

تحليل جغرافي للتلوث الضوئي في المناطق السكنية لمدينة النجف الأشرف ((المصادر والمستويات))

المدرس المساعد

زينب عبدالرزاق التغلبي

جامعة الكوفة - كلية التخطيط العمراني

الاستاذ المساعد الدكتور

شكري إبراهيم الحسن

جامعة البصرة - كلية الآداب

A Geographical Analysis of the Light Pollution in Residential Districts in Najaf City: Sources and Registered Levels

Zainab AR. Al-Taghlubi

**Lecturer, Department of Environmental Planning,
Faculty of Urban Planning, University of Kufa, Iraq**

Dr. Shukri I. Al-Hassen

**Assistant Professor,
Department of Geography & GIS,
Faculty of Arts, University of Basra, Iraq**

Abstract:

The study aims at identifying the external and internal sources of light pollution in the residential areas of the holy city of Najaf and measuring the intensity levels of the light produced by it, considering that this increasing type of pollution has become important lately.

Measurements (by Light Meter CEM DT-8820) were carried out on different samples within the study area to determine the level of light pollution from different residential units and to measure the intensity of light both indoor and outdoor. The levels recorded were compared with some criteria and were often higher than the health level.

The field survey and the geographical distribution of light pollution in residential areas showed that there are hot spots with high levels of intensity, and these areas may increase in size and danger in the future, while increasing the excessive use of lighting and urban expansion for residential use in the study area.

Keywords

Light pollution, Residential area, Residential unit, Residential land use, Najaf city.

الملخص :

تهدف الدراسة إلى تحديد مصادر الخارجية والداخلية للتلوث الضوئي في المناطق السكنية لمدينة النجف الأشرف، وقياس مستويات شدة الضوء الصادرة عنها؛ باعتبار أن هذا النوع المتزايد من التلوث أصبح مهماً في الآونة الأخيرة.

أجريت قياسات (بجهاز Light Meter CEM DT-8820) على عينات مختلفة ضمن منطقة الدراسة، لتحديد مستوى التلوث الضوئي الناتج عن وحدات سكنية مختلفة، وقياس شدة الإضاءة في داخلها وفي خارجها على حد سواء. وتم مقارنة المستويات المسجلة مع بعض المعايير، وتبين أنها ترتفع عن المستوى الصحي في كثير من الأحيان.

أظهر المسح الحقلية والتوزيع الجغرافي للتلوث الضوئي في المناطق السكنية، أن هنالك بؤراً ساخنة تمثل فيها مستويات عالية من الشدة الضوئية، وربما تزداد رقعة هذه البؤر وخطورتها في المستقبل تزامناً مع زيادة الاستخدام المفرط للإضاءة والتوسع العمراني للاستعمال السكني في منطقة الدراسة.

الكلمات الرئيسية : تلوث ضوئي، شدة الضوء، منطقة سكنية، وحدة سكنية، استعمال سكني، مدينة النجف..، الجيومرفية، الداينميكية، التعرية، التصادمية، التعرية

المقدمة

١ - الإطار النظري:

تعد الدراسة الأولى من نوعها التي تناقش مشكلة التلوث الضوئي باعتباره صنفاً جديداً من أصناف التلوث. وتهدف إلى تحديد دور الاستعمال السكني بوصفه مصدراً للتلوث الضوئي في مدينة النجف الأشرف، وبيان مستويات هذا التلوث وتوزيعها الجغرافي وتحليل أسبابه. وتقوم الدراسة على مشكلة مفادها أن الاستخدام المفرط للإضاءة المنزلية الاصطناعية الخارجية والداخلية بات يمثل مصدراً مهماً لتعزيز هذا النوع من التلوث في الآونة الأخيرة. وعلى هذا تفترض الدراسة أن الاستعمال السكني في مدينة النجف الأشرف يشكل مصدراً رئيساً لانتشار التلوث الضوئي ضمن منطقة الدراسة. ولعل أهمية الدراسة وتبريرها تكمن في كونها الدراسة الجغرافية المسحية الأولى التي تعالج هذا الموضوع الحديث نسبياً.

٢ - تعريف التلوث الضوئي:

يُعرف التلوث الضوئي Light Pollution على إنه "تغيير المعدل الطبيعي المعتاد للإضاءة التي اعتادت عليها الكائنات الحية ومنها الإنسان وهو ينتج عن الإضاءة الشديدة المبهرة" (سليمان، ٢٠١١). ويُعرف أيضاً أنه "الإضاءة غير المستهدفة لغرض محدد ضوء ساطع ومشرق ومبهر وبراق ومتوهج يحير البصر من شدة الضياء" (حكيم، ٢٠١٢). كما عرفه الاتحاد الدولي للسماء المعتمدة International Dark-Sky Association (IDA)، بأنه "الإضاءة غير المحمية بشكل صحيح، مما يسمح بتوجيه الوهج الصادر من الإضاءة إلى العينين والسماء ليلاً" (IDA، موقع إلكتروني). ويعرفه 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 اللين، ٢٠٠١).

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.

٣- أشكال التلوث الضوئي:

- يمكن أن يكون التلوث الضوئي على عدة أشكال، وذلك على النحو الآتي (ينظر: IDA، موقع إلكتروني؛ Breyer، موقع إلكتروني):
- 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 الالامع 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 وتعرض 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 وفاقحة 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).
- 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 الصيبي، 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.

