليا بفتح موقع يهدف إلى تقليل فاتورة الكهرباء بمعدل ١٠٪، وقد شارك مركز الأبحاث (Melbourne Health) في أستراليا مع ساعة الأرض، ولم يقتصر على ذلك بل وضع استراتيجيات كثيرة للترشيد، فكانت تُطفأ الإضاءات الغيرضرورية في المبنى كإضاءة السلالم وبعض الممرات.

إنه أمر مفرح أن ترى أولئك الناس يتعاونون ويحرصون على كوكب الأرض بالتقليل من المخاطر البيئية التي أصبحت وشيكة عن طريق إطفاء الإنارات بكل سهولة.

صورة ٦٧: دار الأوبرا وجسر هاربور في سدني عام ٢٠٠٨ قبل وبعد ساعة الأرض العالمية (Ian Waldie/ Getty Images).

صورة ٦٨: برج إيفل قبل وبعد إطفاء الأضواء في حدث الساعة العالمي لإطفاء الانارات (Photo: AFP).

- قوانين في بعض الدول:

كتبت أنجيلا سوارتز مقالا بتاريخ ١٢ يناير عام ٢٠١١ ونُشرت في صحيفة يو اس آي تواي (USA Today) عنوانه "مدن كثيرة في الولايات المتحدة تقلل كثافة الضوء مع وضع قوانين لظلام السماء وقوانين إضاءة جديدة تحفظ الطاقة والمال" وجاء فيه أنّ ٣٠٠ مقاطعة ومدن وقرى قد سنّت قوانين للسماء المظلمة (Dark Sky legislation) ومنها تغطية الإنارات (shielding outdoor lightings). قال بوب باركس المدير التنفيذي بمنظمة السماء المظلمة العالمية (IDA) بتوسان: "تم تقديم ٥٠ مشروع قانون في العامين الماضيين". نالت هذه القوانين الدعم في ولايات كثيرة كولاية تكساس وهي مقر لقواعد

عسكرية عديدة لأنّ الإضاءات القوية ليلا عاقت التدريبات العسكرية، إضافة إلى ولايات أخرى ومنها أريزونا، أركانسس، كاليفورنيا، كولورادو، هاواي، مينيسوتا، ميزوري، نيومكسيكو، نيويورك، فيرمونت، وفيرجينيا. يقول ميخائيل سيمينوفتش مدير مركز تقنية الإضاءة بكاليفورنيا: "الإضاءة في الحرم الجامعي ثنائية. المغزى هو أن تقل الإضاءة بنسبة ٥٠٪ عندما يخلو المبنى"، وقال: "أصبحت الكليات والجامعات تميل إلى تقليل الإضاءة". وفي الولايات المتحدة الأمريكية أيضا، قام الرئيس باراك أوباما بوضع خطة لإضاءات أكثر فعالية كجزء من سياسته في تعديل المناخ للأفضل، وسيتم توفير ٢٠ طن متري من ثاني أكسيد الكربون سنويا، وقد تم اتخاذ إجراءات مماثلة في الصين وأستراليا ونيوزيلندا (٣). وبهذه السياسة تطورت مفاهيم وبرامج لتجديد طريقة تركيب الإنارة للأفضل في بلدان ومناطق ومجتمعات عديدة. كانت هناك عقوبات صارمة وغرامات قد تصل إلى سجن مدة خمسة أعوام لمن يرمي النفايات في المناطق الريفية الخاضعة للتمدن في بريطانيا ولكن لم يكن هناك أي عقوبة على حجب جمال السماء ليلا بواسطة استهلاك طاقة جبارة تؤثر على البيئة. عندما ارتفعت نسبة التلوث عام ٢٠٠٠ في انجيلترا تمت مناقشة الموضوع وقد اختاروا التلوث الضوئي كعنوان بحث ملائم عام ٢٠٠٣ وبعد تأكيد مفاسده الهائلة مُنع هذا الضوء المتطفل عام ٢٠٠٥ وإلى درجة وضع برامج للكل لمناقشته في وسائل الإعلام والراديو، وشارك فيها الكثير عن طريق الاتصالات الهاتفية عام ٢٠٠٧. وفي نفس العام عقد المؤتمر الأوروبي السابع عن التلوث الضوئي والاحتباس الحراري في سلوفينيا وذكروا أنّ إضاءات الشوارع في أوروبا فقط تستهلك ١٧٠٠ مليون يورو سنويا تبعثه فقط في السماء ليلا دون أن يضيء الأرض. وفي تورونتو، أنشيء برنامج للتوعية بمخاطر الضوء القاتل (fatal light awareness program; FLAP) عن طريق متخصصون بيئيون للانتباه لعشرات الألوف من الطيور التي تصطدم بالأبراج الضخمة أو تحوم حول الأبراج حتى تسقط من الإنهاك وتموت أو تجرح وما زال البرنامج مستمرا، وأدرك السياسيون هذا الشأن (٨). بالرغم من أنّ ضواحي مدن العالم خافتة الإضاءة إلا أنهم في طريقهم للتقليل ونحن بوضعنا الحالي الذي يفوقهم ضوئيا بمراحل نسعى بشتى الوسائل في زيادة الإضاءات خاصة إضاءات التزيين. من أين أتتنا هذه الأضواء؟ بالتأكيد من الغرب، إذن هم من صنعوا ملايين الإضاءات الكهربائية لكنهم في الأخير هم من بدأوا بحل هذه المشكلة لأنهم أدركوا الخطر فنحن أولى لأن ننتبه لهذه المشكلة.

و نبقى في بريطانيا، فبين عامي ١٩٧٠ و١٩٨٠م كانت الإضاءة سيئة التصميم، وفي عام ٢٠٠٩ ميلادي استبدلتها بإنارات أفضل، وقد قامت وكالة الطرق العامة البريطانية

(UK Highways Agency) بإنارة الطرق الرئيسة ودرست مقاييس معينة (TD34 and TA49) لتحديد أي طريق يجب أن يضاء وأي نوع من الإضاءة يستخدم. وبناء على تلك الوكالة، فقد انخفض معدل حوداث السيارات إلى ١٠٪ على الطرقات ذي الإنارة الجديدة مقارنة بمعدلها (٣٠٪) في السبعينات. بعض مجالس البلديات في بريطانيا تغلق أو تطفئ إنارات الشوارع بعد منتصف الليل إلى ساعات الصباح الأولى (٨). نلاحظ أنّ للطرق وكالات خاصة لدراسة كل التفاصيل، فهم لا يحقّرون أي موضوع ونحن عكس ذلك ندّعي معرفة كل الأشياء وسهولتها وعدم الحاجة لدراسة تلك الأمور التافهة في نظرنا. إنّ عدم اهتمامنا بالبحث العلمي في تلك الأمور (و منها إضاءة الشوارع والطرقات) هو من أسباب عدم انجاز الكثير من المشاريع عندنا، لأنّ تلك المشاريع بحاجة إلى دراسة مستفيضة مهما صَغُر شأن تلك المشاريع في اعتقادنا، وقد يكون هذا السبب في الزحام الشديد في مدننا إلى جانب تأخير كثير من المشاريع. ودليل ذلك أنني عندما بدأت هذه الدراسة سألت عددا من الأصحاب فحقرني كثير منهم فكان ردهم لي يحتمل وجهين، الأول أنهم قد أحاطوا بالمسألة علما فلا داعي للبحث عن التلوث الضوئي، والثاني أنه موضوع تافه وقد قيل لي: "هذا ضوء ينير لنا الطريق فقط. ماذا تريد منه؟!".

أما في أستراليا، فقد بدأت البلديات بالاهتمام بهذه القضية. في مايو عام ٢٠١١ م قمت بإرسال رسالة خاصة للمجلس البلدي لمدينة ملبورن لكي أشكرهم على التصميم الجيد للإنارات بناء على المناطق واستخدامهم لكثافة ضوء أقل من ١ لكس خاصة في شوارع الضواحي الشاسعة للمدينة، ثم ارسل لي أحد المصممين الهندسيين في البلدية (إيان درايدن) وذكر أنّ البلدية بدأت برنامجا في تغيير الإنارات القديمة وقد رأيت بعض هذه الإنارات في المدينة، وقال أنّ نسبة الوهج في السماء (skyglow) قد انخفضت ٣٠٪ وهم في بداية البرنامج وسيتم استبدال الإنارات القديمة في خطوة قادمة. وذكر لي أنّ البلدية حريصة في أن لا تتعدى إضاءات المباني الخارجية سطح المبنى حتى لا تلوث السماء.

تشيك هي من أوائل الجمهوريات التي تضع قوانين لمكافحة التلوث الضوئي ووضع غرامات لمن لم يغير إنارته بأخرى مغطاة ورحبت المنظمة العالمية للسماء المظلمة بهذه القوانين وتتمنى أن تتخذ الدول الأخرى قوانين مشابهة (94). أما جمهورية سلوفينيا فقد عانت من ازدياد التلوث الضوئي على مدى ١٥ سنة، إلا أنّ المنظمات البيئية حاولت على مدى ١٢ سنة في تبني قوانين ملائمة، وقد أصبحت جمهورية قيادية أوروبية في هذا المجال وصاحبة أقوى نظام للحد من التلوث الضوئي على وجه الأرض، ولعل ذلك يحفز بعض الدول في تبني قوانين مشابهة أو على الأقل دراسة ومعرفة الخطر.

- الأستراتيجية الوطنية للتنوع الأحيائي في المملكة العربية السعودية:

من دُرر صاحب السمو الملكي الأمير سلطان بن عبدالعزيز –رحمه الله- في افتتاحية الاستراتيجية الوطنية للمحافظة على التنوع الأحيائي في المملكة العربية السعودية التي أصدرت في ذي الحجة عام ١٤٢٥ هـ: «تلتزم المملكة العربية السعودية بسياسة التنمية والتقدم الاقتصادي إلا أنّ هذه السياسة يجب ألا تكون على حساب الموارد الطبيعية الثمينة للبلاد. ونحن كمستخلفين من الله سبحانه وتعالى على كوكب الأرض وما يضمه من موارد حية علينا واجب حماية هذا الإرث وتدبير شأنه طبقا للتعاليم الإسلامية». وأكد –رحمه الله- على أهمية أن تصبح تلك الاستراتيجية محط اهتمام كل الذين يعملون في مجال التخطيط أو التطبيق لخطط التنمية في المملكة التي تؤثر بالضرورة على بيئتنا الهشة». ومن أجمل ما قال وزير الخارجية الأمير سعود الفيصل في تلك الاستراتيجية: «يشكل التنوع الأحيائي البنية التحتية للحياة إذ أنه يتعامل مع جميع العناصر الحية وغير الحية والظروف الفيزيائية التي تقوم عليها الحياة. ورغم مرونة النظم الطبيعية وقدرتها على التكيف مع تغير الظروف المحيطة بها إلا أنه عندما تزداد ضغوط التنمية وتأثيراتها الواقعة عليها فإنها تفقد القدرة على التكيف، وعندها لابد لنا أن نطور أهدافا للمحافظة عليها واستخدامها بشكل مستدام». وبالفعل، فإنّ مع ازدياد السكان يزداد معه التلوث الضوئي وعلينا وضع استراتيجيات لهذا. وتتولى الاستراتيجية الوطنية للتنوع الأحيائي في المملكة العربية السعودية تحديد هذه الأهداف وبيان الأنشطة المقترحة لتحقيقها. وقال سموه: «و يبقى علينا في المملكة بعد ذلك، أن نعد لتكامل عملية المحافظة على التنوع الأحيائي واستخدامه بشكل مستدام مع جميع أنشطة القطاعات الحكومية وغير الحكومية. ومن هنا فإنني أؤكد على أهمية التزام جميع الجهات الحكومية وأصحاب القرار والمختصين والمؤسسات القائمة بالتنمية في المملكة بتحقيق أهداف هذه الاستراتيجية، والعمل على خططها التنفيذية وتطبيقها لما فيه صالح العباد، وصالح الحياة على كوكب الأرض»، وقد انظمت المملكة العربية السعودية لاتفاقية التنوع الأحيائي عام ٢٠٠١ وهي أول اتفاقية دولية تلزم حكومات الدول بالمحافظة على الموارد الطبيعية واستخدامها بشكل دائم. وفي تأكيد حول أهمية البيئة، شدد خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله بن عبدالعزيز –حفظه الله- على ضرورة التزام المدن الصناعية والمصانع بالحفاظ على البيئة المحيطة. وضعت الهيئة السعودية للحياة الفطرية شروطا وقوانين للمحافظة على الكائنات المختلفة ومنها حظر جمع بيض السلاحف البحرية كونها مهددة بالانقراض. السلاحف من أكثر الكائنات

تأثرا بالتلوث الضوئي (كما ذكر) ولحمايتها لا ينبغي فقط حظر جمع البيض بل حظر الإضاءة البحرية العشوائية لحمايتها من الانقراض، ولو استمر الضوء على هذا الحال فستنقرض حتما حتى وإن طُبّقت كل الاستراتيجيات بسبب انجذابها الشديد للإضاءة. هل تعلم أنّ الشركات العالمية للإضاءة في الغرب صنعت إضاءات خاصة حتى لا تتأثر السلاحف بها؟! ومن أهداف تلك الاستراتيجية الاهتمام بالبحوث النظرية والتطبيقية في المجالات الواسعة للتنوع الأحيائي، وذكرَت ١١ جامعة كمراكز لهذا البحث، وهذا إسهام مني في المحافظة على التنوع الحيوي وقد خصصت له جزءا مهما في هذا البحث. هناك عبارات رائعة للحفاظ على البيئة في موقع الهيئة السعودية للحياة الفطرية ومنها:

-«حين نحافظ على الاتزان الطبيعي فإننا نصون كنوزنا».

-«و حين نحفظ مواردنا فإننا نصون مستقبلنا».

-«و ما نحافظ عليه اليوم ليس إلا مقومات حياة الغد».

-«و ما يضيع من مواردنا ليس إلا ضياع لأموالنا».

سمعنا خبر «مجزرة الربع الخالي» الذي نشر في صحيفة الوطن بتاريخ ١٦ / ٤ / ٢٠١٠ ونسأل لماذا فعلوا ذلك وقتلوا ٢٠ غزالا بشكل وحشي وبدون فائدة وكأنهم يتحدون المحمية، منها ٥ أنواع من المها الوضيحي المهددة بالانقراض. لماذا قتلوا تلك الحيوانات؟! كم من حيوان مفترس بحاجة لهذه الغزلان. السبب الرئيسي أولا هو الجهل، فهناك عددا قليلا من الدروس والمحاضرات والبرامج التذكيرية عن أهمية تلك الكائنات النادرة من الناحية البيئية والحيوية، فهم لا يدركون أهمية التنوع الحيوي أبدا، وهناك الكثير ممن يعشقون الصيد. إذا قتل شخص ٢٠ حيوانا ونعاقبه على فعل ذلك فلماذا لم نعاقب الضوء الليلي الباهر ونحد منه على قتله الكائنات وتدمير بيئتها؟!!

صدر النظام الأساسي للحكم الصادر بالأمر الملكي رقم أ / ٩٠ وتاريخ ٢٧ / ٨ / ١٤١٢ هـ مشتملا على ٨٣ مادة ونصت المادة ٣٢ على أن تعمل الدولة على المحافظة على البيئة وحمايتها وتطويرها ومنع التلوث عنها (71). التلوث الضوئي أحد أكبر أسباب التلوث البيئي ولا يزال الكثير يجهل هذه المخاطر وقد أصبح هذا واضحا لدى العلماء وبدأت الدول بتقليل هذا التلوث للحفاظ على البيئة. جميل أن تكون هناك مناطق محمية في المملكة للحفاظ على التنوع الاحيائي. فيما يتعلق بمن يريد زيارة المناطق النائية عن المدن، لا يوجد إلا تلك المناطق المحمية ويصعب على عامة الناس الذين يريدون رؤية جمال سماء الليل زيارتها لوجود حيوانات مفترسة في معظم تلك المناطق المحمية كالذئاب والضباع المخططة. هذا اقتراح لوضع حدائق وطنية خالية من المخاطر والإضاءات حتى تكون أجمل متنزه للمواطنين.

