اقتراح معيار لتحديد التأثير الصحي للتلوث الضوئي

((دراسة تجريبية: مدينة النجف نموذجاً))

م.د. زينب عبدالرزاق التغلبي
قسم التخطيط البيئي،
كلية التخطيط العمراني، جامعة الكوفة

أ.م.د. شكري إبراهيم الحسن
ونظم المعلومات الجغرافية،
كلية الآداب، جامعة البصرة

Proposal to Establishing a Standard on the Determination of Health Impacts resulting from Light Pollution:

Dr. Zainab Abdul-Razzaq

The environmental planning department

Faculty of Urban Planning, University of Kufa

Dr. Shukri Ibrahim Al-Hassan

Geographic information systems,

College of Arts, University of Basra

الملخص:

تهدف الدراسة إلى اقتراح معيار يختص بتحديد التأثيرات الصحية للتلوث الضوئي، بوصفه نوعاً متنامياً من أنواع التلوث البيئي الأخرى. ونظراً لوجود مخاطر محتملة تنجم عن التعرض المتواصل لمصادر التلوث الضوئي المختلفة، فإن اقتراح معيار بهذا الخصوص أمر ضروري.

تم إجراء تجربة مختبرية على عينة من المتطوعين في مدينة النجف. تم تعريض المتطوعين من كلا الجنسين وبأعمار مختلفة، إلى شدد ضوئية متباينة. وأبدى المتطوعين استجابات صحية مختلفة إزاء كل شدة ضوئية، وعلى أساس ذلك تم وضع معيار لتشخيص التأثير الصحي للتلوث الضوئي إزاء كل حالة.

تم اختبار المعيار بإجراء مسح حقلي لشدة الضوء ضمن منطقة الدراسة، ومن ثم تحديد المناطق الأكثر تعرضاً للتأثيرات الصحية للتلوث الضوئي، واحتساب المساحات المتأثرة على وفق ذلك. تبيّن أن المعيار المقترح ممكن أن يكون مفيداً في تحديد التوزيع الجغرافي للتأثيرات الصحية الناتجة عن التلوث الضوئي، مع ضرورة الأخذ بالاعتبار نمط المنطقة المدروسة.

كلمات دالة : تلوث ضوئي، تأثير صحي، معيار، شدة الضوء، مدينة النجف.

Abstract

This study aims to propose a standard for determining the health effects of light pollution as a growing type of other environmental pollution. In view of the potential risks posed by continuous exposure to various sources of light pollution, the proposed standard is necessary.

A laboratory experiment was conducted on a sample of volunteers in Najaf City. Volunteers of both sexes and different ages were subjected to varying optical stresses. Volunteers demonstrated different health responses to each light intensity, and on this basis a standard was established to diagnose the health impact of light pollution for each case.

The standard was tested by conducting a field survey of lighting intensity within the study area, thus identifying the areas most exposed to the health effects of light pollution and calculating the affected areas accordingly. It was found that the proposed standard could be useful in determining the geographical distribution of the health effects of light pollution, taking into account the pattern of the area studied.

Keywords:Light pollution, Health impact, Standard, Lighting intensity, Najaf City

.

المقدمة

1- الإطار النظري:

تنبع أهمية هذه الدراسة من ضرورة الخطورة المتزايدة التي يسببها التلوث الضوئي للمجتمعات وتشويهه لجمالية السماء في أثناء الليل، والآثار الصحية التي يمكن أن يسببها مثل هذه التلوث في صحة الإنسان بصفة خاصة. وتقوم مشكلة الدراسة على تصاعد التلوث بالإضاءة المفرطة المتزامنة مع تنوع تصنيع أنواع مختلفة من المصابيح ذات الآثار الصحية المختلفة، فضلاً عن تزايد تعرض سكان المدن إليها بشكل يومي، بافتراض عدم وجود معيار واضح لتحديد درجة الضرر الصحي ومداه المكاني. وعلى هذا تهدف الدراسة إلى محاولة اقتراح معيار يضبط التلوث الضوئي ويحدد الأثر الصحي الذي يمكن أن ينتج عنه، لعل ذلك ينفع في إجراء المزيد من المسح الحقلي لرصد هذا النوع المستحدث من التلوث وتشخيص آثاره الصحية.

2- تعريف التلوث الضوئي:

يُعرّف **التلوث الضوئي** Light Pollution على إنه "تغيير المعدل الطبيعي المعتاد للإضاءة التي اعتادتها الكائنات الحية ومنها الإنسان وهو ينتج عن الإضاءة الشديدة المبهرة" (سليمان، 2011)[1]. ويُعرّف أيضاً أنه "الإضاءة غير المستهدفة لغرض محدد ضوء ساطع ومشرق ومبهر وبراق ومتوهج يحيّر البصر من شدة الضياء" (حكمي، 2012)[2]. كما عرّفه الاتحاد الدولي للسماء المعتمة International Dark-Sky Association (IDA)، بأنه "الإضاءة غير المحمية بشكل صحيح، مما يسمح بتوجيه الوهج الصادر من الإضاءة إلى العينين والسماء ليلاً" (IDA، موقع إليكتروني)[3]. ويعرّفه علماء الفلك أنه "تلك الإضاءة الاصطناعية المتوهجة من الأرض إلى الفضاء والمنتشرة في كل اتجاه مما يسهم في زيادة لمعان السماء مع ما يصاحب ذلك من آثار بيئية ضارة" (أبو اللبن، 2001)[4].

يمكننا تعريف **التلوث الضوئي** أيضاً على أنه تلك الإضاءة المتوهجة والفائضة عن الحاجة التي بدورها تؤثر سلباً في نشاطات الكائنات الحية وعلى الإنسان وصحته، وتتفاوت حسب نوع الإضاءة ومدة التعرض لها وشدتها.

3- أشكال التلوث الضوئي:

يمكن أن يكون التلوث الضوئي على عدة أشكال، وذلك على النحو الآتي (يُنظر: IDA، موقع إليكتروني؛ Breyer، موقع إليكتروني)[5]:

أ- التوهج Glare: التوهج هو التأثير الناتج عن الإضاءة الاصطناعية الساطعة عند تسليطها على العينين بشكل مباشر أو غير مباشر. وتتمثل مصادر التوهج بمصابيح الشوارع المضاءة وأضواء المركبات. ويحدث التوهج المباشر عندما يكون المصباح اللامع موجهاً نحو العين في مكان مظلم، وفي هذه الحالة لا يمكن رؤية الأشياء أو تحديدها مثلما هو الحال عند قيادة السيارة

في الليل، إذ أن الأضواء الساطعة الصادرة من السيارات تقلل من الرؤية وتعرّض السائق المقابل والمشاة وغيرهم من مستخدمي الطرق للخطر. أما التوهج غير المباشر فينتج حينما تنعكس أو تشتت الأضواء من الأسطح المحيطة خصوصاً عندما تكون ملساء وفاتحة اللون، وبذلك فإنه يسبب مشاكل في الرؤية بحيث يصعب تحديد الأشياء.