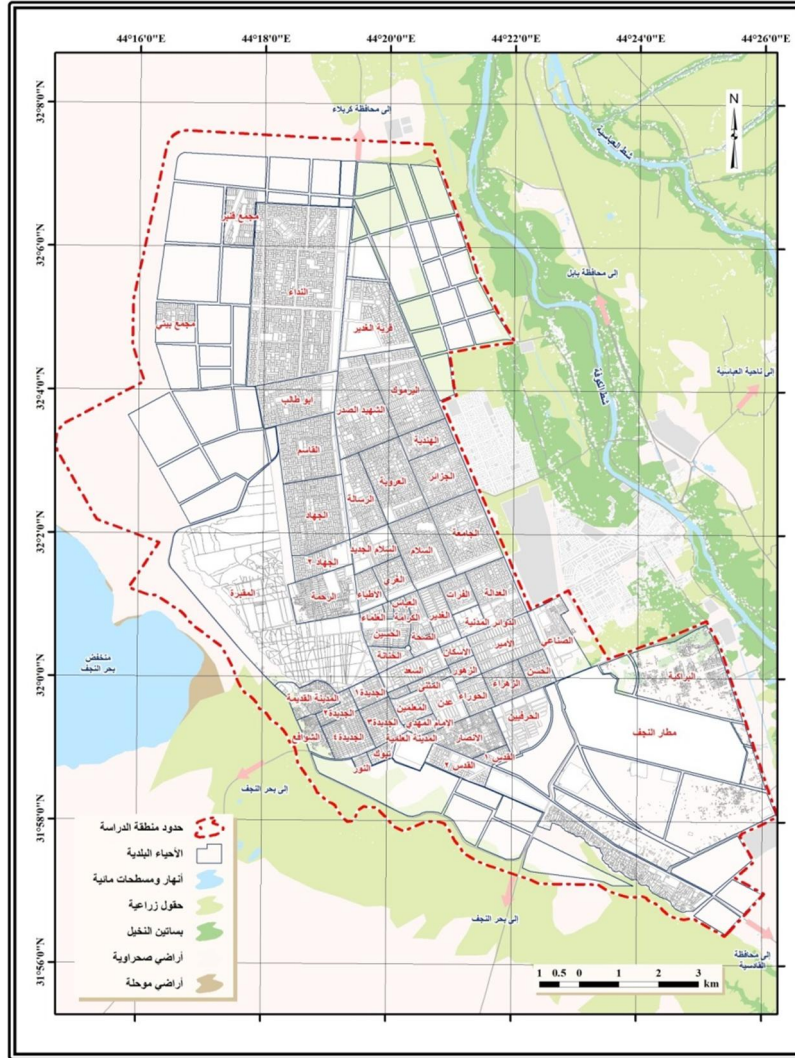
هـ- الإضاءة المتعدية Light Trespass: يعد هذا الشكل من الإضاءة غير المرغوب فيها تعدياً بحق سلامة الأفراد، إذ يصدر من الإنارة الشديدة للمنازل المجاورة أو الطرقات أو المحال التجارية أو لوحات الإعلانات الضوئية، ويتوغل الضوء من خلال نوافذ غرف النوم، مما قد يعيق وينع نوم الكثير من الأشخاص (Converse Energy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

٤- جغرافية منطقة الدراسة:

تحدد منطقة الدراسة بمدينة النجف الأشرف، وتقع من الناحية الفلكية على خط طول ٤٤,١٩ شرقاً وعلى دائرة عرض ٣١,٥٩ شمالاً (الشكل ١). جغرافياً، تعد مدينة النجف أحد أهم المراكز الإدارية في محافظة النجف الأشرف. تقع إلى شمالها مدينة الحيدرية بمسافة (٤٠) كم، ومن شرقها مدينة الكوفة بمسافة (١٠) كم، وتحاذيها من جهة الجنوب الشرقي تقع مدينة المناذرة بمسافة (٢٥) كم، فيما يقع مجرى نهر الفرات من جهتها الغربية. وتطل المدينة على منخفض بحر النجف. تبلغ مساحة مدينة النجف الأشرف حوالي (١٨٣ كم^٢) ضمن مخططها الأساسي لعام ٢٠١٨. ويتمثل موضع المدينة فوق ربوة مرتفعة تؤلف جزءاً من حافة هضبة صحراوية ذات الصخور الرملية، وتشرف تلك الربوة من جهة الجنوب الشرقي على منخفض بحر النجف، فيما تطل من جهتي الشمال والشمال الغربي على فضاء فسيح تمثله مقبرة وادي السلام، أما ناحيتها الشرقية فتتمثل بالأرض المنحدرة باتجاه مدينة الكوفة في حين جهتها الغربية عبارة عن أراضٍ جرداء يمثلها القسم الشرقي من الهضبة الغربية. يتصف مناخ مدينة النجف بكونه قاري، إذ تبلغ درجة الحرارة (٥٢) ويسجل المدى الحراري السنوي (٢٦ م) ونسبة التأثيرات البحرية ٩٪، ويعد بذلك حار وجاف صيفاً، وبارد تتخلله بعض الأمطار شتاءً، وتكون الرياح الشمالية الغربية هي الرياح السائدة على المدينة (الموسوي وأبو رحيل، ٢٠١٣). تتصف تربة منطقة الدراسة بأنها صحراوية جبسية مختلطة أو رملية أو رملية مزيجية، وأحياناً تغطيها طبقة من الحصى، وبسبب خصائصها هذه فإنها تتعرض لعمليات التفريغ الهوائي نتيجة لعوامل التعرية المتعددة. هذا ويرجع التكوين الجيولوجي لمنطقة الدراسة إلى الزمن الثلاثي والرابعي الذي يضم عصر البلايستوسين والهولوسين (الزاملي، ٢٠٠١).