- هل التلوث الضوئي ضد القانون؟

ارسل لي بوب ميزون (رئيس حملة السماء المظلمة CfDS) ملحق (الصفحة السابعة والأربعين) لإجابة كتبها هو ومارتن تايلور (قسم القانون بجامعة دي مونتفورت بمدينة ليسيستر ببريطانيا) لهذا السؤال جاء فيها:

"منذ تاريخ صدور كتاب التلوث الضوئي (لبوب ميزون)، وُضِعَت بعض القوانين عن التلوث الضوئي، ومنذ أبريل عام ٢٠٠٥ م، كانت الأضواء المزعجة جريمة في القانون الجنائي، وقد رفعت دعاوى قضائية ضد الضوء المزعج في حالات كثيرة. هذه الحالات تؤكد أنّ الضوء المتعدي (في غير وقته) أصبح غير مقبول. أصبحت الإضاءات الخارجية الآن خاضعة لقانون تشريعي جنائي حيث أنّ الولاية قد تحاكم المشاركين في الأضواء المزعجة. إذا كانت هناك شكوى فستُرفع قضية. قضية أنّ إنارات الشوارع تندرج تحت هذا القانون هي مسألة طويلة النقاش وسيتخذ إجراء لذلك. إضاءات المواصلات العامة كمحطات القطار والأوتوبيس معفاة من ذلك لعدم وجود سبب مفيد في رأي حملة السماء المظلمة وبعض المنظمات الأخرى. يجب التنويه أنّ حل الضوء المتعدي ببساطة هي في تعديله وتقليله. لا تريد حملة السماء المظلمة (CfDS) أن تطفأ الإضاءات الضرورية ولكن تريد أن تتأكد أن يكون التحكم بالضوء جيدا وأن تُوجَّه بشكل صحيح بقوة واطية معقولة". هذه قوانينهم، فإذا كان الضوء يقتل كائنات ويسبب ازعاجات كثيرة فإنه يعتبر مجرما.

قامت حملة السماء المظلمة بدراسة عام ٢٠٠٧ وجاء فيها أنّ ٧٠٪ ممن اقتنعوا بمشكلة التلوث الضوئي انتابهم شعور بالحاجة إلى الشكوى ضد إنارات الشوارع القريبة منهم لأنها نوع من الضوء المتعدي على منازلهم، وكانت هناك شكاوى (٥١٪) ضد الجيران لأنهم مصدر للضوء المتعدي والوهج للمنازل المجاورة، بينما اشتكى ٢٦٪ منهم من الإضاءات الجديدة، وكانت النسبة ١٩٪ ممن اشتكوا ضد الإنارات الكثيفة للملاعب الرياضية. كانت هناك شكاوى من سكان بريطانيا ضد المجلس البلدي، وقد استجابوا لهم وطُبّق ذلك وتمت تغطية الانارت في غضون أسابيع وفي بعض الحالات خلال ساعات. وهذا نص شكوى عام ٢٠٠٤ في بريطانيا (و لم يكن المشتكي فلكيا): "في الأسبوع الماضي، قام مجلس البلدية بتركيب إنارة جديدة للشارع قرب منزلي، أصبحت واجهة غرفتي والحديقة مضاءة باستمرار ووصل الضوء خلف المنزل، وسأكتب شكوى للمجلس البلدي ..."، وبعد الشكوى قامت بتركيب غطاء في غضون ١٠ دقائق ومُنع الوهج عن الغرفة بنسبة ٩٠٪ ووعد تقني الإضاءة بالعودة مرة أخرى للقيام بالمهمة فيما يتعلق ببقية الإنارات عندما تتوفر الأغطية. ماذا تعمل إذا فشلت في اقناع البلدية؟ عليك التحدث مع الجيران بأن تكون الإضاءة فقط في

الشارع وليس في المنزل وسيتفاعل المجلس مع شكاوى كثيرة مقارنة بشكوى واحدة. الخطوة الأولى الناجحة تكون بتجريم هذا الضوء وتعريفه للفرد والمسؤولين. قال أحد موظفي طبيعة البيئة في مؤتمر الضوء المزعج في مدينة قلاسكو (اسكتلندا) عام ١٩٩٠ : "٨٠٪ من موظفي الإضاءة الذين تلقوا الشكاوى بسبب سوء تصميمهم سيعالجوها بشكل مباشر، ومعظمهم قد تفاجأ أنّ هناك مشكلة من هذا الضوء". فإذا كان الموظف متفاجئ فكيف بالمواطن. سيبدأ جارك المحب للضوء بالشك والبحث في المسألة عندما يراك تصر على أهمية التحكم بالضوء والتقليل منه وقد يقتنع بكلامك. قد يقول لك البعض الإضاءة الجيدة تمنع الجرائم، فإذا قالوا ذلك فإنه قد حان أن تعرفهم ما معنى الإضاءة الجيدة، وهل هي بالكثرة أم بشيء آخر. أنا أحد هؤلاء الذين أزعجهم الضوء المتعدي (light trespass) وهذا خطر على صحة الجسم واحتمالية تطور السرطانات، وهي أعلى حتى من الحد المسموح به في شوارع ضواحي العالم بكثير، وهي من الأسباب التي جعلتني أكتب هذا البحث حتى يتفهم المجلس البلدي والمواطن الصورة بالكامل. في الخامس من مارس عام ٢٠١١ م، رفع سكان هونج كونج أول دعوى قضائية ضد التلوث الضوئي وأنّ الضوء الزائد من اللوحات الإعلانية يضر بمستوى معيشتهم (٨١).

- خلو التلوث الضوئي نهائيا من جزيرة ستارك عام ٢٠١١:

تقع جزيرة ستارك بين فرنسا وبريطانيا وتبلغ مساحتها ٥,٤٤ كيلومتر مربع، ويعتمد اقتصادها على السياحة. في يناير من عام ٢٠١١ ميلادي، صُنّفت على أنها أول جزيرة ذات سماء ظلماء عن طريق المنظمة العالمية للسماء المظلمة (IDA) بأمريكا. جاء ذلك بالتعاون مع سكان الجزيرة بإطفاء جميع الإنارات ليلا لمنع التلوث الضوئي، وأثنى رئيس المنظمة جهود المقيمين بالجزيرة، ثم ذكروا أنه لا يجب على الكل أن يكونوا فلكيين، ففي عدم وجود الإنارات يمكن لأي شخص التمتع بالمنظر الساحر للسماء والحفاظ على البيئة والسكون والهدوء ليلا، وهي سنة الله تعالى أن يهدأ المسلم ليلا. هذه المرة الأولى في عصر السرعة التي يعاد فيه الليل الطبيعي الخالي تماما من الإضاءات الكهربائية (صورة ٦٩). لو افترضنا أننا قمنا بذلك، فسيكون هناك وهج في كل مكان بسبب السيارات. لاحظت البعض في المدن أنهم يطفئوا إنارات السيارة الأمامية ويكتفون بمصابيح الضباب لأنها أقل وهجا وهي محاولة رائعة لتقليل هذا الوهج الذي يؤثر على السائقين ليلا، وأنا شخصيا أقوم بذلك لأنني في المدينة لا أحتاج إضاءات السيارة الأمامية القوية بسبب إنارات المدن القوية وأكتفي بهذه المصابيح الخفيفة التي تمنع الوهج.

صورة ٦٩: منظر ساحر جدا لمجرتنا ونجوم لا تحصى. التقطت الصورة عام ٢٠٠٥ من منطقة مظلمة وفي ليلة محاق (Photo courtesy: David Wymer).

- تدريس التلوث الضوئي:

في يوليو عام ٢٠٠٨، أرسلت مجموعة من الهيئة التشريعية بأمريكا رسالة إلى ستيفين جونسون عندما كان مديرا لوكالة حماية البيئة الأمريكية (U.S. EPA) وطُلب فيها دعم التعليم عن التلوث الضوئي وجمع قوانين حول تأثير الضوء الخارجي الليلي على البيئة والصحة والأمن (٣٧). إنها مسألة جديرة أن تُدرّس في المدارس ويعبّر عنها الطالب ويبدي رأيه، ولاشك أنّ الخسائر والأضرار تفوق بمراحل عديدة السبب الذي من وراءه وجدت هذه الإنارات بكثرة، وهذه دعوة مني لكل مدرسي الإنشاء أن يضعوا التلوث الضوئي إحدى المواضيع كي يبحث ويطّلع عليها الطالب ويعبر بطريقته. يمكن وضع مشاريع صغيرة أو واجبات لطلاب المرحلة الإبتدائية، مثل أن نعرفهم ببعض الأبراج النجمية كالدب الأصغر والدب الأكبر في خرائط مبسطة وكيف تكون أشكالها ونطلب منهم إيجادها في السماء، ويمكنهم عد النجوم في الليل في منطقتين مختلفتين. عدم إيجاد النجوم المكونة لتلك الأبراج سيرفع من وعيهم بتأثير الإضاءات على النجوم والأجرام ويمكن أخذ الطلاب في رحلة إلى بعض المناطق المظلمة ليشاهدوا تلك الأبراج كاملة ويروا هذا الجمال ويدركوا ذلك، فسيكون لذلك وقعا في النفس وتأثير إيجابي. هذا اقتراح لوزارة التربية والتعليم بأن يكون التلوث الضوئي جزءا ضمن التلوثات الأخرى في مادة العلوم.

-مواقع مهمة وإحصائيات:

http://www.erco.com/contact/contact_200/dubai_2376/en/en_dubai_contac_1.php

و هي أفضل شركة للتصميم الجيد للإنارات في عالمنا العربي ويوجد لها فرع في دبي (الرابط). تقوم أيضا بتصميم إنارات وفي الوقت نفسه الحفاظ على ظلام سماء الليل Dark Sky Technology. **يوجد رابط لهذا التصميم أيضا:**

http://www.erco.com/products/product_fea/merican/dark_sky_te_2450/en/en_dark_sky_te_featur_1.php

هناك أيضا شركات أخرى عالمية وسأذكر بعضا منها:

http://www.americanelectriclighting.com/

و هي إحدى الشركات القيادية العالمية في أنواع الإضاءات. ستجد في الموقع أنواعا عديدة وبعضها إنارات غير مغطاة. الأنواع المغطاة هي (full cut off) **ومثال ذلك** RW115. **تتراوح القوة بين ٥٠ و ٤٠٠ واط ويجب اختيار الأقل.**

http://www.starrynightlights.com/

و هو أحد أفضل المواقع لبيع جميع الإنارات الداخلية (interior lighting) **والخارجية** (outdoor lighting) **وتشمل حساسات للحركة لتوفير الاستهلاك والحد من التلوث الضوئي، وغطاءات خاصة للإنارات المكشوفة** (light shades) **وجميعها صديقة لسماء الليل تمنع كل ما ذكر من وهج وغيره وتحسن كثيرا من رؤية النجوم وهو اسم هذا الموقع.**

http://www.greenearthlighting.com/

عبارة عن شركة متخصصة لبيع الإنارات المناسبة لحل مشكلة التلوث الضوئي . ستجد في هذا الموقع إجابات عديدة حول هذا الموضوع.

http://www.lightpollution2009.eu/

عبارة عن المؤتمر الأوروبي التاسع لحماية سماء الليل التي أقيمت في سبتمبر عام ٢٠٠٩ وشارك في المؤتمر كوكبة من كبار العلماء أمثال د. ستيفين لوكلي من هارفارد وبوب ميزون وغيرهم، ويشمل الموقع ما قدموه وبعض المقاطع للمؤتمر.

http://www.eu-greenlight.org/

و هـو عبارة عـن برنامج أوروبي مدعوم عن طريق اللجنة الاوروبية لتقليل اسـتهلاك الإضـاءة بالتـالي تقليل انبعـاث التلوث، وقد اسـتهلّت في فبراير عـام ٢٠٠٠ م، وذكر هذا البرنامـج أنّ التلوث الضـوئي سـبب تغير المناخ. وارسـو (عاصـمة بولندا) هـي أولى المدن التي انضـمت لهذا البرنامج وقد قلت نسـبة استهلاك الإضاءة فيها بنسبة ٥٤,٦٪. قامت بلديـة مدينـة دوبرتش في بلغاريا بين الفترة ٢٠٠٣ إلى ٢٠٠٥ بتطبيق مشـروع البرنامج الاوروبـي ثم كتبت تقريرا أنّ اسـتهلاك الإضـاءة قد نقص بمعـدل ٩٥٪، وحفظت طاقة تعادل ٢،٨١٩،٦٤٠ كيلو واط سـاعة ووفرت ٩١،٤٠٠ يورو سـنويا، وكان عدد الإضـاءات الفعالـة الجديـدة ٦،٤٥٠، وقد حازت على جائزة أخرى عـام ٢٠١٠ من بين ١٢ فائزا. في عام ٢٠٠٧، انظمت بلدية مدينة كوناس بجمهورية ليثوانيا -شمال أوروبا- لهذا البرنامج الاوروبـي وكانـت واحدة من الفائزيـن بجائزة البرنامج لعـام ٢٠٠٨ وقامت هذه البلدية بتطوير إنارة البلد وكتبت تقريرا بالفوائد الآتية :

- قلت الطاقة الإجمالية للإنارات من ٥،٦٠٤ كيلو واط إلى ٣،٠١٤ كيلو واط (٥٤٪).
- قلت الإضاءة من ٢٤٠ واط الى ١٣٠ واط لكل إنارة.
- زيادة في جودة الإضاءة.
- نقصان تركيز ثاني أكسيد الكربون.
- زيادة نسبة العمل والوظائف لتنفيذ هذا المشروع.
- و سيسهم إنهاء هذا المشروع في زيادة الوعي لدى الناس.

إضـافة الـى ذلك، قام مطار مدينة كوناس بالانظمـام للبرنامج عام ٢٠٠٨ وتم تركيب إضـاءة حديثـة وعالية الكفـاءة في المطار. قامت بلدية سـيموليان في بلغاريا بالانضـمام لهـذا البرنامج الاوروبي عام ٢٠٠٧ لبناء مشـروع نام لإعادة بناء الإضـاءات في الحدائق العامـة والمدارس والمراكز الثقافية...الخ ويتوقعوا أن يصـل الاسـتهلاك الى مسـتويات متدنيـة تقلل انبعاث ثاني أكسـيد الكربون بما يعـادل ٢٩٦٦ طن. قامت إدارة فندق براق ماريوت في تقليل اسـتهلاك الضـوء كخطوة أولى. لوحظ في أمريكا ازدياد زوار المتنزهات الأقل إنارة أكثر من تلك المنيرة (٢).

http://www.rasc.ca/light/

تم تأسيس مشروع إزالة التلوث الضوئي عن طريق الجمعية الفلكية الملكية بكندا عام ١٩٩١. من أهدافهم تحسيس الناس بهذا الخطر، وضع الأنظمة والقوانين، وتغيير الإضاءات، وبالفعل فقد أثمرت هذه الأهداف (صورة ٧٠)، وصُنفت من أوائل الدول عالميا في التصدي للتلوث الضوئي.

صورة ٧٠: قرية لاباتري في كندا. صورة عام ٢٠٠٦ قبل تعديل الإضاءة، وصورة أخرى عام ٢٠٠٨ بعد التعديل وقد أزيل الوهج. رغم أنّ المنظر العلوي يبدو قاتما إلا أنّ جودة الرؤية في الشوارع أفضل وبتكلفة أقل لأن الغرض هو إنارة الشارع وليس إنارة السماء والأسطح العلوية للبنايات. تأكد أيضا أنّ الأمن لم يضطرب جرّاء هذا التقليل من الإضاءات (١٢).

http://www.cie.co.at/

و هو موقع اللجنة العالمية للإضاءة أو (CIE; International Commission on Illumination) **ومقرها في فيينا عاصمة النمسا. يوجد فيها ٨ أقسام من ضمنها قسم لقياس الضوء والإشعاع وقسم البيئة الداخلية وتصميم الإضاءة وقسم الكيمياء الضوئية وعلم الأحياء الضوئي.**

http://www.need-less.org.uk/animations.php

موقع آخر يحتوي على ٨ صور متحركة يبين فيه سوء تصميم الإنارة وطرق لحلها.