ب- الوهج السماوي Sky Glow: هذا المصطلح يُستخدم للإشارة إلى غطاء من الإضاءة يشبه القبة تقريباً يغطي سماء المدينة. وينتج من ضوء مصابيح الشوارع واللافتات والإنارة الخارجية للمنازل والمحال التجارية والصناعية الموجه للسماء المفتوحة. ويؤثر هذا الشكل من الوهج على أنماط النمو الطبيعية للكائنات الحية، فضلاً عن صعوبة تنقل الطائرات في الليل (Holker, 2010)[6].

ج- الإضاءة المفرطة Over-illumination: وتحدث نتيجة سوء استخدام الأضواء. ويمكن أن تتسبب الأنوار المتبقية، أو حتى مصابيح الشوارع التي لا يتم ضبطها في التوقيت الصيفي، في إهدار ملايين البراميل من النفط كطاقة. كما يمكن أن يكون لها تأثير اقتصادي يتمثل في رفع تكاليف الطاقة الكهربائية، فضلاً عن تعطيل أنماط النوم الطبيعية للكائنات الحية مثل الحيوانات والإنسان.

د- الإضاءة الفوضوية Light clutter: تنبع من تصميم فاشل أو خاطئ لتركيب أجهزة الإنارة ونوعها في مواقع العمل أو سوء في تخطيط إنارة الطرق والشوارع. وعندما تكون فوضى الإضاءة قوية فإنها بالنتيجة تؤثر سلباً في نظام الحياتي الطبيعي للحيوانات الليلية.

هـ- الإضاءة المتعدية Light Trespass: يعد هذا الشكل من الإضاءة غير المرغوب فيها تعدياً بحق سلامة الأفراد, إذ يصدر من الإنارة الشديدة للمنازل المجاورة أو الطرقات أو المحال التجارية أو لوحات الإعلانات الضوئية، ويتوغل الضوء من خلال نوافذ غرف النوم، مما قد يعيق ويمنع نوم الكثير من الأشخاص (Converse Energy Future، موقع إليكتروني)[7].

4- تأثير التلوث الضوئي في صحة الإنسان

أثبتت الأبحاث العلمية الحديثة أن زيادة فترة التعرض للضوء لها أضرار جسيمة على صحة الإنسان، وأن فرط الإضاءة أو استخدام إضاءة غير مناسبة من حيث التركيب الطيفي، إنما يتسبب بالعديد من المشكلات الصحية مثل زيادة نوبات الصداع، والشعور بالإرهاق، وزيادة الإحساس بالقلق, وأمراض السرطان وارتفاع ضغط الدم ومرض السكّري وغيرها (Dominoni, 2016؛ Khorran, 2014)[8], ولأهمية الموضوع سنناقشه على النحو الآتي:

أ- أمراض القلب وارتفاع ضغط الدم: يعتقد العلماء أن ارتفاع ضغط الدم في هذه الحالات، ينتج بشكل غير مباشر من زيادة مستوى التوتر للمتعرضيّن لفرط الإضاءة. فالمعروف أن زيادة مستوى التوتر تؤدي إلى إفراز الجسم لهرمون الأدرينالين، المسؤول عن وضع الجسم في حالة من

التأهب والاستعداد، من خلال تغيرات بيولوجية وفسيولوجية عديدة، مثل رفع ضغط الدم وزيادة ضربات القلب. ويصيب الجانب العضوي من أجسادنا مباشرةً. هذا الأثر يظهر في شكل ارتفاع لضغط الدم بين الأشخاص المعرضيّن لفرط الإضاءة لساعات طويلة خلال اليوم. وهذا التأثير ربما يطرح تفسيراً جيداً للتنبؤات المستقبلية بأن عدد المصابين بارتفاع ضغط الدم سيصل إلى 1.5 مليار شخص بحلول العام 2025، وهو ما يقارب ربع السكان البشر. وهو ما يعني، إذا ما صح، أن الزيادة المتوقعة ستبلغ حينها قرابة الـ60%، عما كان الوضع عليه في العام 2000 (حكمي، 2012)[9].

ب- مرض السرطان وقلة المناعة والهرمونات: أن التعرض للضوء لفترات طويلة يؤثر في جهاز المناعة من خلال تأثيره في العين والمخ ثم الغدة الصنوبرية, وكذلك من خلال نفاذية الضوء لسطح الجلد، إذ كلما زاد الطول الموجي ازدادت درجة النفاذية عبر النسيج البصري والنسيج الجلدي. إن الخلايا الليمفاوية في الدم تنتج هرمون الميلاتونين الذي يقوم بتنشيط المناعة, وأن هذا الإنتاج يتأثر بالضوء, إذ إنه يثبط الضوء الذي ينفذ من الجلد ويصل للخلايا الليمفاوية التي تسير في الدم قرب سطح الجلد قدرة هذه الخلايا على تكوين وإفراز الميلاتونين مما يؤدي الى نقص المناعة بطريقة غير مباشرة, كما وجد الباحثين أن تعرض الجلد لفترات من الظلام يقوى من مناعة الجسم. وإن التحوّل الأخير إلى الإضاءة الليلية الموفرة للطاقة، التي حولت المصابيح المتوهجة إلى المصابيح البيضاء الباردة ذات الطول الموجي القصير، قد يؤدي إلى زيادة المخاطر الصحية بشكل أكبر (Kernbach *et.al.*, 2013)[10]. وينتج من استثارة الغدة الصنوبرية الموجودة في قاع المخ التي تعد المقياس الداخلي للتغيرات الضوئية، الذي يتم من خلاله تحديد الإيقاع اليومي للعمليات الفسيولوجي، حدوث اختلال في هذا الإيقاع مما يؤدي مثلاً إلى تثبيط إفراز هرمون الميلاتونين المسؤول إلى حد ما عن منع اضطراب ضربات القلب، والوقاية ضد الإصابة ببعض الأمراض السرطانية. وهذه الوظيفة الأخيرة للميلاتونين، يعتقد البعض أن استخدام الإضاءة الليلية، وما ينتج عنها من تثبيط لهرمون الميلاتونين، ربما هي السبب الكامن وراء انتشار الأمراض السرطانية، خصوصاً بين صفوف العاملين في المناوبات الليلية، وبين سكان الدول الصناعية بوجه عام. كل هذه الآثار والتبعات، تظهر لنا بشكل جلي في أن أعضائنا وأجسامنا، إنما تتفاعل بشكل قوي مع البيئة الضوئية المحيطة، وهو التفاعل الذي لابد أن يوضع في الحسبان، لدى سعينا نحو حياة صحية أفضل، خالية من القلق والصداع وارتفاع ضغط الدم (Jones, *et.al.*, 2015؛ Bauer, *et.al.*, 2012)[11].