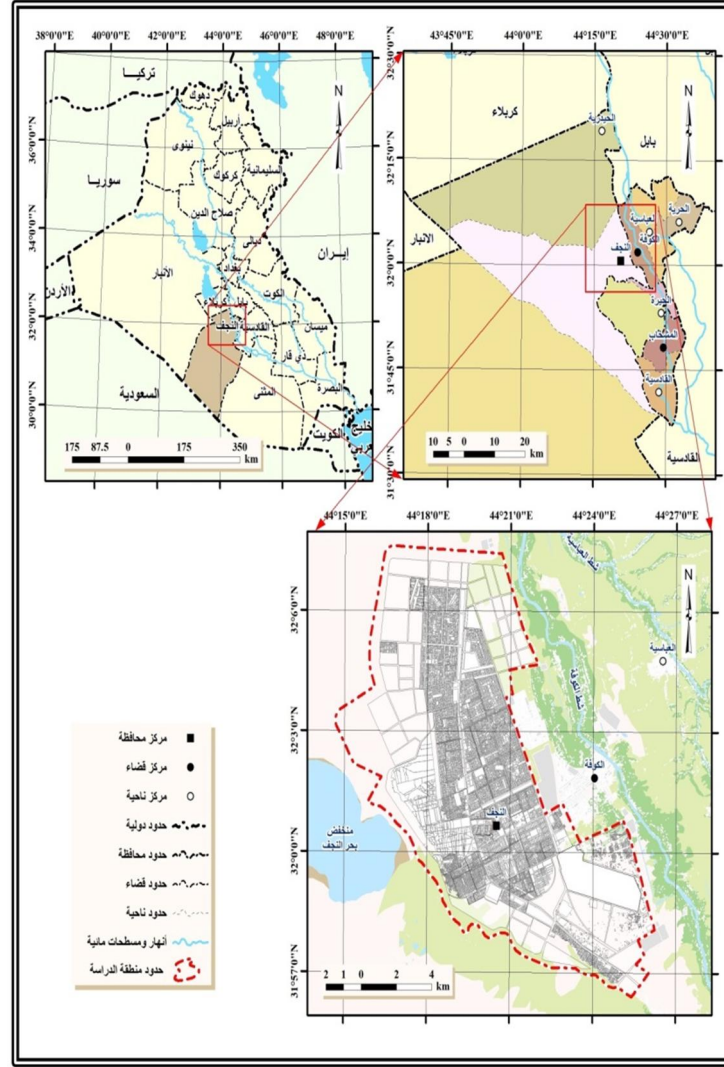
نحو (٧٦٢٧١٣) نسمة (وزارة التخطيط، ٢٠١٧)، يتوزعون على حوالي (٤٩) حياً سكنياً، مثلما مبين في الشكل (٢).

الشكل (١): موقع منطقة الدراسة (مدينة النجف الأشرف) بالنسبة لمحافظة النجف والعراق،



بالاعتماد على الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، بغداد، ٢٠١٧.

الشكل (٢): التوزيع الجغرافي للمناطق السكنية في مدينة النجف الأشرف لعام ٢٠١٧



بالاعتماد على المخطط الأساس لمدينة النجف الأشرف لعام ٢٠١٢-٢٠٣٥ من المديرية العامة للتخطيط العمراني
المواد وطريقة العمل
تم الاستعانة بأجهزة وبرامج متنوعة لغرض إجراء القياسات الحقلية، وذلك على النحو الآتي:

١- الأجهزة والأدوات: وتتضمن ما يلي:

- أ- جهاز قياس شدة الإضاءة: تم قياس عينات شدة الإضاءة باستخدام مقياس شدة الضوء نوع (Light Meter CEM DT-8820) (الشكل ٣)، يحتوي على عدسة حساسة لقياس شدة الضوء المسلط بوحدة اللوكس LUX.
- الشكل (٣): جهاز Light Meter CEM DT-8820 لقياس شدة الضوء.



- ب- جهاز التصوير وتحديد المواقع: تم التقاط صور فوتوغرافية لتوثيق مظاهر التلوث الضوئي في منطقة الدراسة باستخدام كاميرا جهازي موبايل (أيفون ٥)، وأياد آبل ٥.

- ج- جهاز التسجيل: نظراً لكثرة عدد العينات وسعة مساحة منطقة الدراسة واختزالاً للوقت والجهد، تم استخدام جهاز مسجل صوتي رقمي محمول، سعة ٤ جيجابايت نوع (SONY)، وذلك لتدوين القيم المسجلة في جهاز قياس شدة الضوء، إذ أنه يسمح بعد التسجيل بتحميل الملفات إلى الكمبيوتر وسماعها مرة أخرى لغرض توثيقها ورقياً.