- اعتقادات خاطئة حول الإضاءة:

١. كلما ازدادت كثافة الضوء كلما كان أفضل:

هذه العبارة هي تماما كمن يقول «كلما زاد الملح في الطعام كلما كان أفضل» أو «كلما زادت جرعة الدواء كلما كان أفضل للمريض». نحتاج الضوء في بعض الحالات ولكن لا نحتاج الوهج والكثافة الزائدة وإهدار الطاقة وتدمير البيئة. إضاءة غير مغطاة قوية تسبب كل ما ذكر. تعتمد كمية الضوء على المهمة التي يقوم بها الإنسان، فمثلا تكون الإضاءة خفيفة في شُرفة المنزل وأقوى قليلا عند القراءة أو النظر في أجسام صغيرة وفي كثير من الحالات لا نحتاج كثافة ضوء عالية. لماذا يكون بهو الفندق خافتا في الغالب، لأنّ ذلك أجمل من الإضاءة المبهرة. إذا كانت الإضاءة القوية أفضل فلماذا إضاءة مَدْرَجَة الطائرات runway باهتة وهي كالعواكس على جانبي الطريق؟ السبب هو حتى لا تسبب وهجا للطيار، ولأنّ الطيار قد اعتاد على الظلام طيلة الرحلة، ثمّ أنّ هذه الإضاءة الخافتة على جانبي مدرجة الطائرات كافية جدا للرؤية ويشاهدها الطيار من مسافة بعيدة. يستخدم الطيار الإضاءة الحمراء فقط لأنها الإضاءة الوحيدة التي لا تؤثر على الخلايا العصوية التي تلاحظ الضوء الخافت وكذلك يستخدم الفلكيون الإضاءة الحمراء في رحلات الرصد. حتى المرشد الإشعاعي اللاسلكي لهداية الطائرات beacon ليست قوية الإضاءة. إضاءة أبراج الاتصالات والراديو مثلا خافتة جدا ومع ذلك تُشاهَد من على بُعد أميال. الذين يقولون هذه العبارة وهي الضوء الزائد أفضل هم من شركات الإضاءات حتى يقنعوا الناس بشرائها، فالأهم هو إضاءة أكثر فعالية وأن تكون صديقة للبيئة (31). يكون الجمال غالبا في الضوء الخافت، فإنّ جمال نجوم السماء كما ذكر ذلك تبارك وتعالى هو بسبب ضوئها الخافت جدا الذي وصل إلى الأرض. قال تعالى: ﴿ إِنَّا زَيَّنَّا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِزِينَةٍ الْكَوَاكِبِ (٦) ﴾، كذلك يصبح الجو رائعا إذا كان ملبدا بالغيوم لأنّ هذه الغيوم قد حجبت جزءا كبيرا من ضوء الشمس.

٢. يؤثر التلوث الضوئي على الفلكيين فقط:

التلوث الضوئي يؤثر علينا جميعا، وكما قرأنا في هذا البحث كيف يلعب الضوء في الليل دورا سلبيا في الاضطراب الخارجي والداخلي لمختلف الكائنات الحية وكيف يؤثر على الحالة النفسية والصحية والاجتماعية وغيرها. صحيح أنّ التلوث الضوئي قد حجب أغلب النجوم تقريبا على الفلكيين لكن جمال السماء في الليل ليست حكرا عليهم،

فهي لعامة البشر ولهم الحق في مشاهدتها، فعلى الجميع الاهتمام بهذه القضية. من يقول أنّ مكافحة التلوث الضوئي غيرهامة هو في الحقيقة لم يعلم المخاطر الصحية والبيئية المصاحبة للتلوث الضوئي، ولم يذهب بعيدا عن المدن في بداية الشهر القمري ويتأمل ويرى ما قد فقده في حياته، فكيف لإنسان يفقد شيئا لم يشاهده أبدا في حياته؟ كل الذين ولدوا في المدن لم يشاهدوا مجرتنا درب التبانة ولا يعرفونها. هناك جمال طبيعي كالأشجار، وقد زُرعت في المدن رغم أنّ التوسع العمراني قد أزال الكثير من النباتات، فلماذا نسمح بذهاب جمال سماء الليل ولم نسمح بذهاب جمال الأشجار؟ هناك غرامات لمن يقتل كائنا مهددا، فلماذا لا توضع غرامات لمن يسرف في استخدام إضاءة سيئة التصميم؟ ولماذا لا نضع قوانين تجاه استخدام الإضاءات الخارجية؟ هناك الكثير ممن يهتمون بالتلوث الضوئي وهم ليسوا علماء فلك. على سبيل المثال، هناك مهندسون ومحامون وعلماء وطيارون ومتقاعدون وربات للمنازل وأطباء في المنظمة العالمية للسماء المظلمة (31).

٣. يكفيك الذهاب خارج المدينة لتتخلص من التلوث الضوئي:

عندما نقول هذه المقولة كأننا نقول «لماذا نهتم بإنشاء حدائق داخل المدن؟! يكفيك الذهاب بعيدا إلى الغابات والحدائق للتمتع بمنظر الأشجار والزهور». إذا لم يكن عندنا إحساس بزراعة الأشجار في المدينة فإنه على الأقل يمكننا التخطيط لزراعة الأشجار والزهور في المدينة. لماذا لا يكون عندنا نفس الإحساس ونهتم ونخطط حول سماء الليل المظلمة؟! نحن لا نطلب من الناس أن يطفئوا كل إضاءاتهم، بل نطلبهم بتغطيتها واستخدام كثافة ضوء أقل من الإضاءات الموجودة هذه الأيام وإطفاء الغير ضروري منها ووضع حساسات للحركة. في كل الحالات، يصعب إزالة جميع الإضاءات، فيجب بذل المزيد من الجهود للتوعية بهذا الخطر. يمتد الضوء لمسافات لا نتخيلها، فإنه لو كانت هناك منطقة سكنية صغيرة منيرة في خلاء (بافتراض أنه لا توجد ضواحي لهذه المنطقة) فإنك ستشاهد هذا الوهج حتى لو ابتعدت ١٦٠ كيلومترا، ولو كانت الكرة الأرضية مستقيمة لشاهدتها أبعد من تلك المسافة بكثير.

٤. أصبح الوقت متأخرا للتعامل مع التلوث الضوئي لأنّ هناك إنارات كثيرة جدا:

هذا رد عام من الكثير عندما يُطلَب منهم التفاعل من أجل الحد من هذه الظاهرة. صحيح أنّ توصيل المعلومة صعب لكن هذا لا يعني أننا نتجاهلها بالكلية لأنّ المشكلة متفاقمة في كثير من المناطق باستمرار ولقد بدأنا للتو في مكافحتها. هناك شركات إضاءة

لإعادة هيكلة الإنارات لجميع الاحتياجات سواء كانت إنارات حكومية أو إنارات شخصية لحدائق المنازل حتى نخفف من الطاقة المستهلكة ونقلل من هذا التلوث. قد تتغير بعض الأنظمة والقوانين حول الإضاءات عامةً إذا بذلنا مجهودا جبارا، ومع الوقت ستتغير الإضاءات القديمة بأخرى جديدة وستطفأ الإضاءات الزائدة.

٥. إضاءات الأمن تمنع الجرائم:

هل الإضاءات الخارجية تمنع الجرائم؟ الإجابة : لا أحد يعلم، ولا توجد دراسة علمية تربط انخفاض معدل الجرائم بالإنارات. في بعض الأحيان قد يقوم الضوء الخارجي بدور في منع الجرائم وكلنا نشعر بارتياح نفسي في وجود الضوء وقد تكون الحالة الأمنية نفسها في عدم وجود الضوء، لذا في كثير من الأحيان، لا علاقة بين وجود الضوء وعدمه على حالة الأمن العام. كذلك، يمكن للضوء أن يساهم في رفع الجرائم. تحصل أحداث العنف وكثير من الجرائم في النهار ويحتاج المجرم الضوء ليقوم بمهمته. الإضاءات التي تعمل بحساس للحركة عن طريق الأشعة تحت الحمراء والتي لا تعمل إلا عند مرور شخص تخيف المجرم وتشدّ انتباهنا لأي حركة أكثر من الإنارة دائمة التشغيل، وقد قامت بعض البلدان باستبدال الإنارات الزئبقية دائمة التشغيل بهذه الحساسات لتعدد فوائدها من منظور بيئي واقتصادي وجرائمي، فهي أفضل من وجود الضوء الدائم من ناحية الجرائم. ومع ذلك، فإن هذه الإنارات لابد أن تُغطى بعاكس غير نافذ للضوء. الجريمة ظاهرة اجتماعية معقدة وتعتمد على عوامل عديدة وتختلف كثيرا من مكان إلى مكان. بعد كل هذه الدراسات، أرى أنّه لا علاقة بين الجريمة والإنارات ولا نحتاج ٢٠٠ إلى ٣٠٠ لكس من الضوء في الطريق لنرى، بل تكفي كثافة ضوء من ١ إلى ٥ لكس حسب المكان.

الفصل السادس عشر

الحلول

١. تعديل التركيب الخاطئ.

٢. اقتراح للحد من التلوث الضوئي المتبقي (المنعكس).

٣. صور تتكلم.

٤. ارشادات عامة.

٥. دول بدأت في التقليل من التلوث الضوئي (ملحق).

- تعديل التركيب الخاطئ:

من الضروري تركيب الإنارات بشكل صحيح، فإنّ أغلب أعمدة الإنارات قد تم تركيبها بشكل خاطئ، ويجب عدم تركيب الإنارات قرب بعضها. هناك أربعة أنواع لتغطية الانارات حسب مواصفات IESNA:

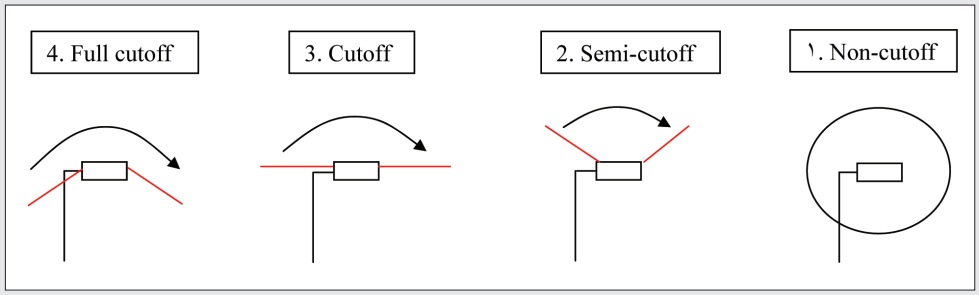
١. "Non-cutoff". انبعاث الضوء في كل الزوايا.

٢. "Semi-cutoff". جزء من الضوء يلوث السماء.

٣. "Cutoff". تمنع تلوث السماء بالضوء ولكن تصدر وهجا في الزاوية بين ٨٠ و٩٠° درجة.

٤. "Full cutoff". تمنع تلوث السماء والوهج (شكل ١٥).

شكل ١٥: الأنواع الأربعة لتصميم الإضاءات بناء على تغطية مصدر الضوء. تدل الأسهم فوق الخطوط الحمراء على المنطقة التي لا ينبعث فيها الضوء بشكل مباشر، ومع ذلك يوجد ضوء خفيف فوق مستوى العاكس (Figure design: by author).

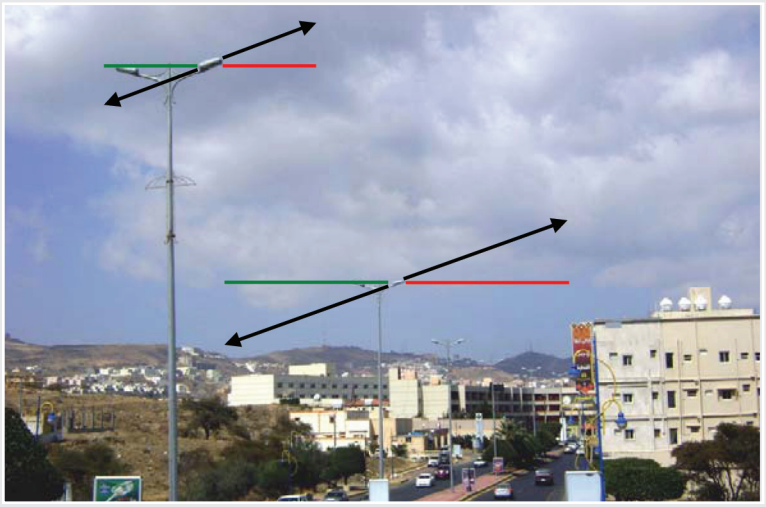


أتعجب عندما أجد إنارات شوارعنا -الرئيسية والفرعية- متقاربة جدا وكأنّ الضوء لا ينتشر أبدا، فإنّ الكثيريقومون بتركيب الإنارة بزاوية ٤٥ درجة وأكثر من ذلك ظنا منهم أنّ هذه هي الطريقة المناسبة لإنارة وسط الطريق ولم يعلموا أنّ هذه الطريقة تزيد من تلوث السماء بالضوء وتقلل من الضوء على الأرض (صورة ٧١، ٧٤، ٧٥، ٧٧). سأركز على تركيب إنارة واحدة فيما يتعلق بالتركيب الخاطئ. إذا افترضنا أنّ إنارة الطريق من نوع cutoff وقمنا بتركيبها كما في الصورة ٧١، فإنّ المنطقة بين الخط الأخضر والسهم السفلي تصبح مظلمة، وستصبح المنطقة بين السهم العلوي والخط الأحمر منيرة، وتذكر

أنّ الضوء يمتد إلى مئات الكيلومترات فستكون هذه المنطقة المنيرة في السماء كبيرة جدا ولو كنت أستطيع إطالة السهم لمئات الكيلومترات لفعلت (صورة ٧١).

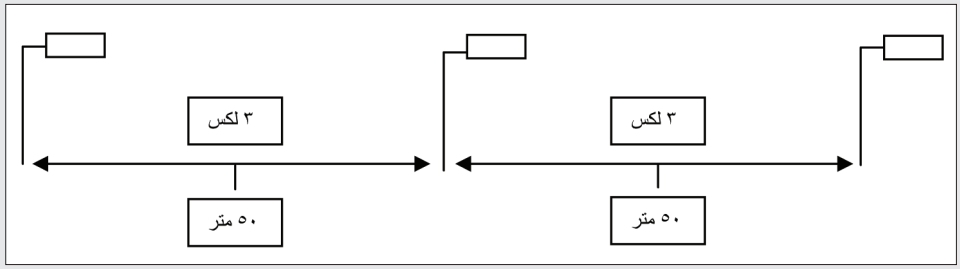
صورة ٧١: إنارات الطرقات في معظم مدننا يتم تركيبها بشكل مائل قليلا وهذا يزيد من صعود الضوء في السماء بدلا من الطريق، ونلاحظ ميلان بمقدار ٢٥ درجة تقريبا ظنا منهم أنها ستشمل وسط الطريق لكن في الحقيقة هي تبعث ضوءا أكثر إلى السماء وتقلل من الضوء على الأرض. عن طريق هذا التركيب الشائع، تعتبر المنطقة بين الخط الأخضر والسهم السفلي مظلمة، والمنطقة بين الخط الأحمر والسهم العلوي منيرة حيث لا حاجة لها.

(Photo and design: by author)



المشكلة الثانية هي في استخدام إنارات قرب بعض كما نراها في الطرقات، وهي مشكلة عالمية، فإنّ إنارة واحدة تعطي ٣ لكس تقريبا من على بعد ٥٠ متر من مصدر الضوء في كل الاتجاهات. لهذا السبب، أقترح أن تكون المسافة بين عمود وآخر ١٠٠ متر (شكل ١٦).
المشكلة الثالثة هي وضع إنارات على جانبي الطريق رغم وجود إنارتين في منتصف الطريق وأقترح أن تكون المسافة أبعد بين إنارتي منتصف الطريق حتى نستغني عن إنارات جانبي الطريق (صورة ٧٢).

شكل ١٦ : كثافة ضوء الطرقات بناء على بعد المسافة. إذا افترضنا أنّ المسافة بين عمود وآخر ١٠٠ متر، فإنّ الإضاءة الواحدة ستعطي كثافة ضوء تعادل ٣ لكس تقريبا بعد ٥٠ مترا من مصدر الضوء، بينما تكون الكثافة ١٠٠ لكس أو أكثر تحت العمود مباشرة، فلا يلزم وضع اعمدة إنارة عديدة.
(Figure design: by author)



صورة ٧٢ : نشاهد في هذه الصورة التي التقطت في محافظة صبيا بمنطقة جازان ٣ مسارات لإنارة نصف الطريق الأيمن أي ٦ إنارات لإنارة الطريق كاملا وهو طريق غير مزدحم بالمشاة ولا تمر فيه إلا السيارات. مع إعادة التصميم يحتاج الطريق إلى مسارين بدلا من ستة عن طريق التباعد بين الإنارة كما في المستطيل الأخضر عندها لا نحتاج الإضاءات الموجودة على جانبي الطريق.
(Photo and design: by author)

صورة ٧٣ : محطة محروقات في منطقة جازان بتصميم جديد رائع لا تبعث ضوء مباشر للسماء لكن يجب أن تكون هذه العواكس غير نافذة للضوء وأن لا تكون الإضاءة قوية في المنطقة المحيطة أيضا.
(Photo: by author)

- اقتراح للحد من التلوث الضوئي المتبقي (المنعكس):

هذا أول اقتراح للتقليل من مستوى الضوء الذي ينعكس من الأرض إلى السماء (الذي وضحناه في الشكل ١) بشكل جذري، وقد لا تكتشف الأجهزة الضوء الصناعي في السماء حتى من المدن إذا تبنت شركة هذا التصميم المقترح. يتم تركيب عاكس مربع الشكل فوق الإنارات وبطول ٣ أمتار من مصدر الضوء إن أمكن. يجب أن يكون ارتفاع العمود أقرب إلى الأرض (٢,٥ إلى ٤ أمتار). يجب أن لا يكون العاكس ثقيلا حتى يسهل تركيبه. يمكن وضعه في الطرقات والشوارع الفرعية. إذا كانت هناك صعوبة في تركيبه بسبب الناقلات العالية فيمكن زيادة ارتفاع العمود أكثر من ٤ أمتار. كلما قل ارتفاع العمود كلما أدى العاكس وظيفته وحجب الضوء المنعكس من الأرض. إذا استغرب الكثير من هذا الاقتراح، فلماذا لم نستغرب من ملايين الأعمدة الطويلة والتي قد تصطدم بها السيارات مخلّفة الخسائر؟! لن يشكل العاكس أي خطر علينا (شكل ١٧، ١٨).