ج- أمراض السكّري وزيادة الوزن: وجدت الأبحاث المبكرة حول صحة الإنسان، أن الأفراد الذين يعملون طوال الليل يعانون بشكل روتيني من معدلات أعلى من مرض السكّري من النوع

الثاني، وأمراض القلب وغيرها من الأمراض غير المعدية مقارنةً بالعاملين اليوميين (Wyse, *et. al.*, 2011)[12].

د- القلق والاكتئاب وقلة النوم: يتم إفراز هرمون الميلاتونين بصورة طبيعية عند دخول الليل بواسطة غدة صغيرة في الدماغ تعرف باسم الجسم الصنوبري, وتنتشر هذه المادة في الدم وتعطي الإنسان الإحساس بالنعاس. إن إفراز هذه المادة يبدأ مع بداية الظلام ويكون إفرازه بسيطاً ويزداد مع الزمن إلى أن يصل الإفراز ذروته لغاية حلول الصباح، فيتناقص الإفراز بشكل كبير. وقد وجد أن إفراز هذه المادة يقل بالتعرض للضوء، مما يساعد على السهر ويعرض الجسم لعدة أمراض ومنها الشعور بالقلق وقلة النوم والاكتئاب (Tapia-Osorioa, *et.al.*, 2013؛ Ahmed, *et.al.*, 2017)[13].

هـ- اضطراب الساعة البيولوجية: إن توفر الإنارة داخل المنازل وغرف العمل والشوارع والطرقات جعلت الكثير من الناس يغير من ساعته البيولوجية، وهي ساعة يومية يشعر بها الإنسان بالنعاس في أوقات معينة ومحددة من اليوم. وتعمل الساعة البيولوجية عند البشر حسب جداول زمنية ضرورية للحياة وللصحة. وللبشر إيقاعات بيولوجية يومية وأسبوعية وشهرية وسنوية. ويختلف مستوى الهرمون والكيميائيات الأخرى في الدم على مدى هذه الفترات الزمنية. وأن كثير من عمليات الجسم الحيوية تتم بانتظام كل 24 ساعة وتتسق أنشطة الخلايا والغدد والكليتين والكبد والجهاز العصبي بعضها مع بعض، ومع إيقاع النهار والليل في البيئة. فعلى سبيل المثال، عند السفر بالطائرة من شيكاغو إلى لندن في وقت متأخر بعد العصر، تصل لندن وسكانها على وشك أن يبدؤوا يومهم. وسيظل نظامك البيولوجي يعمل حسب توقيت شيكاغو وحسب الوقت في لندن، لذا سوف تصاب بالأرق ليلاً، ويغلب عليك النعاس أثناء النهار، وسوف تعيد ساعتك البيولوجية توقيت نفسها، ولكن ذلك يستغرق عدة أيام (Fonken and Nelson, 2014)[14].

و- تضرر الجلد: وجد بعض الباحثين أن للطيف المنظور من الضوء تأثير مؤذي للجلد، إذ يؤدي إلى إحمرار الجلد وتبقعه والتدمير الحراري لخلايا الجلد، وكذلك إنتاج الشوارد الحرة، هذا إضافةً إلى التدمير غير المباشر للحمض النووي في خلايا الجلد الناتج عن الأكسجين النشط. كما أثبت البعض الآخر أن للضوء تأثير غير مباشر على الجلد من خلال تأثير الضوء في إفراز الميلاتونين، إذ يتأثر الجلد بهرمون الميلاتونين الذي يقوم بدور مهم في وظيفة الجلد الحيوية مثل دورة نمو الشعر, ولون الجلد, وتثبيط سرطان الجلد, كما يعمل على تثبيط تأثير الأشعة فوق البنفسجية التي تدمر خلايا الجلد, وله دور قوي كمضاد للأكسدة. ومن هنا تتضح أهمية فترة الظلام وعدم التعرض الدائم للضوء للحفاظ على الجلد وعلى الحمض النووي لخلاياه من التدمير. وبمساعدة الميلاتونين تبدأ عملية التنظيف والأكسجين النشط في خلايا الجلد الناتجة عن التعرض

للطيف المنظور من الضوء، ليس هذا فحسب إنما إسهامه في تقليل الضرر الناتج من الأشعة فوق البنفسجية على الجلد التي يتعرض الإنسان لها نهاراً في ضوء الشمس.

ز- الصداع والشعور بالإرهاق: إن كثرة التعرض للضوء يسبب درجات مختلفة من التوتر، وزيادة الإحساس بالقلق. فمن المعروف أن الإضاءة المفرطة تعد عاملاً مباشراً ومهماً وراء التعرض لنوبات الصداع النصفي الحاد. وفي إحدى الدراسات البحثية، احتل فرط الإضاءة المرتبة الثانية على قائمة الأسباب التي تؤدي لحدوث نوبات الصداع النصفي بين المصابين، بينما كان فرط الإضاءة هو سبباً رئيساً وراء الإصابة بنوبات الصداع النصفي بين 47% من بين جميع المصابين بهذا المرض. ولا تتوقف العلاقة بين الصداع وبين الإضاءة على درجة الشدة فقط، بل أيضاً على نوع الطيف الضوئي المستخدم، كما في حالة الاعتماد على الضوء الفلوريسنت بدلاً من ضوء الشمس. وأن هذا الاختلال الطيفي، إضافةً إلى شدة الإضاءة، يعدان معاً عاملين مهمين وراء زيادة الإحساس بالإرهاق، خصوصاً بين من يقضون ساعات طويلة في العمل تحت هذا النوع من الإضاءة. وتؤدي هذه الظروف الضوئية نفسها أيضاً، إلى زيادة واضحة في معدلات الشعور بالقلق والتوتر. إذ أثبتت الدراسات الطبية بالفعل، وجود ارتفاع في معدلات التوتر بجميع أعراضه وعلاماته الطبية، بين العاملين أو القاطنين في أماكن أو منازل تستخدم إضاءةً مفرطةً، لاسيما من نوع الفلوريسنت.