- د- برنامج تثبيت إحداثيات المواقع: تطلب المسح الحقلية أيضاً تثبيت إحداثيات نقاط القياس، لأجل استخدامها في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وتوقعها على

الخريطة بدقة. وأجري ذلك بواسطة تطبيق تحديد المواقع GPS & MAPS iPhone عالي الدقة.

هـ- تقنية رسم الخرائط: تم الاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS ArcView 9.3 Edition)، لرسم الخرائط وإظهار النمط المكاني لانتشار الظاهرة. وقد تم اعتماد الطريقة الرئيسة Interpolation ومن ثم الطريقة الفرعية (IDW) في إيجاد القيم الوسطية للنقاط، وتنفيذ الرسم.

٢- طريقة القياس: تم مراعاة الأمور الآتية عند إجراء القياس الحقلية:

أ- مراعاة أن تكون زاوية هبوط شعاع الضوء على الخلية الفوتوكهربائية الخاصة بالجهاز في نفس زاوية الهبوط على المساحة المطلوب قياس إضاءتها.

ب- مراعاة وقت قياس العينات بعد مغيب الشمس، ذلك لأنه وقت تشغيل الإضاءة الاصطناعية (مادة الدراسة)، ولتجنب تداخل ضوء الشمس مع الإضاءة الاصطناعية في أثناء القياس فينتج قراءات خاطئة.

ج- إذا كان المطلوب قياس شدة الضوء فوق شيء ما أو في الشارع، فيجب أن يوضع جهاز القياس في المكان المرغوب قياس إضاءته (مثلاً في نطاق النظر حسب مكان العمل أو الجلوس أو بمستوى النظر على طول شخص في حالة القياس في الشارع).

د- في حالة قياس شدة الضوء بالنسبة للإضاءة الداخلية، يُفضل أن يكون على ارتفاع لا يزيد عن (٨٥) سم، ومتر واحد تقريباً في حالة الإضاءة الخارجية (زوريان، ١٩٦٧؛ وزارة الصحة، ١٩٩٣). ويمكن تعديل هذه الأبعاد بالزيادة أو النقصان إذا كان مصدر الضوء محدد أو إذا كان هناك وهج ساطع من الأضواء المختلطة، وحسب طبيعة المشكلة قيد الدراسة.

النتائج والمناقشة

يمكن تقسيم مصادر التلوث الضوئي الناتج عن الاستعمال السكني إلى صنفين؛ الإنارة الخارجية للوحدات السكنية، والإنارة الداخلية للوحدات السكنية. وفي كل حالة سيتم مقارنة مستويات شدة الضوء المسجلة مع المعيارين المبينين في الجدولين (١) و(٢)، وذلك على النحو الآتي:

١- الإنارة الخارجية للوحدات السكنية

تسهم الإنارة الخارجية للمنازل في زيادة التلوث الضوئي، نتيجةً في الغالب لسوء تصميم الإضاءة عبر السماح بالتوهج إلى الأعلى وإلى الجوانب، مما يزيد من حالة التوهج السماوي بشكل ملحوظ. ويستخدم بعض أصحاب المنازل مصابيح هيليوم ذات الضغط العالي ذات ألوان مختلفة، وذلك لإنارة الأبواب الخارجية أو المداخل أو الحدائق المنزلية، ويكون هنالك إفراط في استخدامها. وهنالك منهم من يستخدم مصابيح الفلوريسنت أو الليد بدون غطاء حامي من التوهج خلاف ما تؤكد عليه ضوابط التلوث الضوئي، ومن ثم يؤثر في زيادة التوهج السماوي وفي مشكلة التعدي الضوئي. وهنالك أيضاً البعض الآخر ممن يستخدم الإنارة بشكل مكثف على طول جدار الخارجي للوحدة السكنية، ومنهم من يزين المنزل بأشرطة من المصابيح، وكلها مصابيح ذات حرارة لونية البيضاء ثلجية باعثة للضوء الأزرق يضر في الصحة.

الجدول (١): معايير التلوث الضوئي الخارجي حسب البيئات وتأثيرها فيها.

نوع بيئة المنطقة Environmental Zone	تعريف بيئة المنطقة	ألمة على المناطق البيئية	تأثيرها في:
*LZ0	مظلمة	الغابات وقرب البحيرات والبحيرات المائية والمحميات الطبيعية والمقابر	الحياة البيولوجية للكائنات الحية المحيطة
LZ1 أو **E1	سطوع منخفض	القرى والأرياف والحدائق العامة	الحياة البيولوجية للكائنات الحية المحيطة
E2 أو LZ2	سطوع متوسط	المدن الصغيرة	الحياة النباتية والحيوانية للمنطقة
E3 أو LZ3	سطوع متوسط بكثافة عالية	المدن المتوسطة	الإنسان والكائنات الحية
E4 أو LZ4	سطوع عالي	المدن الكبيرة والمطارات ومحطات البترول ومعامل تصفية المياه ومراب السمات	الإنسان والكائنات الحية

❖ جمعية الهندسة مضيئة في أمريكا الشمالية وجمعية الدولية للسماء المعتمدة Dark

(IDA) Sky Association وتستخدم رمز (LZ) لتمييز نوع بيئة المنطقة.