• مزايا العاكس المقترح:

- تسمح لنا استخدام إنارة بقوة واطية قليلة لأننا استفدنا من الضوء المنعكس بدلا من أن يكون في السماء.

- تسمح بالتباعد بين الإنارات، لأنّ الضوء سينتشر لمسافات أبعد أفقيا بفعل العاكس.

- ستخفف من جذب الطيور المهاجرة لإنارات المدن.

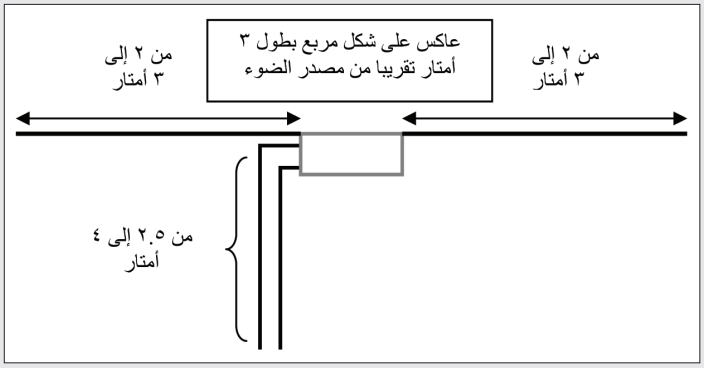
- ستسمح لكافة البشر بأن يروا مجرة درب التبانة من المدن إذا تم تركيبه في جميع الإنارات والتزم الجميع بخطوات الحد من التلوث الضوئي. لم يستطع جميع الباحثين ومصممي الإضاءات إعادة مجرة درب التبانة إلى المدن، ولو طُبِّق هذا الاقتراح فستكون أول محاولة منذ ابتكار المصباح الكهربائي تسمح للناس بمشاهدة مجرة درب التبانة من المدن إذا اعتاد المشاهد على الظلام فترة نصف ساعة على الأقل، فهذا التعود أساسي لمشاهدتها.

• العيوب:

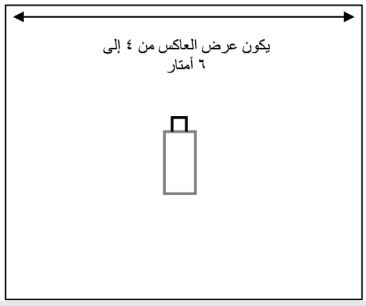
- ما تزال كثير من التأثيرات البيئية موجودة طالما كانت الإنارة تعمل كجذب الحشرات والتأثير على الثديات وغيرها.

- قد يصعب تركيب العاكس المقترح في كل إنارة.

شكل ١٧ : مقطع عرضي للعاكس المقترح للحد من التلوث الضوئي المنعكس أو المتبقي الموضح في الشكل ١ (Figure design: by author).



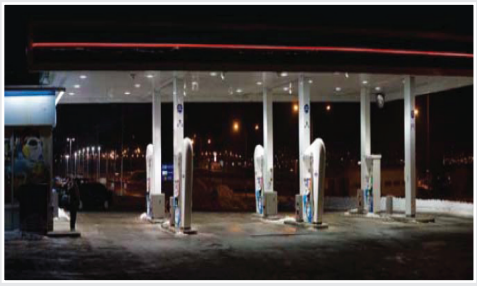
شكل ١٨ : منظر علوي للعاكس المقترح (Figure design: by author).



- صـــــور تتكلم:

صورة ٧٤: ميلان إنارة بزاوية ٥٠ درجة (يمين) وأخرى بميلان ٧٥ درجة (يسار) وهذا أسوأ تركيب لهذه المصابيح، ويجب تعديلها إلى زاوية صفر (Photos: by author).

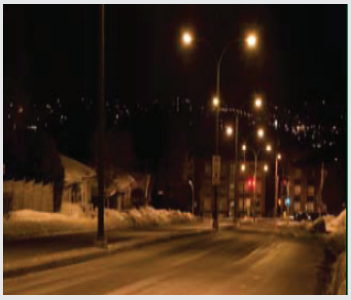
صورة ٧٥: إنارة من نوع cutoff بتركيب خاطئ ويظهر انعكاس الضوء على الجدار بشكل مائل (السهم الأسود). هناك أيضا نسبة من الضوء أقل كثافة تتعدى مستوى التغطية فوق ٩٠ درجة (السهم المتقطع). هذا مثال لضوء متعدي وتلوث للسماء ووهج واضح وهي مثال على جميع أنواع التلوث الضوئي المذكورة. اعلم أنك لا تلاحظ ميلان الضوء في منتصف الطرقات والشوارع لأنك لا ترى الضوء إلا إذا انعكس على جسم ما (Photo and design: by author).

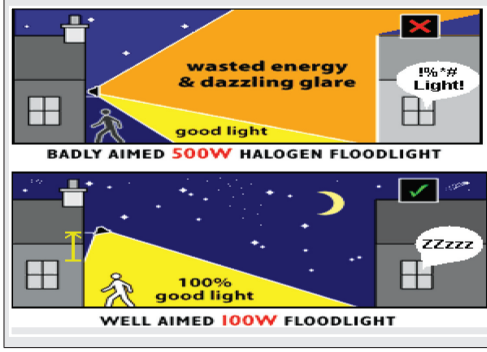


صورة ٧٦: تدل على التخطيط الجيد. مثبتات مصدر الإضاءة لا تبعث الضوء إلى السماء وليست أكثر من الحد المسموح به حسب مقاييس IESNA (12).

صورة ٧٧: موقف للسيارات في إحدى المولات. نلاحظ ميلان الإنارة بزاوية ٢٠ درجة، وقد أصبح ميلان المصابيح ثقافة عند أكثر الناس، لذا يجب تركيبها بزاوية صفر. (Photo: by author)

صورة ٧٨: طريق بكثافة ضوء عالية ٧٥ لكس وبقوة ٤٠٠ واط ونوع صوديوم عالي الضغط (يسار)، ونلاحظ لمعان أقل ١٧ لكس يمين الصورة بعد التعديل وبعد فهم مخاطر التلوث الضوئي (12).



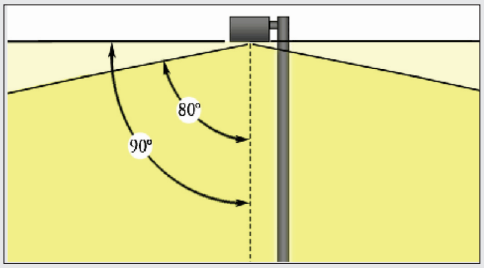


شكل ١٩ : عند تركيب إنارة ٥٠٠ واط بزاوية ٩٠ درجة فسيغطي الضوء منطقة محصورة من الأرض، وسيزعج الجيران ويمنع رؤية نجوم السماء ويهدر المال بلا فائدة. تركيب إنارة أقل قوة بخمس مرات وبالشكل الصحيح ستضيء أكبر مساحة من الأرض وبتكلفة أقل مع تحسين الرؤية للسماء (١٢٤).

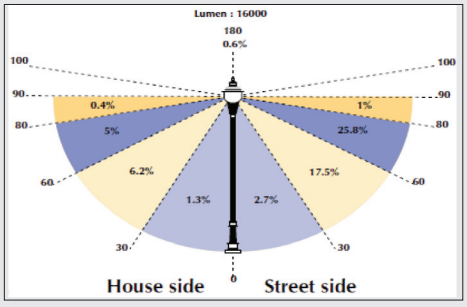
(Department of Physics; Florida Atlantic University)

شكل ٢٠: أضواء جيدة (يمين) وإنارات غير مقبولة (يسار). استخدم الإضاءة المناسبة مع ما يلائم احتياجك، واستخدم أقل قوة كهربائية ملائمة (IDA).

صورة ٧٩: من الخطأ ترك إنارة المنزل الخارجية أو الخلفية إذا لم يكن هناك زوّار على الأقل (١٢).



شكل ٢١: منظر جانبي لانبعاث ضوء لا يتعدى ٨٠ درجة. يسبب الضوء بين الزاويتين ٨٠ و٩٠ درجة الوهج (www.darkskysociety.org).



شكل ٢٢: إضاءة ممتازة تختلف شدتها باختلاف الزاوية والاتجاه مع تغطية تمنع الضوء من الانبعاث فوق ٨٠ درجة. الجهة اليمنى باتجاه الشارع واليسرى باتجاه المنزل. نسبة الضوء أقل باتجاه المنزل وهي طريقة لمنع الضوء المتعدي (12).

صورة ٨٠: يجب تركيب إنارة اللوحات الإعلانية من أعلى إلى أسفل (يمين) وليس العكس، وهي من الحلول السهلة (١٢٥). نلاحظ وجود ١٤ إنارة (و مجموع ٥٦٠٠ واط) تنير السماء من أجل التعريف بوجود مول بالجوار (يسار) مقارنة بعدد ٣ إنارات مغطاة حتى لا تسبب وهجا للناس وبتركيب صحيح (يمين). (Left photo: by author)

صورة ٨١: إعادة تركيب إنارات الملاعب القوية جدا هي من الحلول الجيدة لمكافحة هذا التلوث وعدم استخدامها إذا لم تكن هناك بطولات رياضية أو مباريات (Credit to: CfDS).	**شكل** ٢٣: تمثل إحدى الحلول المقترحة عملها للحرب على التلوث الضوئي. إذا تم تقليل مستوى الإضاءة الصناعية بناء على مستوى الإضاءة الطبيعية (ضوء القمر) فإنه سيتم حفظ من ٩٠ إلى ٩٥٪ من الطاقة المستنزفة في الضوء الليلي. تذكر هنا تأثر العلاقة بين الفريسة والمفترس إذا كانت كثافة النور متواصلة ليلا حتى وإن كانت باهتة (١٢٦).

- إرشادات عامة:

في يونيو عام ٢٠١١ م، اقترحت الشركة السعودية للكهرباء بدء الدوام في الصيف من السادسة صباحا وحتى الثانية عشرة ظهرا وإيقاف الأسواق الكبرى عن العمل في أوقات الذروة لتخفيف الأحمال وهذا دليل على الطاقة الزائدة عن الحد والتبذير الهائل جدا في غير فائدة، ونصح نائب الرئيس للعلاقات في الشركة عبدالسلام اليمني بترشيد الاستهلاك في الكهرباء.

بعد أن كتب بوب ميزون كتابه الأول عن التلوث الضوئي قامت بريطانيا بتغيير ٧ ملايين إضاءة قديمة بأخرى جديدة.

-نشرت المنظمة العالمية للسماء المظلمة IDA كتابا جديدا عن التلوث الضوئي بتاريخ ١ مارس ٢٠١٢ (٨ ربيع الآخر ١٤٣٣ هـ) و كيف يتعامل معه كل شرائح المجتمع من المواطنين و رجال الأعمال و المهندسين و علماء البيئة و الفلك و غيرهم، و هو من الكتب الجيدة التي تناقش قضايا جديدة حول هذا التلوث.

- الغرب والدول الأخرى الغير إسلامية هم من اكتشفوا وبحثوا حول هذا الموضوع وأعترفت أنه أمر مخالف للفطرة فعادوا إلى جادّة الصواب وطبقوا الذي يجب أن نطبقه، ولم يستشعر أحد منّا أي شيء مما ذكر مع الأسف.

-أعترف بضرورة الحاجة لبعض الإضاءة وليس الهدف من هذا البحث أن نطفئ كل الإضاءات.

- يجب أن لا تضاء المصابيح أكثر من الفترة المطلوبة وأن تضيء الأماكن التي تحتاج الضوء في تلك الفترة.

-يمكن حل مشكلة وهج إنارات السيارات داخل المدن عن طريق تشغيل مصابيح الضباب fog light التي تعطي كثافة ضوء أقل ولا تشع الضوء باتجاه أعيننا.

لا يتطلب الحل تقنيات معقدة، فتصحيح اتجاه الانارة والتغطية المراعية لحقوق الآخرين ومشاعرهم واطفائها عند عدم الحاجة وتقليل قوة الضوء حسب المكان سيعالج معظم المشكلة، وقد أشار صحفيون ومحامون أنّ حلها هو الأسهل بين كل أنواع التلوث.

-اقترَح مجلس الشورى أن تغلق المحلات التجارية عند التاسعة مساء، لكن لم يطبق ذلك، فنجد أغلب المحلات تعمل إلى منتصف الليل، وهذا يؤدي إلى سلوكيات سلبية عديدة وزيادة الأحمال وانقطاع الكهرباء واستمرار التلوث الضوئي. في أستراليا تغلق المحلات عند السادسة مساء، فكيف بنا نحن المسلمون ونعترض على غلقها عند التاسعة وهو وقت متأخر بعض الشيء مقارنة بما اعتادت عليه أستراليا وغيرها. إذا ناقش مجلس الشورى مشكلة التلوث الضوئي فإنه من السهل حل مشكلة غلق المحلات في وقت مبكر من الليل.

من الحلول السريعة التي يمكن أن تقوم بها بكل سهولة هي وضع حساسات الحركة في إنارات منزلك الخارجية ليلا، وأعتقد إذا فعل هذا معظم الناس فسنرى نجوما بلمعان ظاهري مقداره ٤,٥ أو ٥,٠ في وسط المدينة إن لم تكن ألمع من ذلك، إضافة إلى فوائد بيئية لا تحصى.

-هناك اعتقاد خاطئ بأن يجب تركيب إنارات في كل مكان وكل شارع في البلد وهو من أكبر أسباب تفاقم مشكلة التلوث الضوئي.

-تركيب إنارة أمن بها حساس للحركة عن طريق الأشعة تحت الحمراء (infrared motion detector fixtures) خاصة في إنارة المنزل الخارجية، وعلى الأمانات دراسة هذا الحل وفرضه على المواطنين.

-يمكن توفير المليارات من الريالات سنويا (بعد تعديل الإنارات بشكل افضل) وتوفير كميات خيالية من الغازات الضارة في الهواء.

-علينا القيام بدراسة ومقارنة الاستهلاك في الوقت الحالي مع الاستهلاك بعد التعديل، وبالتأكيد سيكون الفرق عظيما وستقل الأحمال كثيرا..

نحن لا نعلم أننا ندمر السلسلة الغذائية الهامة لحفظ كل أشكال الحياة على سطح الأرض دون أن نشعر أبدا.

-كما هو الحال في معظم الشعوب، يمكن إبقاء الإضاءات في مركز المدينة الصغيرلمن يريد السهر، وتقليلها في بقية ضواحيها وقد تم ذكر ذلك في المناطق البيئية.

-انشر هذا الموضوع قدر المستطاع وليكن حديث المجالس.

-تطوير أعمدة الإنارات لمواجهة هذه المشكلة.

-تعديل الضوء الساطع على اللوحات الاعلانية من أعلى إلى أسفل.

-تعديل نوع الإضاءة إلى أخرى تصدر إشعاعات أقل كالصوديوم قليل الضغط، وإن لم تتوفر هذه الإضاءة يمكن استخدام صوديوم عالي الضغط مسطحة.

-يجب الانتباه للمسافات بين الأعمدة.

-عمل خطة ودراسة للأماكن التي لا يحتاجها الضوء اطلاقا حتى وإن كانت مضاءة حاليا.

من الحلول الجذرية والسهلة والفعالة إلى أقصى درجة هي إطفاء الإضاءات الغير ضرورية كإنارة الطرقات السريعة أو على أقل تقدير تقليل مستواها أو اطفاء بعضها فترة النوم من الساعة الحادية عشرة ليلا إلى الفجر وهي من الحلول المقترحة من إحدى الجمعيات العالمية.

-يمنع استخدام اللمبات البيضاء لأنها تبعث أطوالا موجية عديدة وتسبب تلوث قوي للسماء وتضر الكائنات الحية والإنسان.

-يمنع استخدام لمبات الزئبق (Mercury vapour) لقلة فعاليتها وتدهورها السريع مقارنة بأنواع أخرى.