هذا ويبين الجدول (1)، أهم التأثيرات التي يمكن أن تصيب الإنسان في حالة تعرضه إلى ظروف متنوعة من الإضاءة.

الجدول (1): التأثيرات الصحية في صحة الإنسان الناتجة عن التلوث الضوئي (الإضاءة الاصطناعية).

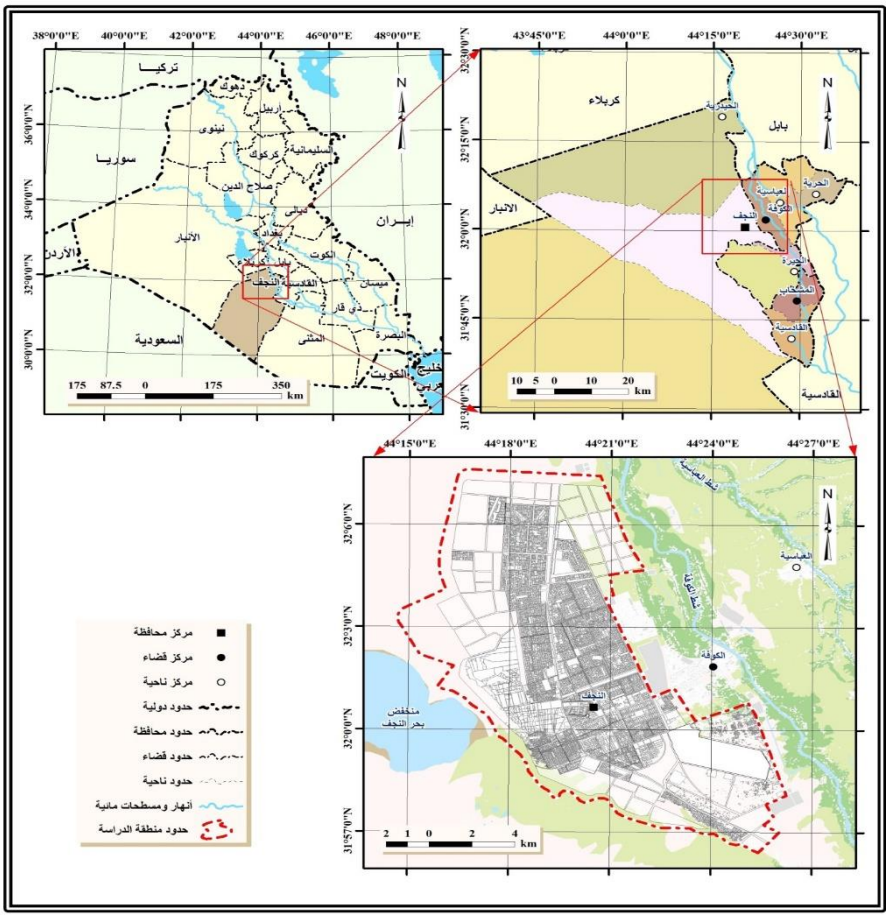
التأثيرات	نوع الإضاءة	التردد (هرتز)
الصداع	تأثيرات بصرية الفلورسنت	100
التأثيرات العصبية السيئة	الفلورسنت	50
التأثيرات العصبية	الضوء الخافت الخاضع للإسراف	75-20
التأثيرات العصبية في حالات الصرع الحساسة للضوء	محفز تفريغ الغازXenon	30 – 60
التأثيرات العصبية	الصمام الثنائي الباعث للضوء	200
تأثيرات عصبية غير متوقعة	شاشة الكمبيوتر	75-42.5
تأثيرات شبكية غير متوقعة	مختلفة	162–76
تأثيرات شبكية غير متوقعة	أنبوب أشعة الكاثود	76
تأثيرات بصرية	فلوريسنت منخفض التردد	100
تأثيرات بصرية	أنبوب أشعة الكاثود	100 - 50
تأثيرات بصرية	فلوريس منخفض التردد	120
تأثيرات بصرية	شاشة الكمبيوتر	110-70

Richard Inger, *et al* ,"*Potential Biological and Ecological Effects of Flickering Artificial Light*" , PLoS ONE 9(5): e98631. doi:10,2014,p2.

5- جغرافية منطقة الدراسة:

تتحدد منطقة الدراســة بمدينة النجف الأشــرف، وتقع من الناحية الفلكية على خط طول ْ44,19 شرقاً وعلى دائرة عرض ْ31,59 شمالاً (الشكل 1).

الشكل (1): موقع منطقة الدراسة (مدينة النجف الأشرف) بالنسبة لمحافظة النجف والعراق،



بالاعتماد على الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية, بغداد، 2017.

جغرافياً، تعد مدينة النجف أحد أهم المراكز الإدارية في محافظة النجف الأشرف. تقع إلى شمالها مدينة الحيدرية بمسافة (40) كم, ومن شرقها مدينة الكوفة بمسافة (10) كم, وتحاذيها من جهة الجنوب الشــرقي تقع مدينة المناذرة بمســافة (25) كم، فيما يقع مجرى نهر الفرات من جهتها الغربية. وتطل المدينة على منخفض بحر النجف. تبلغ مســاحة مدينة النجف الأشــرف حوالي (183كم^2) ضــمن مخططها الأســاســي لعام 2018. ويتمثل موضــع المدينة فوق ربوة مرتفعة تؤلف جزءاً من حافة هضــبة صــحراوية ذات الصــخور الرملية, وتشــرف تلك الربوة من جهة الجنوب الشـرقي على منخفض بحر النجف، فيما تطل من جهتي الشـمال والشـمال الغربي على فضاء فسيح تمثله مقبرة وادي السلام، أما ناحيتها الشرقية فتتمثل بالأرض المنحدرة باتجاه مدينة الكوفة في حين جهتها الغربية عبارة عن أراض جرداء يمثلها القسم الشرقي من الهضبة الغربية.