❖ معهد مهندسي الإنارة البريطاني (ILE) وتستخدم رمز (E) لتمييز نوع بيئة المنطقة.

المصدر:

١. عزة البارودي، التلوث الضوئي والإنارة الخارجية، ص ٦-٢٥، مدونة منشورة على

الموقع الإلكتروني <https://ezzatbaroudi.wordpress.com>.

٢. معهد مهندسي الإنارة البريطاني (ILE) The Institution of Lighting Engineers Registered in England No 227499 Registered Charity No 268547 A nominated body of the Engineering Council Regent House, Regent Place, Rugby CV21 2PN, United Kingdom Website

www.ile.org.uk

ملاحظة: طبقاً للمعيار، تعد منطقة الدراسة (مدينة النجف) ضمن بيئة المنطقة (LZ4 أو E4)، ذات السطوع العالي.

الجدول (٢): تقسيم المعايير حسب نوع بيئة المنطقة

نوع بيئة المنطقة	معيار (١) نسبة الإضاءة المتشعة للأعلى ٥%	معيار (٢) الإضاءة المتعدية على التوائمة المجاورة (لوكنس Lux)**			معيار (٣) النوع (A) شدة الإضاءة القصوى (بالكيلو كندلا lKcd)***			معيار (٣) النوع (B) السطوع الضوئي للمباني (بالكيلو كندلا / م ^٢) **** (Cd/m2)		
		قبل الحظر	بعد الحظر	قبل الحظر	بعد الحظر	قبل الحظر	بعد الحظر	قبل الحظر	بعد الحظر	قبل الحظر
LZ0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1 و LZ1	0	2	1	2.5	0	0	0	0	0	0
E2 و LZ2	2.5	5	1	7.5	0.5	5	0.5	5	5	5
E3 و LZ3	5	10	2	10	1	10	1	10	10	10
E4 و LZ4	15	25	5	25	2.5	25	2.5	25	25	25

المصدر: اعتماداً على الجدول (١).

❖ المعيار (١): للوهج السماوي نسبة الإضاءة المتشعة للأعلى ١٥٪ ULR، فمثلاً في منطقة LZ4 أو E4 يجب أن تكون حدود نسبة الإضاءة المتشعة للأعلى هي ١٥٪ من نسبة الإنارة الكلية، فإذا كان لدينا شدة إضاءة بمقدار ٥٠ Lux، فيجب أن لا تزيد الإضاءة المتشعة عن ٧.٥ Lux.

❖ المعيار (٢): للضوء المتعددي، وذلك حسب المناطق البيئية المتعددة. وقد تم وضع وقت للحظر تحدده البلديات بحيث أن بعد هذا الوقت يقل نشاط المدينة ليلاً. وفي حالة عدم وجود ضوابط من البلدية، فإنه يُوصي أن يكون وقت الحظر الساعة ١١ ليلاً. ففي المنطقة البيئية LZ4 أو E4 نجد أن قبل الحظر يجب أن تكون هذه الحدود اقل أو تساوي ٢٥ لوكنس، وبعد الحظر يجب أن تكون (٥) لوكنس، وهذا يشجع على استخدام أنظمة تحكم ليس فقط لضبط الإنارة وخفض الإضاءة المتعدية، ولكن أيضاً لترشيد استهلاك الطاقة وتخفيض انبعاثات غازات ثنائي أكسيد الكربون.

المعيار (٣): للوهج، وهو على نوعين:

❖❖❖ النوع (A) الوهج المباشر من المنبع

❖❖❖❖ النوع (B) الوهج المنعكس من سطوح المباني: وضع معهد مهندسي الإنارة البريطاني حدود لسطوع إنارة المباني (كي لا يكون سطوعها الضوئي عالياً جداً ومضايقاً للآخرين). فلو فرضنا أن ٥٠٠ لوكس تسقط على ورقة بيضاء، فإن كمية السطوع الضوئي هي ١٢٠ كاندلا /م^٢، أما إذا سقطت هذه الكمية بالوكس على ورقة سوداء فيكون السطوع الضوئي بحدود ٥ كاندلا /م^٢. ويتم احتسابها باستخدام برنامج POV-ray DIA Lux بواسطة الحاسوب.

يبين الجدول (٣)، أن أغلب الإنارة الخارجية للوحدات السكنية تقع خارج الحدود المعيارية حسب المعيار الثاني للضوء المتعدي على التوافذ المجاورة قبل الحظر "أي قبل أن تقل حركة السكان" (الجدول ١). فعلى سبيل المثال، سُجّلت أعلى شدة إضاءة لواجهة وحدة سكنية في (حي أبو خالد) بمقدار Lux(١٢٥٠)، وأقل شدة إضاءة في (حي الإسكان) بمقدار Lux(٩٩٠).