-استخدام لمبات الصوديوم قليل الضغط، ويمكن استخدام الصوديوم عالي الضغط كبديل آخر إذا لم تتوفر.

-يجب الانتباه إلى أن هناك إضاءات تستهلك طاقة أكثر بنفس شدة الضوء والمخرجات.

-أن يأخذ المتخصصون في الكهرباء دورات مع ورش عمل في جمعيات ومعاهد متخصصة ذات كادر أكاديمي متمكن ومنها جمعية (Illumination Energy Society of North America; IESNA) وغيرها.

-استبدال حاملات المصباح الجدارية القديمة بأخرى تلتزم بكل ما ذكر.

- يجب أن تتغير شدة الإضاءة بناء على المكان، وهذا متفق عليه من جمعية الطاقة بأمريكا الشمالية للإضاءة (جدول ١، ٢).

- لمعان القمر ليلة البدر يعادل (~0.25 lux) وقد تتجاوز ذلك في المناطق الاستوائية كالمناطق الوسطى والجنوبية من المملكة العربية السعودية وهي إضاءة لا تسبب وهجا زائدا (glare) وكافية للرؤية أثناء الليل.

نتمنى من الأمانات المحافظة على المنطقة بين بيشة وتثليث من الإنارات حتى تبقى لجميع المواطنين كأفضل سماء في الليل يستطيع الناس الوصول إليها بسهولة، وتنسيق رحلات دورية للتمتع بجمالها نهاية وبداية الأشهر القمرية.

- من مبادئ التصميم الجيد لإنارة أفضل أن لا تزيد شدة ألمع مكان في نطاق رؤية الشخص بعشر مرات كحد أقصى عن اللمعان المريح للعين. على سبيل المثال، يجب أن تكون الطرقات مضاءة بقوة (٣ – ١٦ لكس). شدة الإضاءة الآن تجاوزت هذا الحد بمراحل، ومن المؤسف أن تصل شدة اللمعان هذه الايام في الشوارع الى أكثر من (1000 lux) أي تعدت الحد المدروس بمائة مرة تقريبا، وهذا بالتأكيد غير مريح للعين، تؤثر على الرؤية سلبا.

من أهداف جمعية البيئة السعودية : المحافظة على الموارد الطبيعية من خلال ترشيد استهلاك المياه والكهرباء.

- في عملية تكيف العين على الظلام (dark adaptation)، يؤثر لمعان كوكب الزهرة والمشتري على هذا التكيف، فكيف بإنارات أقوى بآلاف المرات من لمعان هذين الكوكبين.

- دراسة الأماكن الحساسة والتي تتأثر بالضوء أكثر من غيرها.

- القيام بجولة تفقدية واستخدام أجهزة قياس شدة وخصائص الإضاءة.

- إعادة تركيب إنارات الملاعب والأندية الرياضية بحيث تضيء المناطق المرغوب إنارتها فقط.

بما أنّ هناك أسبوعا للشجرة، فلنجعل هناك أسبوعا أو شهرا لمكافحة التلوث الضوئي، وليكن أيضا لدينا أسبوعا لرؤية الأجرام بالتعاون مع البلديات والكهرباء لنرىَ الناس ولو ساعة أو ساعتين حزام مجرتنا وآلاف الأجرام المذهلة كما هو حاصل مع ساعة الأرض.

- لا تعتقد أنّ الإنارات في شوارعنا هي الوحيدة، وأذكر هنا أنني قرأت خطة لإحدى الشركات العالمية للإضاءة في كيفية صنعها وتصميمها. كانت غاية في الدقة والتصميم وكأنّ أدنى موظف في الشركة يحمل شهادة دكتوراه في هذا المجال، وقد كتبوا ١٠٠ صفحة تقريبا عن إضاءة واحدة بالرسم والصور والتخطيط وحتى المعلومات الفيزيائية وغيرها بشكل لا يصدق، ووجدت أكثر من ١٠،٠٠٠ نوع مختلف من الإنارات حسب المواصفات التي ناقشتها، ولديهم مراكز أبحاث للإضاءة

مثل (Lighting Research Center). نريد ولو بعض هذا الابداع، فإذا أظهرت الرغبة وابديت اقتراحاتك للمسؤولين فستكون البداية والتغيير للأفضل بإذن الله.

- توعية المجتمع وتقديم النصائح.

- اقناع الناس بأن يكون نظام الإنارة الجديد مرضٍ وفعال.

و من وسائل مكافحة التلوث الضوئي هو التعامل مع الأقسام الإدارية ذات الصلة واقناع أصحاب القرار واستمرار الحوار مع مهندسي الإضاءة والمصنّعون الذين يمتلكون الخبرة لحل هذه المشكلة.

-فتح باب للعاطلين ووضع لجنات للحد من التلوث الضوئي. كل ذلك بحاجة لآلاف العاملين والمهندسين والمتخصصين وبحاجة لمجهود. قد يحتاج التخطيط والتنفيذ والدراسة بضعة سنوات لوجود ملايين الإنارات ذات التصميم القديم الغير مدروس. نتمنى أن يصدَر قرار عاجل لتوظيف العاطلين في ذلك المجال أو فتح باب لهذا الموضوع الواسع الذي لم يفتح من قبل.

-محدودية الوظائف لا تستوعب كل ملايين الخريجين، ويجب فتح مجالات أخرى. يستحيل أن يكون معظمنا أطبّاء أو معلمين، فهناك آلاف التخصصات حول العالم ونفتقد للكثير منها. يجب أن تكون هناك تخصصات مختلفة. إحدى الحلول هو فتح هيئات للتلوث الضوئي وتوظيف عدد كبير من المواطنين فيها.

-عند تغطية جميع الإنارات، سيزيد لمعان النجوم قدرين (magnitudes 2) (١)، أي تتحسن درجة مقياس بورتل بأربع أو خمس مرات، وهو انجاز لا يصدق لرؤية جمال السماء (جدول ١٠).

-عند حل هذه المشكلة سوف تقل بعض أنواع التلوث الأخرى كالتلوث الضوضائي، فإنّ التلوث الضوئي من أكبر مسببات الضوضاء وازدياد الحركة الليلية، فمكافحته بمثابة تحسين مستوى الضجيج في البيئة ليلا.

يحتاج سائقوا السيارات في الليل رؤية الطريق بوضوح، فبدلا من استخدام الإنارات في الطرقات، ينصح باستخدام العواكس (road reflectors) في منتصف وطرفي الطريق والتي تقوم بانعكاس الضوء إلى مصدر السيارة وسائقها بكمية أقل (بدون وهج)، فيتضح مسار الطريق ويذهب التلوث الضوئي وهي أرخص بكثير من الإضاءات وإحدى أذكى وأفضل وأسهل الحلول بدون تأثيرات بيئية وفلكية واقتصادية. تستخدم هذه العواكس أيضا خلف السيارات والحافلات والدراجات لنفس الغرض. هذه العواكس منتشرة في لندن وأمريكا وأستراليا، وباستخدامها نستغني عن الإضاءات في الطرقات. يفضل وضع سياج طويل قدر الإمكان بعد مسح للمناطق التي تحتاجها في الطرقات الطويلة المشتملة على هذه العواكس.

- الإضاءات الخارجية لتزيين المباني الضخمة والمعالم هي إحدى أسباب التلوث والخسارة.
- قدّر احتياجاتك وأهدافك.
- لماذا تغير الناس وأصبحوا ليليين؟!
- أن يكون موضوعا في مادة التعبير في المدارس أو يكون عنوان بحث للطلاب.
- أليست هذه الانارات حافزا للشباب على التفحيط طول الليل أمام الكل؟!
- لا يهمنا عند تركيب إنارة سواء كانت منزلية أو خارجية أهي ١٠٠ لكس أو ١٠٠٠ لكس، وهذا يدل على أنّ تلك الإضاءة بتلك القوة والكثافة غير مدروسة.
- الفرق بيننا وبين غيرنا هو أنّ غيرنا يقوم بدراسة كل شيء يحيط به، قد يكون هذا الشيء تافها بالنسبة لنا لكنه في الحقيقة غاية في الأهمية.
- لن تنتهي المشكلة بنفسها ما لم نثقف المجتمع والمسؤولين باستمرار.
- عندما أتت صنابير المياه كان بإمكاننا فتح الماء إلى مستوى عال جدا وإسراف كمية كبيرة من الماء إلى أنْ صممت أدوات ترشيد استهلاك المياه لأنهم شعروا بالخطأ، فليس كل ما يأتينا مثالي.
- عندما استوردنا الإنارات بتصميمها القديم الذي يسبب التلوث الضوئي وبقوة عالية جدا غير مدروسة أدرك صانعوها أنها غير ملائمة، فصنعوا تصميما جديدا يمنع هذا التلوث ويقلل الكثافة إلى مستوى مرغوب حسب المكان.

إذا لم تقتنع بهذه الحلول فاعلم:

- أنه لم يتأثر أحد في كل المدن العالمية بهذه الظروف الضوئية المتباينة الليلية.
- أنك مازلت تجهل حقائق كثيرة عن هذه القضية.
- أنك إن أصريت على أن تبقى الإنارات عندنا كما هي بكثافتها العالية جدا في كل مكان وبالتصميم الحالي فهذا مبني على هواك، ولك أن تتخيل كيف ستصبح الحياة إذا بُنِيَت على أهواء الناس بدون دراسات علمية.
- إزالة التلوث الضوئي هو بمثابة زراعة ملايين الأشجار، وتأكد أنّ الجميع رابح إذا أوجدنا حلولا للتلوث الضوئي.
- لا علاقة بين عدم وجود الضوء والجرائم.

فتح جمعية للحماية من التلوث الضوئي بالطريقة الصحيحة التي يتفق عليها المواطنون أو لتحسين الإنارات الخارجية، وجمعية لهندسة الإضاءة وتوظيف كادر سعودي وإنشاء حملات توعوية.

- هل تخيلت كل هذه الفوائد جراء مكافحتنا للإضاءة الليلية؟!!
- لتكن أنت نقطة التحول، تسعى في إعادة برمجة الإضاءة في حديقتك الى أخرى أكثر فعالية.
- حدّث جارك عن هذه الحلول واشرح له كل المخاطر المحتملة الناجمة عن الضوء الزائد.
- اكتب رسالة،أو ايميل، او اتصل بكل جهة حكومية في منطقتك من بلدية، أو مدرسة، أو معهد وحتى أشخاص للنظر في هذه المشكلة وفتح حوار للكل.
- أتمنى أن يقوم كل المواطنون بإبداء آراءهم ووضع استبيان حول هذه الظاهرة بعد قراءة هذا البحث وبعد معرفة المشكلة.
- أدعوك إلى التشمير للخطوة الأولى.
- يمكن توفير ٥٠ مليون دولار سنويا اذا تمت ادارة تحسين الاضاءة بمعدل ٧٠٠ قيقا واط ساعة (١٢).
- و ضعت بلديات عديدة في سلوفينيا وكندا وغيرها قوانين لم يسبق لها مثيل في الحد من هذه الظاهرة ومنها تحديد نسبة كثافة الضوء الساقط على سطح ما، وكيف يتم اختيار نوع الاضاءة.
- يحتاج الإنسان إلى أنظمة تحكمه، فلو ترك المجال للناس وأهوائهم لأصبحت الحياة مضطربة.
- سيكون التغيير فخرا لنا أمام كل الدول كإحدى وسائل الحفاظ على كوكب الأرض من الغازات الخطرة والحفاظ على التنوع الحيوي وسيعكس ذلك مدى وعينا بهذا التلوث.
- هل قام أحد بالبحث حول تأثير LAN على الحياة في بيئتنا. لم أجد بحثا علميا عربيا منشورا، فقد كانت كلها أجنبية مع الأسف.
- إن من غير المعقول وضع إنارة بنفس مستوى الكثافة الضوئية طوال فترة الليل وفي كل مكان.

لماذا لا تكون هناك حدائق وطنية آمنة أو مناطق تنزه تكون خالية تماما من الإضاءة كما فعلت الدول؟! قد نفتح مجالا لتوظيف عدد كبير من العاطلين، لأنّ ذلك يحتاج مسح لمناطق كبيرة وتخطيط مدروس حتى تجمع بين المتعة ليلا وأمان المكان. التوافق الاجتماعي هو الذي يمنعنا عن الإهتمام بكل أمور التنظيم، فما أسمعه فقط من الأصدقاء هو أنه يستحيل فعل ذلك فالكل مصاب بهذا الاعتقاد الفاسد، وبالتالي ينشأ جيل ملوث بهذا الاعتقاد. الحل أن تغير هذا التوافق الفاسد.

- يعتاد الإنسان على ظروف مختلفة ويتأقلم بشكل تام معها سواء كان ظاهر نمط الحياة رفاهيٌّ ابتداءً أم كان عكس ذلك، فالمشكلة هي أنّ الناس اعتادت على الإنارات، لهذ السبب يعتبروا وجود هذا العدد الضخم من الإنارات طبيعي. هذا هو أسوأ ليل يمكن أن يعيش فيه الإنسان على مر العصور، رغم أنّ الظاهر لنا أنّ هذا أفضل حال. المسألة اعتياد على نمط معين وليست حاجة ماسة لهذه الإنارات.
- نتمنى أن يصدر قرار رسمي حكومي في هذه المسألة وستكون أفضل معين في حل الطاقة المهدرة.
- تخيل أنك الآن تعيش في بيئة خالية من التلوث البيئي، قد تعدّلت الحياة الفسيولوجية الطبيعية للناس، توازنت فيها البيئة والكائنات، قلّت الطاقة المستهلكة، قل الاحتباس الحراري، تزيّنت السماء الدنيا، هدأ الليل، لاشك بأنها حياة يحلم بها الجميع. اسأل كبار السّن عن حياتهم في الماضي رغم عدم وفرة التقنيات العصرية.
- الكل سيستفيد من إضاءة أكثر جودة.
- لا تنسَ أنّ الأبحاث ستتواصل في السنين القادمة وإلى أجل غير مسمى وأنّ ما ذكر من مخاطر في هذا البحث هي جزءا من التأثيرات، وسيثبت البحث العلمي علاقة أمراض مع الضوء المتواصل لم تكن معروفة.

كان القات متداولا قبل عام ١٣٦٨ هـ، ويباع بشكل طبيعي لأنه لم تكن هناك أبحاث علمية حول ضرره، وبعد أن أكدت الدراسات العلمية ضرره أفتى كبار العلماء بتحريمه، ونتمنى أن يصدر قرار حول أهمية تعديل الإضاءات ووضع قوانين للحد من أعمال البشر بعد منتصف الليل وللحد من التأثيرات التي أثبتت آلاف الأبحاث العلمية القديمة والحديثة خطرها.

- إلى متى ونحن لا ندرك أنّ هناك كارثة إلا إذا حصلت؟! لماذا لا نتوخى الحذر عند معرفتنا بخطر قادم؟!
- هذه القضية ليست حكرا على مهندسي الإضاءة أو الأمانات، بل هي مسؤولية كل مسلم، وعلينا أن ننتبه لها وأن نحارب التلوث والإسراف.
- سيسهم التخفيف من التلوث الضوئي في حل مشكلة تأخر حفلات الزفاف في القصور ومشكلة السهر والحركة الزائدة ليلا.

يجب الالتزام ولو ببعض هذه الارشادات إذا لم نتمكن من الالتزام بمعظمها، «فما لا يُدرك كله لا يُترك جُلّه».

ملحـــــق:

دول بدأت في التقليل من التلوث الضوئي:

هذه بعض الدول التي تسعى في مكافحة التلوث الضوئي وقد اقتبستها من كتاب بوب ميزون (31).

- أستراليا:

IDA section: Reg Wilson
Lighting Analysis & Design
32 Carina Rd.
Turramurra. NSW 2074
Australia
E-mail: regrw@acay.com.au

و يعتبر د. باري كلارك أحد أشهر باحثي التلوث الضوئي في ولاية فكتوريا، قسم تطوير الإنارات الخارجية، ملبورن.