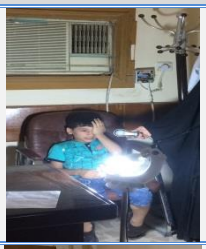
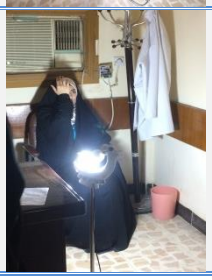
يتصـــف مُناخ مدينة النجف بكونه قاري, إذ تبلغ درجة القارية (52) ويســـجل المدى الحراري السنوي (26 مْ) ونسبة التأثيرات البحرية 9%، ويعد بذلك حار وجاف صيفاً, وبارد تتخلله بعض الأمطار شـتاءً, وتكون الرياح الشـمالية الغربية هي الرياح السـائدة على المدينة (الموسـوي وأبو رحيل، 2013). تتصـف تربة منطقة الدراسـة بأنها صـحراوية جبسـية مختلطة أو رملية أو رملية مزيجية، وأحياناً تغطيها طبقة من الحصـــى، وبســـبب خصـــائصـــها هذه فإنها تتعرض لعمليات التفريغ الهوائي نتيجة لعوامل التعرية المتعددة. هذا ويرجع التكوين الجيولوجي لمنطقة الدراسة إلى الزمن الثلاثي والرباعي الذي يضم عصر البلايستوسين والهولوسين (الزاملي، 2001)[15].

هذا ويبلغ أجمالي عدد ســـكان مدينة النجف حســـب التقديرات الســـكانية لســـنة 2017 نحو (762713) نسمة (وزارة التخطيط، 2017)، يتوزعون على حوالي (49) حياً سكنياً.

إجراءات التجربة

أجرى الباحثان بتاريخ (2017/4/4)، تجربة عملية لغرض التعرف من خلالها على التأثيرات الصحية الناتجة من شدة الإضاءة المسلطة على مجموعة من المتطوعين ضمن سكان منطقة الدراسة. إذ تم أخذ عينة مصغّرة من المجتمع مؤلفة من (12) شخصاً، ينقسمون بالتساوي إلى ذكور وإناث، وبأعمار مختلفة، تتراوح ما بين (6 – 65) عاماً. وتم تعريضهم إلى مستويات متباينة من الشدة الضوئية وعلى مسافات مختلفة بواسطة مصباح فلوريسنت أبيض مُثبّت ضمن مستوى الناظر، مع إخفات مستوى الإضاءة العامة لغرفة الفحص. علماً أن التجربة تم أجرؤها في المركز الوطني للصحة والسلامة المهنية في محافظة النجف الأشرف، شعبة فحص البصر، وبمساعدة كادر متخصص في فحص البصر (الشكل 2).

الشكل (2): صور مختلفة لفحص عينة المتطوعين في أثناء التجربة.

الجنس	صورة	الجنس	صورة
ذكر		ذكر	
أنثى		أنثى	
ذكر		ذكر	
أنثى		أنثى	

النتائج

من خلال نتائج التجربة، ومثلما مبين في الجدولين (2) و(3), يُلاحظ إنه عندما تكون شدة الإضاءة بمقدار (700)Lux, تسبب تشوشاً حاداً في البصر وانعدام التركيز ودمعان وحرقة للعيون وشعور بعد الارتياح وتشابك الألوان وعدم وضوح الصورة وبلد بالعين ومن ثم شعور بالصداع. أما عندما تكون شدة الإضاءة بمقدار (90)Lux, فإن الأعراض تتمثل بتشوش النظر وانعدام التركيز وعدم الارتياح وغشاوة على البصر. وحين تنخفض شدة الإضاءة لتبلغ (50)Lux, لأنها لا تسبب سوى حرقة في العين وشعور بعدم الارتياح، إلا أن النظر يكون واضحاً. أما حينما تكون شدة الإضاءة بمقدار (10)Lux فقط، فإن النظر يكون واضحاً ومرتاحاً.

من ناحية أخرى، أثبتت النتائج المتحصلة من هذه العينة عند توجيه بعض الأسئلة لهم تتعلق بالأعراض الصحية من جراء التلوث الضوئي، أنهم جميعهم يشعرون بالاكتئاب في حالة السهر وقلة النوم فيها. وأن نحو (10) منهم يعتقدون أن السهر والأكل في أوقات متأخرة قد سبب لهم زيادة ملحوظة في الوزن. وأنهم في حالة السهر يشعرون باضطراب ساعتهم البيولوجية فضلاً عن معاناتهم من صداع في صباح اليوم التالي. وكل ذلك يرتبط بالبقاء معرضين للضوء في أثناء حالة السهر ليلاً (الجدول 4 و 5).

الجدول (2): تجربة تأثير شدة الضوء بمسافات مختلفة في حاسة البصر والشعور بأعراض صحية لعينة من المتطوعين في منطقة الدراسة.

ت	الجنس	المستوى العلمي	العمر	درجة الفحص بتهوية قبل بدء التجربة	شدة الإضاءة اعتمادا على ضوء نوافذ فحص البصر فقط والبعد 6 م	الشعور	درجة الفحص والضوء عن مسافة 1م	شدة الإضاءة والضوء عن مسافة 1 م	الشعور	درجة الفحص والضوء عن مسافة 3 م	شدة الإضاءة	الشعور	درجة الفحص والضوء عن مسافة 6 م	شدة الإضاءة	الشعور
1	أنثى	ابتدائي	(6-12)	6\6	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6	700 LUX	تشوش بالنظر وغير مرتاح	6\6	90 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح	6\6	50 LUX	النظر واضح وغير مرتاح
2	ذكر	ابتدائي	(6-12)	6\6	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6	700 LUX	تشوش بالنظر وغير مرتاح	6\6	90 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح	6\6	50 LUX	النظر واضح وغير مرتاح
3	أنثى	متوسطة	(13-15)	6\6	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6	700 LUX	الوان تختلف والصورة غير واضحة وغير مرتاح	6\6	90 LUX	غشاوة وعدم ارتياح	6\6	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
4	ذكر	متوسطة	(13 -15)	6\6+ نظارة طبية	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6+ نظارة طبية	700 LUX	الوان تختلف والصورة غير واضحة وحرقة بالعيون وغير مرتاح	6\6+ نظارة طبية	90 LUX	غشاوة وعدم ارتياح	6\6+ نظارة طبية	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
5	أنثى	أعدادي	(16 -18)	6\6	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6	700 LUX	تشوش بالنظر وغير مرتاح	6\6	90 LUX	غشاوة وعدم ارتياح	6\6	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني

يتبع

															وغير مرتاح
6	ذكر	أعدادي	(16 -18)	6\6	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6	700 LUX	تشوش بالنظر دموع وغير مرتاح	6\6	90 LUX	غشاوة وعدم ارتياح	6\6	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
7	أنثى	كلية	(19 -25)	6\6 + نظارة طبية	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6 + نظارة طبية	700 LUX	تشوش بالنظر وبلد بالعين وحرقة وغير مرتاح	6\6 + نظارة طبية	90 LUX	غشاوة وعدم ارتياح	6\6 + نظارة طبية	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
8	ذكر	كلية	(19 -25)	6\6+ نظارة طبية	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6+ نظارة طبية	700 LUX	تشوش بالنظر وبلد بالعين وحرقة وغير مرتاح	6\6+ نظارة طبية	90 LUX	غشاوة وعدم ارتياح	6\6+ نظارة طبية	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
9	أنثى	خريج	(26 -40)	6\6	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6	700 LUX	تشوش بالنظر وصداع وحرقة بالعيون وغير مرتاح	6\6	90 LUX	تشوش بالنظر وغير مرتاح	6\6	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
10	ذكر	خريج	(26 -40)	6\6	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6	700 LUX	تشوش بالنظر وصداع وحرقة بالعيون وغير مرتاح	6\6	90 LUX	تشوش بالنظر وغير مرتاح	6\6	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
11	أنثى	متقاعد	(41-65)	6\6+ نظارة طبية	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6+ نظارة طبية	700 LUX	تشوش بالنظر وعدم تركيز ودمعان وحرقة في العيون وغير	6\6+ نظارة طبية	90 LUX	تشوش بالنظر وعدم تركيز وغير مرتاح	6\6+ نظارة طبية	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح
12	ذكر	متقاعد	(41-65)	6\6+ نظارة طبية	10 LUX	واضح ومرتاح	6\6+ نظارة طبية	700 LUX	تشوش بالنظر وعدم تركيز ودمعان وحرقة في العيون وغير مرتاح	6\6+ نظارة طبية	90 LUX	تشوش بالنظر وعدم تركيز وغير مرتاح	6\6+ نظارة طبية	50 LUX	افضل من الذي قبله ولكن حرقة في عيني وغير مرتاح

المصدر : العمل المختبري.

الجدول (3): الرؤية والشعور لعينة من سكان مدينة النجف الأشرف عند تعرضهم لمسافات وشدد ضوئية مختلفة.

التسلسل	1								2				3				4
شدة الإضاءة	Lux 700								Lux 90				Lux 50				Lux 10
البعد عن المصباح بالأمتار	1								3				6				6
الرؤيا والشعور	تشوش حاد بالنظر	عدم تركيز	دمعان	حرقة بالعيون	غير مرتاح	ألوان تختلف والصورة غير واضحة	يلد بالعين وصداع	تشوش بالنظر	عدم تركيز	غير مرتاح	غشاوة	حرقة في العين	غير مرتاح	النظر واضح	واضح ومرتاح

المصدر: اعتماداً على الجدول (2).

الجدول (4): الأعراض الصحية للعينة المدروسة في حالة السهر ليلاً.

ت	الجنس	المرحلة العلمية	العمر	رغبة بالأكل في الليل	رغبة بعدم الأكل في النهار	الاكتئاب	ضعف بالبصر	صداع نصفي	السمنة	تغيير في الساعة البيولوجية
1	أنثى	ابتدائي	(6-12)	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم	كلا	نعم
2	ذكر	ابتدائي	(6-12)	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم	كلا	نعم
3	أنثى	متوسطة	(13-15)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
4	ذكر	متوسطة	(13- 15)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
5	أنثى	أعدادي	(16- 18)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
6	ذكر	أعدادي	(16- 18)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
7	أنثى	كلية	(19- 25)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
8	ذكر	كلية	(19- 25)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
9	أنثى	خريج	(26- 40)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
10	ذكر	خريج	(26- 40)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
11	أنثى	متقاعد	(41-65)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
12	ذكر	متقاعد	(41-65)	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
			المجموع	12	12	12	10	12	10	12

المصدر: العمل المختبري.

الجدول (5): نسب الأعراض الصحية للعينة المدروسة في حالة السهر ليلاً.

الشعور أثناء وبعد السهر	رغبةً في الأكل في الليل	رغبةً بعدم الأكل في النهار	الاكتئاب	ضعف بالبصر	صداع نصفي	السمنة	تغيير في الساعة البيولوجية	المجموع
العدد	12	12	12	10	12	10	12	80
النسبة	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%

المصدر: اعتماداً على الجدول (4).

وعلى هذا الأساس يمكن تلخيص نتائج هذه التجربة بما يخدم الدراسة الحالية، واقتراح **معيار** يمكن من خلاله تطبيقه في تحديد التأثير الصحي الذي يمكن أن ينتج عن التلوث الضوئي، كما موضّح في الجدول (6).

الجدول (6): معيار التأثيرات الصحية للتلوث الضوئي وفق نتائج التجربة التي أجرتها الدراسة الحالية.

التأثير الصحي	الشدة الضوئية Lux ووصفها	المسافة عن مصدر الضوء (متر)
تشوش حاد للبصر عدم تركيز دمعان حرقة بالعيون عدم ارتياح تداخل الألوان وعدم وضوح الصورة بلد بالعين وصداع	700 تلوث ضوئي شديد عالي	1
تشوش البصر عدم تركيز عدم ارتياح غشاوة	90 التلوث ضوئي متوسط	3
حرقة في العين النظر واضح عدم ارتياح نسبي	50 التلوث ضوئي خفيف	6
واضح ومرتاح	10 لا يوجد تلوث ضوئي	6

المصدر: من عمل الباحثين بناءً على نتائج الجدول (2).

المناقشة

استناداً إلى المعيار المقترح، تم ربط الظاهرة المدروسة المتمثلة بالتلوث الضوئي ممثلةً بمستويات شدة الضوء مع متغير المساحة والسكان والتأثير الصحي للتلوث الضوئي. لذا تم اعتماد إنتاج خريطة بطريقة توزيع الظاهرة مساحياً للبيانات ذات الموقع النقطي عبر الاستعانة ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 9.3)، من خلال إيجاد القيم الوسطية للنقاط بطريقة التوليد المكاني (Spatial interpolation)، التي تضم مجموعة من الطرائق، إلا إننا اعتمدنا في دراستنا الحالية الطريقة المساحية (IDW) والمعروفة بـ(Invers distance weight)، لمعرفة التباين المكاني والتدرج المساحي لمستويات شدة الإضاءة في منطقة الدراسة.

وفي هذه الحالة، يتم الحصول على إمكانية تعميم نقاط القياس على المساحة الواقعة بين النقط المجاورة، وهذه الطريقة مفيدة جداً لقياس التأثير الواقعي للظاهرة ضمن مساحة معينة، على وفق ما موصوف في (كرم الله وأخرون، 2013).