الجدول (٣): مستويات شدة الضوء للإنارة الخارجية لوحدات سكنية مختلفة في مدينة

النجف الأشرف ٢٠١٧

المكان والزمن	الصورة	شدة الضوء (Lux)	حسب معيار (٢) من الجدول (٢)، الضوء المتعدي على التوافذ المجاورة (Lux)
واجهة وحدة سكنية في حي أبي خالد الالتين ٢٤-٤-٢٠١٧ الساعة ٨:٠٠ مساءً		١٢٥٠	أكثر من المعيار "٢٥" Lux خارج الحدود الموصى بها
واجهة وحدة سكنية في حي الإمام الالتين ٢٤-٤-٢٠١٧ الساعة ٨:٣٠ مساءً		١٠١١	أكثر من المعيار "٢٥" Lux خارج الحدود الموصى بها
واجهة وحدة سكنية في الإسكان الالتين ٢٤-٤-٢٠١٧ الساعة ٩:٠٠ مساءً		٩٩٠	أكثر من المعيار "٢٥" Lux خارج الحدود الموصى بها
واجهة وحدة سكنية في الأمير الالتين ٢٤-٤-٢٠١٧ الساعة ٩:٣٠ مساءً		١١٨٩	أكثر من المعيار "٢٥" Lux خارج الحدود الموصى بها
المعيار حسب نوع بيئته المنطقة Environmental (Zone)	سطوع على المدن الكبيرة LZ4 أو E4		يجب أن تكون هذه الحدود أقل أي يساوي Lux ٢٥ وبعد الحظر يجب أن تكون (٥) Lux

المصدر: العمل الحقلّي.

هذا ويتفاوت مقدار شدة الإضاءة من منزل لآخر تبعاً للإمكانية المادية لصاحب المنزل أو السلوكيات المتبعة، فهناك بعض المنازل لا تضع أية إنارة خارجية مكثفة بالإنارة الخارجية لمنازل مجاورة أو الإنارة الخارجية لأعمدة الشوارع أو المحال التجارية القريبة، وهناك من السكان من يترك الإنارة الخارجية مشتعلة حتى الصباح، وهناك آخرون لا يقومون بإطفائها طوال اليوم.

وعلى مستوى قياس التلوث الضوئي الخارجي المنبعث من الوحدات السكنية لكامل منطقة الدراسة، فقد بلغ مجموع عدد القياسات بالنسبة للاستعمال السكني (٩٨٠) قياساً. وبالنظر لكثرة عدد القياسات بحدود ٢٠ قياس للحي السكني الواحد وبعدها كلي للمناطق السكنية بلغ (٤٩) منطقة، تم استخراج معدل قياسات الفترتين حسب معيار التلوث الضوئي.

يتبين من الجدول (٤) والشكل (٤)، تسجيل حالات للتلوث الضوئي حسب معيار (١) الخاص بنسبة الضوء المتشتت للأعلى ١٥٪ (الجدول ٢) في كثير من المناطق السكنية وعلى نحو متفاوت. إذ سجل أعلى تلوث في ثلاثة أحياء سكنية هي حي الأمير والسعد والغدير بنسب (٦١.٠٥، ٥٢.٥، ٣٣.٤٥)٪ على التوالي؛ ويرجع سبب ارتفاع نسبة التلوث الضوئي في هذه المناطق إلى تحسّن المستوى المعيشي وارتفاع مستوى دخل الفرد، بوصفها أحياء سكنية راقية في المدينة، فضلاً عن مكائنها التجارية وموقعها الذي يتوسط مركز المدينة. فيما كانت أقل ثلاثة أحياء سكنية هي النداء ومجمع قنبر والملحق الميلاء "القاسم" وبنسب (١.٨، ٢.١، ٣.٤٥)٪ على الترتيب؛ ويعزى السبب في انخفاض نسبة التلوث الضوئي فيها إلى كونها من الأحياء السكنية الحديثة التشييد وقليلة السكان وتكون فيها البيوت موزعة بشكل عشوائي ومتناثر.

عموماً، يلاحظ ارتفاع التلوث الضوئي في معظم المناطق السكنية، فضلاً عن وجود تشابه بين شدة الإضاءة للفترة الأولى مع الفترة الثانية، ذلك لأن أغلب السكان لا يقومون بإطفاء الإنارة الخارجية للمنازل وتبقى مشتعلة حتى طلوع نهار اليوم الثاني كما سبق الإشارة إلى ذلك. إضافة إلى سوء اختيار الإنارة المكشوفة من دون غطاء، مما

تحليل جغرافي للتلوث الضوئي في المناطق السكنية..... (466)