- بلجيكا:

VVS Werkgroep Lichthinder
E. Miroen

- كندا:

IDA section: Rob Dick
Light Pollution Committee
Canadian Campaign for Dark Skies
Royal Astronomical Society of Canada
2 Forest Laneway. Apt. 2409
Toronto. ON M2N 5X9
Canada
E-mail: rasc@rasc.ca
IDA Alberta section
E-mail: howardg@ibm.net

- الدنمارك:

Astronomic Selskab
Per T. Aldrich
E-mail: paldrich@inet.uni-c.dk

- فنلندا:

IDA Finland
URSA Astronomical Society
E-mail: Mika.Pirttivaara@ursa.fi

- فرنسا:

AFA (Light Pollution section)
Eric Fourlon
E-mail: Eric.Fourlon@cnrs-dir.fr
Comité pour la Protection du Ciel Nocturne
E-mail: lcorp@wanadoo.fr
Association Nationale pour la protection du Ciel Nocturne
E-mail: Alain.Legue@wanadoo.fr

- ألمانيا:

Dark sky
E-mail: aaptue@ait.physik.uni-tuebingen

- اليونان:

Dr. Margarita Metaxa
E-mail: mmetaxa@compulink.gr

- إيطاليا:

Dr. Mario Di Soro
E-mail: Mario.disora@rtmol.stt.it

- اليابان:

Shigemi Uchida
4-21-206 Wakabadai Asahiku
Yokahama 241-0801
Japan
Phone: +81-45-921-2334
E-mail: suchida@mvb.biglobe.ne.jp

- مالطا:

Light Pollution Awareness Group
Astronomical Society of Malta
E-mail: Alexei@e-architect.com

- سلوفينيا:

IDA Slovenia
Dr. Herman Mikuz
University of Ljubljana
Phone: +386 1 501353
Fax: +386 1 505370
E-mail: herman.mikuz@uni-lj.si

و تعتبر سلوفينيا أفضل دولة في العالم حتى الآن في مكافحة التلوث الضوئي ووضع قوانين صارمة في استخدام الإضاءات.

- أفريقيا الجنوبية:

Cliff Turk
Astronomical Society of Southern Africa
Email: cliffturk@yebo.co.za
Tel: +27 (0)21 531-5250

- أسبانيا:

OTPC
E-mail: fdc@iac.es / fpaz@iac.es

- سويسرا:

Dark-Sky Switzerland (DSS)
E-mail: info@darksky.ch

- المملكة المتحدة:

The British Astronomical Association: Campaign for Dark Skies (CfDS).
BAA. Burlington House.
E-mail: office@baahq.demon.co.uk

يمكن التواصل مع بوب ميزون (مؤسس هذه الحملة):

E-mail: bob@mizarastro.freeserve.co.uk

- الولايات المتحدة الأمريكية:

Illuminating Engineering Society of North America (IESNA)
http://www.iesna.org
International Dark-Sky Association (IDA)
3225 North First Avenue، Tucson AZ 85719
USA
Phone: 520-293-3198
E-mail: ida@darksky.org
http://www.darksky.org

المراجـــــع

- المراجع الأجنبية:

1. Borgia MP. Human Vision and the Night Sky; Patrick Moore's Practical Astronomy Series. 2006.

2. Gallaway T، Olsen RN، Mitchell DM. The economics of global light pollution. Ecol Econ. 2010;69،658-65.

3. Hölker F، Moss T، Griefahn B، Kloas W، Voigt CC، Henckel D، et al. The Dark side of light، A Transdisciplinary Research Agenda for light pollution policy. Ecol Soc. 2010;15(4)،13.

4. Shuboni D، Yan L. Nighttime dim light exposure alters the responses of the circadian system. Neuroscience. 2010;170،1172-8.

5. Hölker F، Wolter C، Perkin E، Tockner K. Light pollution as a biodiversity threat. Trends Ecol Evol. 2010;25،681-2.

6. Brüning A، Hölker F، Wolter C. Artificial light at night، implications for early life stage development in four temperate freshwater fish species. Aquat Sci. 2011;73،143-52.

7. Kerenyi NA، Pandula E، Feuer G. Why the incidence of cancer is increasing، the role of 'light pollution'. Med Hypotheses. 1990;33،75-8.

8. Blinded by the light. A handbook on light pollution. Wimborne، England، BAA، CfDS;Campaign for Dark Skies; 2009.

9. Pauley SM. Lighting for the human circadian clock، recent research indicate that lighting has become a public health issue. Med Hypotheses. 2004;63،588-96.

10. Kloog I، Portnov BA، Rennert HS، Haim A. Does the Modern Urbanized Sleeping Habitat Pose a Breast Cancer Risk? Chronobiol Int. 2011;28،76-80.

11. Barghini A، Medeiros B. Artificial Lighting as a Vector Attractant and Cause of Disease Diffusion. Environ Health Persp. 2010;118،1503-6.

12. Practical guide for lighting to reduce light pollution and save energy. Astrolab Du Mont-Mégantic.

13. Mayeur A، Bremond R، Bastein JMC. The effect of the driving activity on target detection as a function of the visibility level: Implications for road lighting. Transport Res F. 2010;13:115-28.

14. Outdoor lighting code Handbook. Version 1.14: International Dark-Sky Association 2000.

15. Rabanza O، Enríquez DG، Estrella AE، Dols FA. All-Sky brightness monitoring of light pollution with astronomical methods. J Environ Manage. 2010;91:1278-87.

16. Richman EE. Exterior Lighting for Energy Savings، Security، and Safety. 2009.

17. Ramsay M. The effect of better street lighting on crime and fear: A review. 1991.

18. Parks B. City light pollution affects air pollution. International Dark-Sky Association. 2010.

19. Roberts JE. Visible light induced changes in the immune response through an eye-brain mechanism (photoneuroloimmunology). J Photoch Photobio B. 1995;29:3-15.

20. Stone EL، Jones G، Harris S. Street lighting disturbs Commuting Bats. Curr Biol. 2009;19:1123-7.

21. Pierre JN، Queiroz O. Rapid isolation and study of protoplasts obtained throughout the day-night cycle from leaves of Kalanchoe Blossfeldiana showing different levels of Crassulacean acid metabolism. Plant Sci. 1986;45:179-87.

22. Bullough JD، Rea MS، Zhou Y. Analysis of visual performance benefits from roadway lighting: Light Research Center، Rensselaer Polytechnic Institute; 2009. Available from:

http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP05-19_VisibilityBenefits.pdf

23. Cooke K. Light Pollution، a Growing Environmental، Safety and Health Hazard for Residents of Strathfield. Submission to Strathfield Draft Vision 2020. 2005.

24. Visibility، Environmental، and Astronomical Issues Associated with Blue-Rich White Outdoor Lighting. International Dark-Sky Association. 2010.

25. Kantermann T، Roenneberg T. Is light-at-night a health risk factor or a health risk predictor? Chronobiol Int. 2009;6؛1069-74.

26. Fido A GA. Detrimental effects of variable work shifts on quality of sleep، general health and work performance. Med Prin Pract. 2008;6؛453-7.

27. Depledge M، Codding C، Bowen R. Light pollution in the sea. Mar Pollut Bull. 2010;60؛1383-5.

28. Navara KJ، Nelson RJ. The dark side of light at night؛ physiological، epidemiological، and ecological consequences. J Pineal Res. 2007;43؛215-24.

29. Cos S، Mediavilla D، Campa CM، González A، González CA، Barceló EJS. Exposure to light-at-night increases the growth of DMBA-induced mammary adenocarcinomas in rats. Cancer Lett. 2006;235؛266-71.

30. Jiang ZY، Gest H، Bauer CE. Chemosensory and Photosensory Perception in Purple Photosynthetic Bacteria Utilize Common Signal Transduction Components. J Bacteriol. 1997;179؛5720-27.

31. Mizon B. Light pollution، responses and remedies. Patrick Moore's Practical Astronomy Series؛ 2002.

32. Gerrish GA، Morin JG، Rivers TJ، Patrawala Z. Darkness as an ecological resource؛ the role of light in partitioning the nocturnal niche. Oecologia. 200۹;160؛525-36.

33. Stevens RG، Blask DE، Brainard GC، Hansen J، Lockley SW، Provencio I، et al. 2007. Meeting Report؛ The Role of Environmental Lighting and Circadian Disruption in Cancer and Other Diseases. Environ Health Persp. 2007;115؛1357-62.

34. Dickinson T. Nightwatch: A Practical Guide to Viewing the Universe. Firefly Books Ltd; 2006.

35. Bedrosian TA، Fonken LK، Walton JC، Haim A، Nelson RJ. Dim light at night provokes depression-like behaviours and reduces CA1 dendritic spine density in female hamsters. Psychoneuroendocrino. 2011.

36. Annette S، Sophie P. Effect of site، time، weather، and light on urban bat activity and richness: consideration for survey effort. Wildlife Res. 2008;35:821-34.

37. Berg R. Getting serious about light pollution: Inside the Profession. J Environ Health. 2009;71(9):46-48.

38. Rich C، Longcore T. Ecological consequences of Artificial Night Lighting. Island Press; 2006.

39. Chepesiuk R. Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution. Environ Health Persp. 2009;117(1):A20-A27.

40. Monks N. Go-To Telescope Under Suburban Skies. Patrick Moore's: Practical Astronomy Series. DOI 10.1007/978-1-4419-6851-7.

41. Al-Otaibi F. Sabq Internet]. 2011 March 6 cited 2011 March 7]; Available from: http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=20841

42. Lilley R. Laredo Morning Times Internet]. 1998 March 8 cited 2011 March 8]. Available from: http://airwolf.lmtonline.com/news/archive/030898/pagea17.pdf

43. The Economist Internet]. 2010 December 21 cited 2011 March 8]; Available from:

http://www.economist.com/blogs/babbage/2010/12/meeting_american_geophysical_union

44. Farraj AM. Burnews Internet]. 2011 January 11 cited 2011 March 8]; Available from: http://www.burnews.com/articles.php?action=show&id=4559

45. Sabq Internet]. 2011 March 7 cited 2011 March 14]; available from:

http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=6&id=601

46. Ray Alex Website Internet]. 2011 January 18 cited 2011 March 19]; available from:

http://reinep.wordpress.com/2011/01/18/comet-elenin-could-hit-earth/

47. Arctic ice melt worst than 'most pessimistic' models: study. Sydney Morning Herlad Internet]. 2010 February 06 cited 2011 March 25]; available from:

http://www.smh.com.au/environment/climate-change/arctic-ice-melt-worst-than-most-pessimistic-models-study-20100206-nj4u.html

48. NASA finds 336 cubic miles of Arctic ice has "melted" in 15 years. Clickgreen Internet] 2010 November 09 cited 2011 March 25]; available from:

http://www.clickgreen.org.uk/research/trends/121627-nasa-study-reveals-336-cubic-miles-of-arctic-ice-has-%E2%80%9Cmelted-away%E2%80%9D.html

49. Alriyadh Internet]. 2011 March 27 cited 2011 March 27]; available from:

http://www.alriyadh.com/2011/03/27/article617529.html

50. Sabq Internet]. 2011 April 02 cited 2011 April 02]; available from:

http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=22016

51. Albayan Internet]. 2010 February 19 cited 2011 April 05]; available from:

http://www.albayan.ae/our-homes/1265974046851-2010-02-19-1.220747

52. Albayan Internet]. 2007 June 23 cited 2011 April 05]; available from:

http://www.albayan.ae/across-the-uae/1182173382330-2007-06-23-1.181324

53. Albayan Internet]. 2010 April 20 cited 2011 April 05]; available from:

http://www.albayan.ae/across-the-uae/1265976190235-2010-04-20-1.201844

54. Albayan Internet]. 2011 March 29 cited 2011 April 05]; available from:

http://www.albayan.ae/2011-03-29-1.1411267

55. Bortle JE. Introducing the Bortle Dark-Sky Scale. Sky and Telescope. 2001 February:126-9.

56. Moore CA. Visual Estimations of Night Sky Brightness. Protecting Dark Skies. The George Wright FORUM. 2001;18(4):46-55.

57. How Light Pollution Affects the Stars. Magnitude Reader. International Dark-Sky Association.

58. Cajochen C. Alerting effects of light. Sleep Med Rev. 2007;11:453-64.

59. Kociolek AV, Clevenger AP, Clair CC, Proppe DS. Effects of Road Network on Bird Populations. Conserv Biol. 2011;25:241-9. DOI:10.1111/j.1523-1739.2010.01635.x

60. Baker BJ, Richardson JML. The effect of artificial light on male breeding-season behaviour in green frogs, Rana clamitans melanota. Can J Zool. 2006;84:1528-32.

61. Kyba CC, Ruhtz T, Fisher J, Hölker F. Could Coverage Acts as an Amplifier for Ecological Light Pollution in Urban Ecosystems. Plos one. 2011;6(3):e17307. DOI:10.1371/journal.pone.0017307

62. Blanchard MG, Runkle ES. Use of a cyclic high-pressure sodium lamp to inhibit flowering of chrysanthemum and velvet sage. Sci Hortic-Amsterdam. 2009;122:448-54.

63. Klein RS، Sayre RM، Dowdy JC، Werth VP. The risk of ultraviolet radiation exposure from indoor lamps in lupus erythematosus. Autoimmun Rev. 2009;8:320-4.

64. Smith JM، Hechtman A، Swann J. Fluctuations in cellular proliferation across the light/dark cycle in the subgranular zone of the dentate gyrus in the adult male Syrian hamster. Neurosci Lett. 2010;473:192-5.

65. Michels H، Herremans M، Decuypere E. Light-Dark Variations of Oxygen Consumptions and Subcutaneous temperature in young Gallus domesticus: Influences of Ambient Temperature and Depilation. J Therm Biol. 1985;10:13-20.

66. Quan WC، Heng S، Zhong GX، Guang HQ، Feng L، Shan WB. Correlation of tyrosinase activity and betacyanin biosynthesis induced by dark in C3 halophyte Suaeda salsa seedlings. Plant Sci. 2007;173:487-94.

67. Kang JG، Yun J، Kim DH، Chung KS، Fujioka S، Kim J، et al. Light and Brassinosteroid Signals Are Integrated via a Dark-Induced Small G Protein in Etiolated Seedling Growth. Cell. 2001;105:625-36.

68. Rattenborg NC، Obermeyer WH، Vacha E، Benca RM. Acute effects of light and darkness on sleep in the pigeon (Columba livia). Physiol Behav. 2005;84:635-40.

69. Low Pressure Sodium، Form 10. Gardco Lighting.

70. Alqabas Internet]. 2010 August 05 cited 22 April 2011]; available from:

http://www.alqabas.com.kw/Article.aspx?id=626825&date=05082010

71. Research about ecological problems especially in Saudi Arabia. Ibtisama Internet]. 2009 May 22 cited 23 April 2011]; available from:

http://www.ibtesama.com/vb/showthread-t_105607.html

72. Alriyadh Internet]. 2008 March 04 cited 23 April 2011]; available from:

http://www.alriyadh.com/2008/03/04/article322963.html

73. Sabq Internet]. 2011 April 24 cited 25 April 2011]; available from:

http://www.sabq.org/sabq/user/articles.do?id=567

74. Spaced out. The big issue. Volume 379. 26 Apr-9 May 2011.

75. Al-Johany AMH. Distribution and conservation of the Arabian Leopard Panthera pardus nimr in Saudi Arabia. J Arid Environ. 2007;68:20-30.

76. Monks N. Go-To Telescopes Under Suburban Skies. Patrick Moore's Practical Astronomy Series: 2010.

77. National Geographic News Internet]. 2010 October 28 cited 2011 April 30]; available from:

http://news.nationalgeographic.com/news/2003/04/0417_030417_tvlightpollution.html

78. Sabq Internet]. 2011 May 01 cited 2011 May 01]; available from:

http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=23373

79. McCarthy M. Light Pollution is taking its toll on mating rituals of songbirds. Internet]. 2010 September 17 cited 2011 May 3]; available from:

http://www.independent.co.uk/environment/nature/light-pollution-is-taking-its-toll-on-mating-rituals-of-songbirds-2081636.html

80. Fonken LK, Workman JL, Walton JC, Weil ZM, Morris JS, Haim A, et al. Light at night increase body mass by shifting the time of food intake. PNAS. 2010;107(43):18664-9.

81. Panet Internet]. 2011 March 05 cited 2011 May 09]; available from:

http://www.panet.co.il/online/articles/106/107/S-381740.106.107.html

82. Royal Oman Police Internet]. 2011 February 14 cited 2011 May 09]; available from:

http://www.traffic.gov.om/

83. Alriyadh Internet]. 2011 May 10 cited 2011 May 10]; available from:

http://www.alriyadh.com/2011/05/10/article631326.html

84. Frederiksen R، Wcislo WT، Warrant EJ. Visual Reliability and Information Rate in the Retina of a Nocturnal Bee. Curr Biol. 2008;18:349-53.

85. Somanathan H، Borges RM، Warrant EJ، Kelber A. Nocturnal bees learn landmark colours in starlight. Curr Biol. 2008;18(21):R996-7.

86. Kerfoot WB. The lunar periodicity of Sphecodogastra texana، a nocturnal bee (Hymenoptera: Halictidae). Anim Behav. 1967;15:479-86.