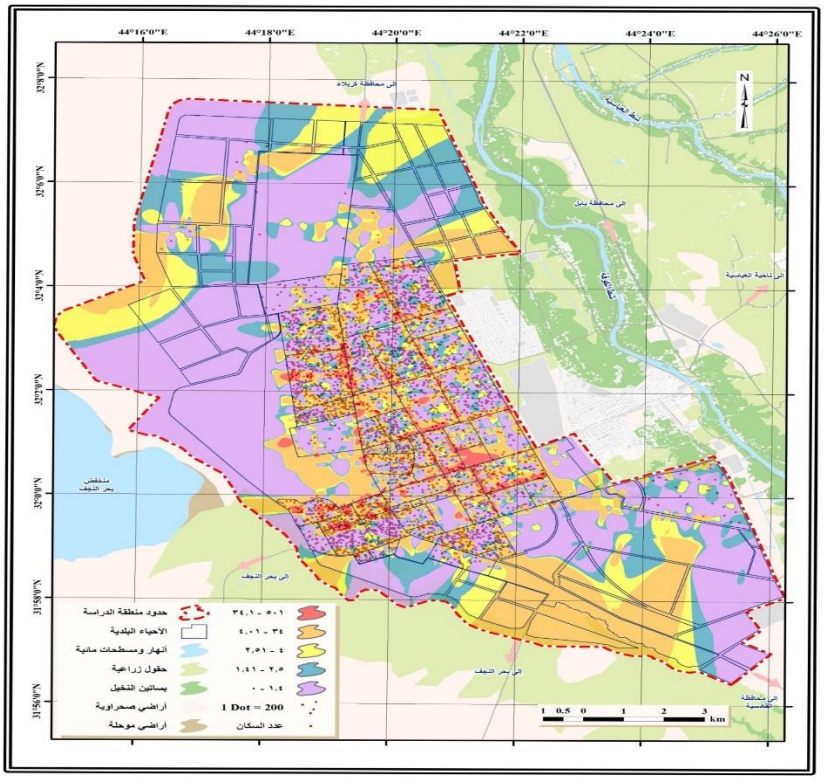
ومن أجل اختبار **المعيار**، تم إجراء مسح حقلي موّسع لقياس مستويات الشدة الضوئية لمنطقة الدراسة، وربطها مع بيانات عدد السكان لكل منطقة سكنية، وبيانات تجربة تأثير شدة

الإضاءة المبينة في الجدول (6). ومن ثم أسقاطها كلها خرائطياً باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية بطريقة دمج الطبقات (Layers)، بغية الحصول على خريطة تجمع أكثر من ظاهرة، وذلك لغرض احتساب المساحة الفعلية التي تغطيها فئات شدة الإضاءة, وعدد السكان لكل فئة منها, وتحديد المناطق الملوثة والآمنة ضوئياً، وبالنتيجة تحديد عدد السكان المتأثرين ضمن المناطق الملوثة والآمنة استناداً إلى المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، لينتج في المحصلة الشكل (3).

إضافة إلى ذلك، تم احتساب المساحات الفعلية التي تغطيها فئات شدة الإضاءة ونسبها المئوية بين كل فئة وأخرى تبعاً للمساحة الكلية لمنطقة الدراسة بدلالة الشكل (4-3)، إذ تبيّن النتائج توزيع شدة الإضاءة حسب خمس فئات مدرجة في الجدول (7). إن الفئة الأولى لشدة الضوء المحصورة بين (0-1.4) تمثل أكبر مساحة متأثرة بالتلوث الضوئي من منطقة الدراسة، حيث تبلغ (8506) هكتار بنسبة (46)% من المساحة الإجمالية لمدينة النجف الأشرف، ويليها في التسلسل الفئة الرابعة لشدة الضوء المحصورة بين (4.01- 34)، إذ تبلغ مساحتها من منطقة الدراسة (4128)هكتار بنسبة (22)% من المساحة الإجمالية للمدينة. ثم تلي ذلك الفئة الثانية والثالثة على التوالي، إذ تبلغ مساحتهما من منطقة الدراسة (2903 و 2366) هكتاراً وبنسب (16 و 13)%, أما أقل مساحة متأثرة فتكون ضمن الفئة الخامسة (34.01 - 501) وتبلغ (472) هكتاراً بنسبة (3)% فقط.

تم احتساب المساحات الفعلية التي تغطيها فئات شدة الإضاءة ونسبها المئوية بين كل فئة وأخرى تبعاً للمساحة الكلية لمنطقة الدراسة بدلالة الشكل (4-3)،إذ تبيّن النتائج توزيع شدة الإضاءة حسب خمس فئات مدرجة في الجدول (4-7). إن الفئة الأولى لشدة الضوء المحصورة بين (0-1.4) تمثل أكبر مساحة من منطقة الدراسة وتقع ضمن المساحة الامنة من تاثير التلوث الضوئي، حيث تبلغ (85.06) كم2بنسبة (46)% ويبلغ عدد السكان ضمن هذه الرقعة الجغرافية (319.148) نسمة فعليا من المساحة الإجمالية لمدينة النجف الأشرف، ويليها في التسلسل الفئة الرابعة لشدة الضوء المحصورة بين (4.01- 34)،إذ تبلغ مساحتها من منطقة الدراسة (41.28)كم2بنسبة (22)% ويبلغ عدد السكان ضمن هذه الفئة (202.287) نسمة من المساحة الإجمالية للمدينة وتقع ضمن المساحة الامنة من تاثير التلوث الضوئي. ثم تلي ذلك الفئة الثانية والثالثة على التوالي،إذ تبلغ مساحتهما من منطقة الدراسة (29.03 و23.66)كم2 وبنسب (16 و 13)% ويبلغ عدد السكان المتأثرين (181.307) نسمة, أما أقل مساحة فتكون ضمن الفئة الخامسة (34.01 - 501) وتبلغ (4.72) كم2 بنسبة (3)% فقط ويبلغ عدد السكان المتأثرين (59.971) نسمة الا انها تعتبر من المساحات الاكثر خطورة على السكان من تاثيرات التلوث الضوئي.

الشكل (3): التوزيع الجغرافي للتأثير الصحي ومستويات شدة التلوث الضوئي في مدينة النجف الأشرف باستخدام المعيار المقترح في الدراسة الحالية.



الجدول (7): المساحة المتأثرة فعلياً بمستويات التلوث الضوئي في مدينة النجف الأشرف.

ت	قيمة الفئة	المساحة الفعلية المتأثرة بـ (الهكتار)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)
1	1.4 – 0	8506	46%
2	2.5 – 1.41	2903	16%
3	4 – 2.51	2366	13%
4	34 – 4.01	4128	22%
5	501 – 34.01	472	3%
المجموع		18375	100%

المصدر : اعتماداً على الشكل (3).