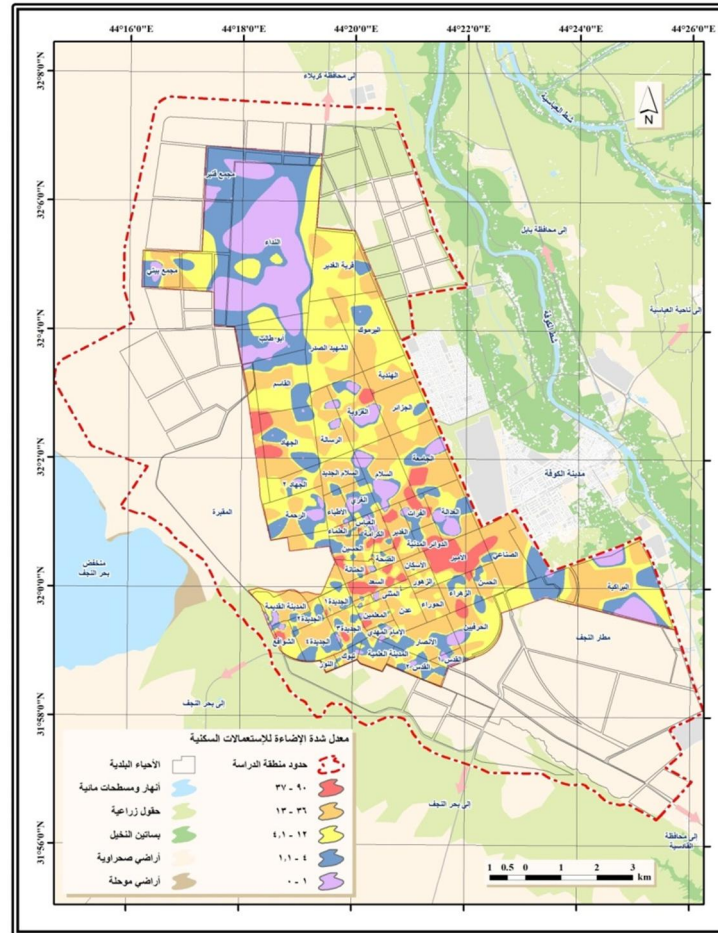
يتسبب في تلوث ضوئي بفعل الإضاءة المتعدية والتوهج السماوي سواء على المارة أو على المنازل الأخرى.

الجدول (٤): التوزيع المكاني لمستويات شدة الضوء لاستعمال الأرض السكني في مدينة النجف (٢٠١٧)

ت	المنطقة السكنية	مجموع شدة الضوء لـ ١٠ مواقع (الوقت ١١-٦ مساءً)	مجموع شدة الضوء لـ ١٠ مواقع (الوقت ١٢-٩ بعد منتصف الليل)	معدل مجموع الفرق	معايير (١) نسبة الضوء المنشآت للأرض ٥٥٪
1	حي الصحة	143	143	143	21.45
2	حي المرحطين "العباس"	108	108	108	16.2
3	حي الشعراء والطعام	120	120	120	18
4	حي الحسين	145	145	145	21.75
5	حي الخفلة	189	189	189	28.35
6	حي الأمير	407	407	407	61.05
7	حي القادسية "الحسين"	178	178	178	26.7
8	حي الزهراء	189	189	189	28.35
9	حي الإمام	149	149	149	22.35
10	حي الاميراني "الزهور"	127	127	127	19.05
11	حي السواقي "خوزاء زينب"	176	176	176	26.4
12	حي السعد	350	350	350	52.5
13	حي النبي	102	102	102	15.3
14	حي العسكري "اليرموك"	105	105	105	15.75
15	حي الميدان "العاصم"	90	90	90	13.5
16	دور الحسينيه والوفاء "الجزائر"	150	150	150	22.5
17	حي المكرمة "النصر"	98	98	98	14.7
18	حي الجزيرة "العروبة"	123	123	123	18.45
19	حي النجفية "الرسالة"	126	126	126	18.9
20	حي الجامعة	178	178	178	26.7
21	حي السلام	112	112	112	16.8
22	الاحياء (الغري + القفط + الانبياء)	123	123	123	18.45
23	حي العائنه	104	104	104	15.6
24	حي الفرات	199	199	199	29.85
25	حي الخضر	223	223	223	33.45
26	حي الترامه	204	204	204	30.6
27	حي ابو خلد	99	99	99	14.85
28	حي المظفرين + الإمام علي	177	177	177	26.55
29	حي الإمام المهدي	98	98	98	14.7
30	حي النصار	104	104	104	15.6
31	حي القدس الاول	102	102	102	15.3
32	حي القدس الثاني	90	90	90	13.5
33	حي الشترقه "بيوتك"	98	98	98	14.7
34	حي النور "النور"	78	78	78	11.7
35	الجنبيه الاولى	123	123	123	18.45
36	الجنبيه الثانية	106	106	106	15.9
37	الجنبيه الثالثة	102	102	102	15.3
38	الجنبيه اربعه	122	122	122	18.3
39	الشواقي	26	26	26	3.9
40	المنبيّه الثانيه	207	207	207	31.05
41	حي الرضاه	76	76	76	11.4
42	حي النصر "الجهاد"	189	189	189	28.35
43	حي ابو طالب	89	89	89	13.35
44	المنطق الثانيه "العاصم"	23	23	23	3.45
45	القضاء	12	12	12	1.8
46	التركيه	67	67	67	10.05
47	مجمع يمين	89	89	89	13.35
48	مجمع شبر	14	14	14	2.1
49	مجمع ثوبه العسر	102	102	102	15.3

المصدر: العمل الحقلّي.

ملاحظة: القيمة باللون الأحمر تدل على ارتفاع نسبة التلوث الضوئي فوق المعيار.
الشكل (٤): خريطة التوزيع المكاني لمعدل مستويات شدة الضوء لاستعمال الأرض السكني في مدينة النجف الأشرف (٢٠١٧)



المصدر: اعتماداً على الجدول (٤).