87. Warrant EJ، Kelber A، Gislén A، Greiner B، Ribi W، Wcislo WT. Nocturnal Vision and Landmark Orientation in a Tropical Halictid Bee. Curr Biol. 2004;14:1309-18.

88. Kelber A، Balkenius A، Warrant EJ. Scotopic colour vision in nocturnal hawkmoths. Nature. 2002;419:922-5.

89. Burnews Internet]. 2011 June 26 cited 2011 June 26]; available from:

http://www.burnews.com/news.php?action=show&id=24322

90. Sabq Internet]. 2011 June 26 cited 2011 June 27]; available from:

http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=26186

91. Burnews Internet]. 2011 July 02 cited 2011 July 03]; available from:

http://www.burnews.com/news.php?action=show&id=24535

92. Karl R. DeRouen، Paul Bellamy (2007). International Security and the United States: An Encyclopedia. Greenwood Publishing Group. Pp. p674. ISBN 0275992535.

93. Smith L. Man drives butterfly into extinction and it could be bad news for us too، The Times Internet]. 2007 November 03 cited 2011 July 29]; available from:

http://www.timesonline.co.uk/tol/news/science/article2796656.ece

94. Schaar T. Czech Republic Controls Light Pollution. International Dark-Sky Association (IDA). Information Sheet #183.

95. Red Planet Inc. Internet]. 2011 September 10 cited 2011 September 10]; available from:

http://www.cirrusimage.com/Arachnid_velvet_mite.htm

96. Simpson RW, et al. Association between outdoor air pollution and daily mortality in Brisbane, Australia. Arch Environ Health. 1997;52:442-54.

97. Schwartz J. PM10, ozone and hospital admissions for the elderly in Minneapolis-St. Paul, Minnesota. 1994;48:366-74.

98. Sabq Internet]. 2011 October 03 cited 2011 October 03]; available from:

http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=31094

99. Sabq Internet]. 2011 October 07 cited 2011 October 07]; available from:

http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=31328

100. ASHARQ AL-AWSAT Internet]. 2004 March 07 cited 2011 October 07]; available from:

http://www.aawsat.com/details.asp?section=4&article=221760&issueno=9231

101. Morrow EN, Hutton SA. The Chicago Alley Lighting Project. Final Evaluation Report. Chicago, Illinois: Illinois Criminal Justice Information Authority, Research And Analysis Unit, April. Available from:

http://www.icjia.state.il.us/public/pdf/ResearchReports/Chicago%20Alley%20Lighting%20Project.pdf

102. Clark B. A rationale for the mandatory limitation of outdoor lighting; 1-58. Available from:

http://unihedron.com/projects/darksky/lp181c.pdf

103. Baggs JE, Green CB. Nocturnin, a Deadenylase in Xenopus laevis Retina: A Mechanism for Posttranscriptional Control of Circadian-Related mRNA. Curr Biol. 2003;13:189-98.

104. Sabq Internet]. 2011 November 25 cited 2011 October 25]; available from:

http://sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=33767

105. Alriyadh Internet] 2008 October 31 cited 2011 November 30]; available from:

http://www.alriyadh.com/2008/10/31/article384575.html

106. Cinzano P، Falchi F، Bonata D. Direct versus reflected uplight in creating pollution and the optimization of exterior lighting. 2004. Light pollution science and Technology Institute. Retrieved December 01، 2011، available from:

http://cielobuio.org/supporto/download/barcellona2004.pdf

107. Morrow EN، Hutton SA. The Chicago Alley Lighting Project: Final Evaluation Report. Illionis Criminal Justice Information Authority. April 2000.

108. A Festscrift for Barry Clark، Air Operations Division، Aeronautical and Maritime Research Laboratory. Edited by: Philip K. Hughes. DSTO-GD-0211. Available from:

http://dspace.dsto.defence.gov.au/dspace/bitstream/1947/3755/1/DSTO-GD-0211%20PR.pdf

109. Alriyadh Internet]. 2008 May 04 cited 2011 December 27]; available from:

http://www.alriyadh.com/2008/05/04/article339969.html

110. Alex T، Paluch T. Darkened streetlights fail to raise crime rate. Des Moines Register. 2004 June 05 cited 31 December 2011]; available from:

http://www.rasc.ca/sites/default/files/iowa.pdf

111. Sabq Internet]. 2012 January 01 cited 2012 January 01]; available from:

http://sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=35759

112. Saaid Internet]. cited 2012 January 04]; available from:

http://www.saaid.net/Doat/assuhaim/omdah/219.htm

113. CfDS Internet]. cited 2012 January 08]; available from:

http://www.britastro.org/dark-skies/crime.html?7O#noreduction

114. Department of physics، Florida Atlantic University Internet]. cited 2012 January 18]; available from:

http://physics.fau.edu/observatory/lightpol-security.html

115. Vines. Hubpages Internet]. cited 22 January 2012]; available from:

http://vines.hubpages.com/hub/The-beneficial-role-of-termites-in-ecosystems.

116. Al-Raoghi B. Sabq Internet]. 2012 March 04 cited 2012 March 04]; available from: http://sabq.org/ZFdfde

Literature cited:

From Longcore and Rich 2006; (Ecological consequences of artificial night lighting)،

Pavey CR. Foraging ecology of the two taxa of large -eared horseshoe bat، Rhinolophus philippinensis، on Copy York Peninsula. Australian Mammalogy.1999;21،135-8.

Rydell J. Seasonal use of illuminated areas by foraging northern bats Eptesicus nilssoni. Holarctic Ecol. 1991;14،203-7.

Rydell J. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden.Funct Ecol. 1992;6،744-50.

Furlonger CL، Dewar HJ، Fenton MB. Habitat use by foraging insectivorous bats. Can J Zoolog. 1987;65،284-8.

Haffner M، Stutz HP. Abandance of Pipistrellus pipistrellus and Pipistrellus kuhlii foraging at street-lamps. Myotis. 1985/1986;23/24،167-72.

Verheijen FJ. Photopollution، artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents، causations، remedies. Exp Biol. 1985;44،1-18.

Hart NS. The visual ecology of avain photoreceptors. Prog Retin Eye Res. 2001;20،675-703.

Wessels RHA. Tetrachromatic vision in the daw (Corvus monedula L.). Ph.D. Dissertation، State University of Utrecht، The Netherlands. 1974.

Norren DV. Two short wavelength sensitive cone systems in pigeon، chicken and daw. Vision Res. 1975;15،1164-6.

James P. Destruction of warblers on Padre Island، Texas، in May 1951. Wilson Bull. 1956;68،224-7.

Aldrich JW، Graber RR، Munro DA، Wallace GJ، West GC، Cahalane VH. Report of the Committee on Bird Protection، 1965. Auk. 1966;83،457-67.

Wiltschko W، Wiltschko R. Magnetic compass orientation in birds and its physiological basis. Naturwissenschaften. 2002;89،445-52.

Health Council of the Netherlands. Impact of outdoor lighting on man and nature. Publication No. 2000/25E. Health Council of the Netherlands، The Hague. 2000.

Frank KD. Impact of outdoor lighting on moths، an assessment. J Lepid Soc. 1988;42،63-93.

Dufay C. Contribution a le'étude du photoperiodism des Lépidoptères noctuides Contribution to the study of photoperiodism of noctuid moths]. Ann Sci Nat Zool. Paris 12e Serie. 1964;6:281-406.

Bowden J. Morris MG. The influence of moonlight on catches of insects in light –traps in Africa. III. The effective radius of a mercury-vapour light-trap and the analysis of catches using effective radius. B Entomol Res. 1975;65:303-48.

Bowden J. An analysis of factors affecting catches of insects in light-traps. B Entomol Res. 1982;72:535-56.

Worth CB. Muller J. Captures of large moths by an ultraviolet light trap. J Lepid Soc. 1979;33:261-4.

Riegel KW. Light pollution: outdoor lighting is a growing threat to astronomy. Science. 1973;179:1285-91.

Scheibe MA. Quantitative Aspekte der Anziehungskraft von Straβenbeleuchtungen auf die Emergenz aus nahegelegenen Gewässern (Ephmeroptera. Plecoptera. Trichoptera. Diptera: Simuliidae. Chironomidae. Empididae) unter Berücksichtigung der spektralen Emission verschiedener Lichtquellen Quantitative aspects of the attraction of roadway lighting to insects emerging from nearby waters (Ephemeroptera. Plecoptera. Trichoptera. Diptera: Simuliidae. Chironomidae. Empididae) with with consideration of the spectral emission of different sources of light]. Ph.D. thesis. Fachbereich Biologie. Johannes Gutenberg-Universität. Mainz.

Johnson CG. Migration and dispersal of insects by flight. Menthuen. London. 1969.

Muirhead-Thomson RC. Trap responses of flying insects: the influence of trap design on capture efficiency. Academic Press. London. 1991.

Hartstack AW. Hollingsworth JP. Lindquist DA. A technique for measuring trapping efficiency of electric insects traps. J Econ Entomol. 1968;61:546-52.

Baker RR. Sadovy Y. The distance and nature of the light-trap response of moths. Nature. 1978;276:818-21.

Hamilton DW. Steiner LF. Light traps and codling moth control. J Econ Entomol. 1939;32:867-72.

Hartstack AW. Hollingsworth JP. Ridgway RL. Hunt HH. Determination of trap spacings required to control an insect population. J Econ Entomol. 1971;64:1090-100.

Plaut HN. Distance of attraction of moths of Spodoptera littoralis to BL radiation. and recapture of moths released at different distances of an ESA blacklight standard trap. J Econ Entomol. 1971;64:1402-4.

Robinson HS، Robinson PJM. Some notes on the observed behaviour of Lepidoptera in flight in the vicinity of light-sources together with a description of a light-trap designed to take entomological samples. Entomologists' Gazette. 1950;1،3-20.

Robinson PJM. An experiment with moths on the effectiveness of a mercury vapour light trap. Entomologists' Gazette. 1960;11،121-32.

Stanley WW. Observations on the flight of noctuid moths. Ann Entomol Soc Am. 1932;25،366-8.

Agee HR. Sensory response of the compound eye of adult Heliothis zea and H. virescens to ultraviolet stimuli. Ann Entomol Soc Am. 1972;65،701-5.

Graham HM، Glick PA، Hollingsworth JP. Effective range of argon glow lamp survey traps for pink bollworm adults. J Econ Entomol. 1961;54،788-9.

Hsiao HS. Attraction of moths to light and to infrared radiation. San Francisco Press. San Francisco. 1972.

Mizunami M. Functional diversity of neural organization in insect ocellar systems. Vision Res. 1995;35،443-52.

Shorey HH، Gaston LK. Sex pheromones of noctuid moths. III. Inhibition of male responses to the sex pheromone in Trichoplusia ni (Lepidoptera، Noctuidae). Ann Entomol Soc Am. 1964;57،775-9.

Sower LL، Shorey HH، Gaston LK. Sex pheromones of noctuid moths. XXI. Light،dark cycle regulation and light inhibition of sex pheromone release by females of Trichoplusia ni. Ann Entomol Soc Am. 1970;63،1090-2.

Fatzinger CW. Circadian rhythmicity of sex pheromone release by Dioryctria abietella (Lepidoptera، Pyralidae (Phycitinae)) and the effect of a diel light cycle on its precopulatory behavior. Ann Entomol Soc Am. 1973;66،1147-53.

Nemec SJ. Use of artificial lighting to reduce Heliothis spp. populations in cotton fields. J Econ Entomol. 1969;62،1138-40.

Herms WB. Deterrent effect of artificial light on the codling moth. Hilgardia. 1932;7،263-80.

Norris MJ. The feeding-habits of the adult Lepidoptera Heteroneura. T Roy Ent Soc London. 1936;85،61-90.

Pittendrigh CS، Minis DH. The photoperiodic time measurement in Pectinophora gossypiella and its relation to the circadian system in that species. Pages 212-250 in Menaker M (ed.)، Biochronometry. National Academy of Sciences، Washington، D.C. 1971.

Nemec SJ. Effects of lunar phases on light-trap collections and populations of bollworm moths. J Econ Entomol. 1971;64:860-4.

Mikkola K. Behavioural and electrophysiological responses of night-flying insects, especially Lepidoptera, to near-ultraviolet and visible light. Ann Zool Fin. 1972;9:225-54.

Robinson HS. On the behaviour of night-flying insects in the neighbourhood of a bright source of light. Proceedings of the Royal Entomological Society of London, Series A. General Entomology. 1952;27:13-21.

MacFarlane JH, Eaton JL. Comparison of electroretinogram and electromyogram response to radiant energy stimulation in the moth, Trichoplusia ni. J Insect Physiol. 1973;19:811-22.

Mitchell ER, Agee HR. Response of beet and fall armyworm moths to different colored lamps in the laboratory and field. J Environ Sci Health A. Environmental Science and Engineering. 1981;A16:387-96.

Williams CB. An analysis of four years captures of insects in a light trap. Part I. General survey; sex proportion; phenology; and time of flight. T Roy Ent Soc London. 1939;89:79-131.

Plant CW. Larger moths of the London area. London Natural History Society, London. 1993.

Daily GC, Ehrlich PR. Nocturnality and species survival. P Natl Acad Sci USA. 1996;93:11709-12.

Alford RA, Richards SJ. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. Annu Rev Ecol Syst. 1999;30:133-65.

Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Young BE, Rodrigues ASL, Fischman DL, et al. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. Science. 2004;306:1783-6.

Cinzano P, Falchi F, Elvidge CD. The first world atlas of the artificial night sky brightness. Mon Not R Astron Soc. 2001;328:689-707.

Chapman RM. Light wavelength and energy preferences of the bullfrog: evidence for color vision. J Comp Physiol Psych. 1966;61:429-35.

Hailman JP, Jaeger RG. Phototactic responses to spectrally dominant stimuli and use of colour vision by adult adult anuran amphibians: a comparative survey. Anim Behav. 1974;22:757-795.

Herman CA. Endocrinology. Pages 40-54 in Feder ME and Burggren WW (eds.). Environmental physiology of the amphibians. University of Chicago Press. Chicago. 1992.

Warrant EJ. Seeing better at night: life style. eye design and the optimum strategy of spatial and temporal summation. Vision Res. 1999;39:1611-30.

Hailman JP. Extremely low ambient light levels of Ascaphus truei. J Herpetol. 1982;16:83-4.

Hailman JP. Bimodal nocturnal activity of the western toad (Bufo boreas) in relation to ambient illumination. Copeia. 1984;1984:283-90.

Jaeger RG. Hailman JP. Activity of Neotropical frogs in relation to ambient light. Biotropica.1981;13:59-65.

Jaeger RG. Hailman JP. Ontogenetic shift of spectral phototactic preferences in anuran tadpoles. J Comp Physiol Psych. 1976;90:930-45.

Jaeger RG. Hailman JP. Phototaxis in anurans: relation between intensity and spectral preferences. Copeia. 1976;1976:92-8.

Woolbright LL. Patterns of nocturnal movement and calling by the tropical frog Eleutherodactylus coqui. Herpetologica. 1985;41:1-9.

Buchanan BW. Bimodal nocturnal activity pattern of Hyla squirella. J Herpetol. 1992;26:521-2.

Jaeger RG. Hailman JP. Effects of intensity on the phototactic responses of adult anuran amphibians: a comparative survey. Z Tierpsychol. 1973;33:352-407.

Rand AS. Bridarolli ME. Dries L. Ryan MJ. Light levels influence female choice in Túngara frogs: predation risk assessment? Copeia. 1997;1997:447-50.

Tárano Z. Cover and ambient light influence nesting preferences in the Túngara frog Physalaemus pustulosus. Copeia. 1998;1998:250-1.

Binkley S. Mosher K. Rubin F. White B. Xenopus tadpole melanophores are controlled by dark and light and melatonin without influence of time of day. J Pineal Res. 1988;5:87-97.

Vanecek J. Cellular mechanisms of melatonin action. Physiol Rev. 1998;78:687-721.

Steenhard BM. Besharse JC. Phase shifting the retinal circadian clock: xPer2 mRNA induction by light and dopamine. J Neurosci. 2000;20:8572-7.

Gancedo B، Alonso-Gómez AL، de Pedro N، Delgado MJ، Alonso-Bedate M. Daily changes in thyroid activity in the frog Rana perezi: variation with season. Comp Biochem Physiol. 1996;114C:79-87.

Camargo CR، Visconti MA، Castrucci ML. Physiological color change in the bullfrog، Rana catesbeiana. J Comp Physiol Psych. 1999;283:160-9.

Delgado MJ، Gutiérrez، Alonso-Bedate M. Effects of daily melatonin injections on the photoperiodic gonadal response of the female frog Rana ridibunda. Comp Biochem Physiol. 1983;76A:389-92.