الاستنتاج

1-إن وضع معيار لقياس تأثير التلوث الضوئي في الصحة البشرية يعد ضرورياً لتحديد طبيعة الأعراض الصحية التي يمكن أن تنتج عن هذا النوع من التلوث.

2-يبدو المعيار المقترح في الدراسة الحالية مفيداً بعد استخلاص النتائج من عينة من المتطوعين، وبيان التأثيرات الصحية عند كل مستوى من الشدة الضوئية.

3-يبدو المعيار المقترح قابلاً للتطبيق في الحقل؛ فعند إجراء مسح حقلي لمستويات شدة الإضاءة في منطقة الدراسة وربطها بدرجات المعيار المقترح، تبيّن أن بالإمكان تحديد المناطق التي تعاني من تأثيرات التلوث الضوئي على وفق ذلك.

4-يمكن من خلال تطبيق المعيار أيضاً، استخلاص المساحات المتأثرة بالتلوث الضوئي وتصنيفها حسب مستوى الخطورة.

5-قد يكون المعيار المقترح بحاجة إلى مزيد من الاختبار والتعديل، ليكون مناسباً مع بيئات حضرية مختلفة.

الهوامش

[1] سليمان، 2011
[2] حكمي، 2012
[3] IDA، موقع إليكتروني
[4] أبو اللبن، 2001
[5] يُنظر: IDA، موقع إليكتروني؛ Breyer، موقع إليكتروني
[6] Holker, 2010
[7] Converse Energy Future، موقع إليكتروني
[8] Dominoni, 2016؛ Khorran, 2014
[9] حكمي، 2012
[10] Kernbach *et.al.*, 2013
[11] Bauer, *et.al.*, 2012؛ Jones, *et.al.*, 2015
[12] Wyse*, et. al.*, 2011
[13] Ahmed, *et.al.*, 2017؛ Tapia-Osorioa, *et.al.*, 2013
[14] Fonken and Nelson, 2014
[15] الزاملي، 2001

المراجع

1-أبو اللبن, فاطمة محمد أسعد (2001), تأثير التلوث الضوئي على الأرصاد الفلكية, رسالة ماجستير, معهد علوم الأرض والبيئة والفضاء, جامعة آل البيت, عمّان، ص 14.

2-حكمي, عبد الرحيم رفدان (2012), التلوث الضوئي: آثاره السلبية العديدة والحلول, ط1، مكتبة الملك فهد الوطنية, الرياض، ص21، 59-73.

3-الزاملي، عايد جاسم (2001), تحليل جغرافي لتباين أشكال سطح الأرض في محافظة النجف, رسالة ماجستير (غير منشورة), كلية الآداب, جامعة الكوفة, ص59.

4-سليمان, محمد محمود (2011)، جغرافية البيئات, ط1، منشورات جامعة دمشق، دمشق، ص404.

5-كرم الله، حسن عداي وأخرون (2013), التمثيل الكارتوغرافي لمستويات وتأثيرات التلوث بغاز أحادي أكسيد الكربون في مدينة البصرة, مجلة علوم ذي قار, المجلد 4 (1), ص 108.

6-الموسوي، علي صاحب طالب وأبو رحيل، عبد الحسن مدفون (2013)، مناخ العراق, ط1، مطبعة الميزان, النجف الأشرف, جداول ص 23، 161, 239، 247.

7-وزارة التخطيط (2017), مديرية إحصاء محافظة النجف الأشرف, تقديرات سكان محافظة النجف حسب البيئة والجنس والوحدات الإدارية, بيانات غير منشورة.

8- Ahmed, H.G., et. al., (2017), Light Pollution Associated with Delayed SleepTime: A Major Hygienic Problem in Saudi Arabia, Journal of Behavioral and Brain Science, 7, 125-136. https://doi.org/10.4236/jbbs, pp. 125-136.

9- Bauer, S.E., et. al, (2012), A case-referent study: light at night and breast cancer risk in Georgia,International Journal of Health Geographics, pp. 2-10.

10- Conserve Energy Future, What is Light Pollution, Available on: https://www.conserve-energy-future.com/types-causes-and-effects-of-light-pollution.phphttps://www.conserve-energy-future.com/types-causes-and-effects-of-light-pollution.php, Access: 23/3/2018.

11- Dominoni, D.M.,et. al. (2016), Light at night, clocks and health: from humans to wild organisms,oyalsocietypublishing.org, Biol. Lett. 12: 20160015. Pp.1-4.

12- Fonken, L.K. and Nelson, R.J., (2014), The Effects of Light at Night on Circadian Clocks and Metabolism, Endocrine Reviews, doi: 10.1210/er.2013-1051, edrv.endojournals.org, pp. 648–670.

13- Hölker, F., et. al. (2010),The Dark Side of Light : A Transdisciplinary Research Agenda for Light, Ecology and Society 15 (4): 13. doi:10.1890/080129.pp.2-7.

14- Inger, R. et. al., (2014), Potential Biological and Ecological Effects of Flickering Artificial Light, PLoS ONE 9 (5): e98631. doi:10, p.2.

15- International Dark-sky Association (IDA), What is Light Pollution?, Available on: http://www.darksky.org/light-pollution, Access: 22/3/2018.

16- Jones T.M., et. al, (2015), Melatonin: a possible link between the presence of artificial light at night and reductions in biological fitness, rstb.royalsocietypublishing.org Phil. Trans. R. Soc. B 370: 20140122, pp. 5-7.

17- Kernbach, M.E., et. al. (2013), Light Pollution Increases West Nile Virus Competence in a Ubiquitous Passerine Reservoir Species, http://dx.doi.org/10.1101/269209, p. 3.
18- Khorram, A., et. al. (2014), Light Pollution, a World Problem, Health Scope; 3 (4): e24065,p. 2.
19- Breyer, M., 5 Types of Light pollution and their Environmental Impact, Available on: https://www.treehugger.com/conservation/5-types-light-pollution-and-their-impact.html, Access: 26/3/2018.
20- Tapia-Osorioa, A., et. al., (2013), Disruption of circadian rhythms due to chronic constant light leads to depressive and anxiety-like behaviors in the rat, Elsevier http://dx.doi.org/10.1016/j., pp. 1-7.
21- Wyse, C.A., et. al., (2011), Circadian desynchrony and metabolic dysfunction; did light pollution make us fat?, Elsevier, Medical Hypotheses,pp. 1139–1144.