Joshi BN، Udaykumar K. Melatonin counteracts the stimulatory effects of building or exposure to red light on reproduction in the skipper frog Rana cyanophlyctis. Gen Comp Endocr. 2000;118:90-5.

Alonso-Gómez AL، de Pedro N، Gancedo B، Alonso-Bedate M، Valenciano AI، Delgado MJ. Ontogeny of ocular serotonin N-acetyltransferase activity daily rhythm in four anuran species. Gen Comp Endocr. 1994;94:357-65.

Basinger SF، Matthes MT. The effect of long-term constant light on the frog pigment epithelium. Vision Res. 1980;20:1143-9.

McDiarmid RW، Altig R (eds.). Tadpoles: the biology of anuran larvae. University of Chicago Press، Chicago. 1999.

Morgan WW، Mizell S. Daily fluctuations of DNA synthesis in the cornea of Rana pipiens. Comp Biochem Physiol. 1971;40A:487-93.

Morgan WW، Mizell S. Diurnal fluctuation in DNA content and DNA synthesis in the dorsal epidermis of Rana pipiens. Comp Biochem Physiol. 1971;38A:591-602.

Gutierrez P، Delgado MJ، Alonso-Bedate M. Influence of photoperiod and melatonin administration on growth and metamorphosis in Discoglossus pictus larvae. Comp Biochem Physiol. 1984;79A:255-60.

Delgado MJ، Gutiérrez P، Alonso-Bedate M. Melatonin and photoperiod alter growth and larval development in Xenopus laevis tadpoles. Comp Biochem Physiol. 1987;86A:417-21.

Edwards MLO، Pivorun EB. The effects of photoperiod and different dosages of melatonin and metaphoric rate and weight gain in Xenopus laevis tadpoles. Gen Comp Endocr. 1991;81:28-38.

Besharse JC، Witkovsky P. Light-evoked contraction of red absorbing cones in the Xenopus retina is maximally sensitive to green light. Visual Neurosci. 1992;8:243-9.

Donner KO، Reuter T. The spectral sensitivity and photopigment of the green rods in the frog's retina. Vision Res. 1962;2،357-72.

Fain GL. Sensitivity of toad rods، dependence on wave-length and background illumination. J Physiol. 1976;261،71-101.

Buchanan BW. Effects of enhanced lighting on the behaviour of nocturnal frogs. Anim Behav. 1993;45،893-9.

Buchanan BW. The influence of the competitive environment on the expression of satellite behavior in anuran amphibians. Ph.D. dissertation، University of Southwestern Louisiana، Lafayette. 1993.

Beatty DD. A study of the succession of visual pigments in Pacific salmon (Oncorhynchus). Can J Zoolog. 1966;44،429-55.

Folmar LC، Dickhoff WW. Evaluation of some physiological parameters as predictive indices of smoltification. Aquaculture. 1981;23،309-24.

Hobson ES. Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. Copeia. 1965;1965،291-302.

Reebs SG. Plasticity of diel and circadian activity rhythms in fishes. Rev Fish Biol Fisher. 2002;12،349-71.

Gibson RN. Lunar and tidal rhythms in fish. Pages 201-13 in Thorpe JE (ed.)، Rhythmic activity of fishes. Academic Press، London. 1978.

Patten BG. Increased predation by the torrent sculpin، Cottus rhotheus، on coho salmon fry، Oncorhynchus kisutch،during moonlight nights. J Fish Res Board Can. 1971;28،1352-4.

Tabor R، Brown G، Hird A، Hager S. The effect of light intensity on predation of sockeye salmon fry by cottids in the Cedar River. U.S. Fish and Wildlife Service، Western Washington Office، Fisheries and Watershed Assessment Division، Lacey، Washington. 2001.

Gliwicz ZM. A lunar cycle in zooplankton. Ecology. 1986;67،883-97.

Grecay PA، Targett TE. Effects of turbidity، light level and prey concentration on feeding of juvenile weakfish Cynoscion regalis. Mar Ecol-Prog Ser. 1996;131،11-6.

Helfman GS، Collette BB، Facey DE. The diversity of fishes. Blackwell Science، Oxford. 1997.

Fields PE، Finger GL. The reaction of five species of young Pacific salmon and steelhead trout to light. Technical Report No. 7، School of Fisheries، University of Washington، Seattle. 1954.

Patrick PH. Responses of fish to light. Report No. 78-516-K. Ontario Hydro Research Division، Toronto. 1978.

Pinhorn AT، Andrews CW. Effect of photoperiods on the reactions of juvenile Atlantic salmon (Salmo salar L.) to light stimuli. J Fish Res Board Can. 1963;20؛1245-66.

Godin J. Migrations of salmonid fishes during early life history phases؛ daily and annual timing. Pages 22-50 in Brannon EL and Salo EO (eds.)، First International Salmon and Trout Migratory Behavior Symposium. Seattle، Washington. 1982.

Northcote TG. Migratory strategies and production in freshwater fishes. Pages 326-59 in Gerking SD (ed.)، Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scientific Publications، Oxford. 1978.

Hoar WS، Keenleyside MHA، Goodall RG. Reactions of juvenile Pacific salmon to light. J Fish Res Board Can. 1957;14؛815-30.

Hoar WS. Smolt transformation؛ evolution، behavior، and physiology. J Fish Res Board Can. 1976.;33؛1234-52.

McInerney JE. Salinity preference؛ an orientation mechanism in salmon migration. J Fish Res Board Can. 1964;21؛995-1018.

Fraser NHC، Metcalfe NG. The costs of becoming nocturnal؛ feeding efficiency in relation to light intensity in juvenile Atlantic salmon. Funct Ecol. 1997;11؛385-91.

Brett JR، Ali MA. Some observations on the structure and photomechanical responses of the Pacific salmon retina. J Fish Res Board Can. 1958;15؛815-29.

Hadderingh RH، Kema NV. Experimental reduction of fish impingement by artificial illumination at Bergum Power Station . Int Rev Ges Hydrobio. 1982;67؛887-900.

Cullen P، McCarthy TK. The effects of artificial light on the distribution of catches of silver eel، Anguilla anguilla (L.)، across the Killaloe eel weir in the lower River Shannon. Biol Environ. 2000;100B؛165-9.

Long KD، Houde AE. Orange spots as a visual cue for female mate choice in the guppy (Poecilia reticulata). Ethology. 1989;82؛316-24.

Evans DM. Observations on the spawning behaviour of male and female adult sea trout، Salmo trutta L.، using radio-telemetry. Fisheries Manag Ecol. 1994;1؛91-105.

Woodhead PMJ. The behaviour of fish in relation to light in the sea. Oceanogr Mar Biol. 1966;4؛337-403.

Ben-Yami M. Fishing with light. FAO Fishing Manuals. Fishing News Books، Surrey، England. 1976.

Verheijen FJ. The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals. Archives Néerlandaises de Zoologie. 1958;13:1-107.

Flik BJG, Aanen DK, Ringelberg J. The extent of predation by juvenile perch during diel vertical migration of Daphnia. Arch Hydrobiol. 1997;49:51-8.

Gal G, Loew ER, Rudstam LG, Mohammadian AM. Light and diel vertical migration: spectral sensitivity and light avoidance by Mysis relicta. Can J Fish Aquat Sci. 1999;56:311-22.

Forward RB. Diel vertical migration: zooplankton photobiology and behaviour. Oceanogr Mar Biol. 1988;26:361-93.

Blaxter JHS. Fish vision and applied research. Pages 757-73 in Ali MA (ed.), Vision in fishes: new approaches in research. Plenum Press, New York. 1975.

Koski ML, Johnson BM. Functional responses of kokanee salmon (Oncorhynchus nerka) to Daphnia at different light levels. Can J Fish Aquat Sci. 2002;59:707-16.

Bergman E. Foraging abilities and niche breadths of two percids, Perca fluviatilis and Gymnocephalus cernua, under different environmental conditions. J Anim Ecol. 1988;57:443-53.

Tanaka H. On the nocturnal feeding activity of rainbow trout (Salmo gairdnerii) in streams. Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory. 1970;20:73-82.

Jenkins TM, Feldmeth CR, Elliott GV. Feeding of rainbow trout (Salmo gairdneri) in relation to abundance of drifting invertebrates in a mountain stream. J Fish Res Board Can. 1970;27:2356-61.

Robinson FW, Tash JC. Feeding by Arizona trout (Salmo apache) and brown trout (Salmo trutta) at different light intensities. Environ Biol Fish. 1979;4:363-8.

Townsend CR, Risebrow AJ. The influence of light level on the functional response of a zooplanktonivorous fish. Oecologia. 1982;53:293-5.

Appenzeller AR, Leggett WC. An evaluation of light-mediated vertical migration of fish based on hydroacoustic analysis of the diel vertical movements of rainbow smelt (Osmerus mordax). Can J Fish Aquat Sci. 1995;52:504-11.

Leucke C, Wurtsbaugh WA. Effects of moonlight and daylight on hydroacoustic estimates of pelagic fish abundance. T Am Fish Soc. 1993;122:112-20.

Haney JF. Environmental control of diel vertical migration behaviour. Arch Hydrobiol. 1993;39:1-17.

Ringelberg J. The photobehaviour of Daphnia spp. as a modelto explain diel vertical migration in zooplankton. Biol Rev. 1999;74:397-423.

Huntchinson GE. A treatise on limnology. Volume II: Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley & Sons. New York. 1967.

Dodson S. Predicting diel vertical migration of zooplankton. Limnol Oceanogr. 1990;35:1195-200.

Moore MV. Pierce SM. Walsh HM. Kvalvik SK. Lim JD. Urban light pollution alters the diel vertical migration of Daphnia. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnology. 2000;27:779-82.

O'Brien WJ. The predator-prey interaction of planktivorous fish and zooplankton. Am Sci. 1979;67:572-81.

Robertson DR. Green DG. Victor BC. Temporal coupling of production and recruitment of larvae of a Caribbean reef fish. Ecology. 1988;69:370-81.

Blaxter JHS. Vision and the feeding of fishes. Pages 32-56 in Bardach JE. Mangnuson JJ. May RC. Reinhart JM (eds.). Fish behavior and its use in the capture and culture of fishes. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila. 1980.

Contor CR. Griffith JS. Nocturnal emergence of juvenile rainbow trout from winter concealment relative to light intensity. Hydrobiologia. 1995;299:179-83.

Vogel JL. Beauchamp DA. Effects of light. prey size. and turbidity on reaction distances of lake trout (Salvelinus namaycush) to salmonid prey. Can J Fish Aquat Sci. 1999;56:1293-7.

Hairston NG. Lampert W. Cáceres CE. Holtmeier CL. Weider LJ. Gaedke U. et al. Rapid evolution revealed by dormant eggs. Nature. 1999;401:446.

Fischer JM. Klug JL. Ives AR. Frost TM. Ecological history affects zooplankton community responses to acidification. Ecology. 2001;82:2984-3000.

Cathey HM. Campbell LE. Effectiveness of five vision-lighting sources on photo-regulation of 22 species of ornamental plants. J Am Soc Hortic Sci. 1975;100:65-71.

Cathey HM. Campbell LE. Security lighting and its impact on the landscape. J Arboriculture. 1975;1:181-7.

Flint LH. Lighting in relation to dormancy and germination in lettuce seed. Science. 1934;80:38-40.

Flint LH. McAlister ED. Wave lengths of radiation in the visible spectrum inhibiting

the germination of light-sensitive lettuce seed. Sm Miscellaneous Collections. 1935;94(5):1-11.

Flint LH، McAlister ED. Wave lengths of radiation in the visible spectrum promoting the germination of light-sensitive lettuce seed. 1937;96(2):1-8.

Sharrock RA، Quail PH. Novel phytochrome sequence in Arabidopsis thaliana: structure، evolution، and differential expression of a plant regulatory photoreceptor family. Gene Dev. 1989;3:1745-57.

Clack T، Mathews S، Sharrock RA. The phytochrome apoprotein family in the Arabidopsis is encoded by five genes: the sequences and expression PHYD and PHYE. Plant Mol Biol. 1994;25:413-27.

Gressel J. Blue light photoreception. Photochem Photobiol. 1979;30:749-54.

Kleine T، Lockhart P، Batschauer A. An Arabidopsis protein closely related to Synechocystis cryptochrome is targeted to organelles. Plant J. 2003;35:93-103.

Brudler R، Hitomi K، Daiyasu H، Toh H، Kucho K، Ishiura M، et al. Identification of a new cryptochrome class: structure، function، and evolution. Mol Cell. 2003;11:59-67.

Downs RJ، Borthwick HA. Effect of photoperiod upon the vegetative growth of Weigela florida var. variegate. P Am Soc Hortic Sci. 1956;68:518-21.

Downs RJ، Borthwick HA. Effects of photoperiod on growth of trees. Bot Gaz. 1956;117:310-26.

Downs RJ، Piringer Jr AA. Effects of photoperiod and kind of supplemental light on vegetative growth of pines. Foresct Sci. 1958;4:185-95.

- المراجع العربية:

-الاستراتيجية الوطنية للمحافظة على التنوع الأحيائي في المملكة العربية السعودية. الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها. ١٤٢٥ هـ، صفحات: ١-٧٢.

-المورد الكبير ٢٠٠٠ للبعلبكي.

-تفسير ابن كثير.

- رياض الصالحين للإمام النووي.

- المراجع الإلكترونية:

http://www.darkskysociety.org (Last accessed: 2 December 2011)

http://britastro.org/baa (Last accessed: 30 December 2011)

http://britastro.org/dark-skies (Last accessed: 30 December 2011).

- الصور:

×Photos based on citation number in the legend:

-117: http://phillipgarcia.wordpress.com/2009/08/05/attraction-to-light-a-moth-like-behavior-of-the-people-of-god/

-118: http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=26722

-119: http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=26811

-120: http://www.sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=23427

-121: http://sabq.org/sabq/user/news.do?section=5&id=21959

-122: http://www.prodigitalsoftware.com/images/Astronomy Tools Overview.jpg

-123: http://porpoisehead.net/images/stellarium-0.10.0-pollution.jpg

-124: http://physics.fau.edu/observatory/lightpol-security.html

-125: http://www.readfearn.com/2010/09/take-that-solar-sign-down-queensland/

-126: http://www.treehugger.com/interior-design/lunar-resonant-streetlights.html

-127: http://www.pestcontrolrx.com/david_somlcom/yellow_lights/

-128: http://www.skyandtelescope.com/skytel/beyondthepage/125891683.html

-129: http://www.archives.alabama.gov/kids_emblems/dr_monarch.html

-130: http://directionlessbones.wordpress.com/category/mongoose-month/page/2/

-131: http://artsonearth.com/2009/01/10-cities-at-night-watched-from-space.html

-All Earth hour photos are from:

http://www.smh.com.au/ftimages/2009/03/29/1238261419183.html

-I have written permission from Bob Mizon; coordinator of CfDS (Campaign for Dark Sky) to use CfDS photos.

-I have permission to use photos from:

Kim Hackman (front page cover photo).

Louis Hegedus.

Seasky.org website

Shutterstock.com

Predator conservation trust (to use white tailed mongoose photo).

and other authors.

-There are 48 photos and figures of my own and are all properly credited. All other photos are properly credited to their corresponding authors or to its original source.

المؤلف في سطور

- ولد عام ١٤٠٣ هـ في منطقة جازان بالمملكة العربية السعودية.
- حصل على درجة البكالوريوس في طب المختبرات، كلية العلوم الطبية التطبيقية، من جامعة الملك خالد بأبها عام ١٤٢٨هـ.
- عُيّن معيدا بكلية العلوم الطبية التطبيقية عام ١٤٢٨هـ، جامعة الملك خالد، في قسم الكائنات الدقيقة الطبية والفيروسات.
- حصل على الماجستير في تخصص طب المختبرات عام ١٤٣٢ هـ من جامعة آر إم آي تي بأستراليا وكان عنوان الرسالة : «تأثير الطفرات الجينية لفيروس الكبد الوبائي ب على تكاثره وعلى تفاقم أمراض الكبد».
- ناقش قضية التلوث الضوئي مع أكثر من متخصص في أكثر من مجال.
- عضوية طالب في الجمعية الأسترالية لعلم الكائنات الدقيقة (٢٠١٠ – ٢٠١١م).
- عضو جمعية ملبورن الفلكية بأستراليا (٢٠١٠ – ٢٠١١م).
- حقق ميداليات ذهبية وبرونزية في الوثب العالي والوثب الثلاثي وشارك في العديد من بطولات ألعاب القوى.
- له بعض المقالات في الصحف الإلكترونية عن الاهتمام بالبيئة.
- حضر الكثير من المحاضرات و الدورات و المؤتمرات عن علم الكائنات الدقيقة الطبية.