٢- الإنارة الداخلية للوحدات السكنية

يشير التلوث الضوئي الداخلي إلى حالة وجود إضاءة داخلية مفرطة، لدرجة تؤثر في الصحة. لذا لا بد من الاهتمام بهذه المسألة من خلال التقليل من المصابيح الزائدة

وتنظيم مستوى الإضاءة في غرف المنازل أو في أماكن العمل المغلقة. ويحدث التلوث الضوئي الداخلي نتيجة لسوء التصميم سواء للوحدات السكنية أو المخازن أو المعامل أو المباني، بحيث يعتمد فيها القاطنين على الإنارة الاصطناعية ليلاً ونهاراً وعدم الاستفادة من الإنارة الطبيعية "ضوء الشمس".

ويعد التلوث الضوئي الداخلي أكثر خطراً من التلوث الضوئي الخارجي، ذلك لأن معظم الناس إنما يقضون أوقاتهم في داخل الأماكن المغلقة (المباني)، ويتعرضون في كل يوم لساعات طويلة من الإضاءة الاصطناعية المنبعثة من مصادر متعددة مثل أجهزة الحاسوب أو الأياد أو الهواتف المحمولة أو إنارة الغرف في المنزل، فضلاً عن الأضواء الداخلية للمكاتب والمرافق المتعددة التي قد تستمر الإضاءة في بعضها على مدار ٢٤ ساعة. ونتيجة لذلك، فإن المخاطر الناجمة عن التعرض إلى التلوث الضوئي في البيئة الداخلية تفوق بكثير مخاطر التعرض للتلوث الضوئي الخارجي.

أظهرت الأبحاث التي أجريت على الحيوانات أن التعرض المفرط لـ "التلوث الضوئي"، يمكن أن يكون الأسوأ على صحة الإنسان، لما له من علاقة كبيرة بالكثير من الأمراض ومن بينها التأثير السلبي على العضلات والعظام. وقد أجرى باحثون في المركز الطبي بجامعة لايدن في هولندا تجارباً تم بموجبها المقارنة والمراقبة ما بين صحة فئران معرضة لستة أشهر من الضوء المستمر مع صحة فئران تعيش في ظروف طبيعية تعرضت لـ ١٢ ساعة من الضوء، تليها ١٢ ساعة من الظلام. واستنتج العلماء أن الجرذان المعرضة للضوء المستمر ظهرت عليها علامات ترقق العظام في مرحلة مبكرة، وأصبحت أكثر بدانةً، وبعد مضي شهرين فقط أصبحت تلك الفئران أضعف جسداً، إلا أن هذا النوع من التلوث الضوئي في حالة السيطرة عليه والتخفيف من حدته يمكن من خلاله الحصول على نتائج أفضل، إذ عندما تم إعادة الفئران إلى دورة الضوء الطبيعية المظلمة، عادت صحتها إلى وضعها الطبيعي بعد أسبوعين فقط (The Columbus Dispatch، موقع إلكتروني).

أجري فحص لقياس شدة الضوء المنبعث من مصادر إضاءة داخلية لثلاثة نماذج من الوحدات السكنية اختيرت حسب دخل الفرد (سكن ذي دخل مرتفع وسكن ذي دخل متوسط وآخر ذي دخل محدود).

من خلال الجدول (٥) والشكل (٥)، يظهر بوضوح أن أعلى مقدار للتلوث الضوئي يوجد في سكن ذي الدخل المرتفع لاسيما في إنارة غرفة المعيشة التي تتجاوز الحد المعياري خصوصاً في الفترة الأولى من الساعة (٨-١١) مساءً، إذ بلغت شدة الضوء $LUX(989)$ ، فيما انخفضت في الفترة الثانية (١٢-٣) بعد منتصف الليل لتبلغ $LUX(24)$ فقط، وهي تكون أيضاً أعلى من الحدود المعيارية. وفي السكن المتوسط الدخل سُجلت شدة ضوء بمقدار $LUX(450)$ ، وهي أعلى من الحد المعياري، فيما بلغت في الفترة الثانية $LUX(2)$ فقط، وتعد أيضاً أعلى من الحد المعياري. أما مستويات شدة الإضاءة في السكن لذوي دخل محدود، فقد كانت الشدة الضوئية المسجلة في الفترة الأولى أقل من الحد المسموح به وبلغت $LUX(44)$ فقط، فيما كانت في الفترة الثانية بحدود $LUX(3)$ ، بتجاوز بسيط عن الحد المعياري.

توصي معايير التلوث الضوئي الداخلي أن ينام الأشخاص في غرفة مظلمة. ومن المعلوم أن الإنارة تمنع الأشخاص من النوم وتشعره بأن وقت النوم لم يحين بعد. فكلما كانت الغرفة مظلمة أعترت الشخص رغبة بالنوم والاسترخاء. لكن نجد، مثلاً، أن مستوى شدة الضوء في غرف النوم قد بلغ في المسكنين ذوي الدخلين المرتفع والمتوسط نحو $LUX(120 و 144)$ على التوالي، وهي قيم تفوق الحد المعياري. أما السكن ذي الدخل المحدود فكانت فيه شدة الضوء في غرفة النوم حوالي $LUX(23)$ ، وهي قيمة تقع ضمن مدى الحد المعياري للفترة الأولى. وهكذا الحال مع بقية مصادر الإنارة في غرف السكن الدخل المرتفع والمتوسط، إذ سُجل في معظمها ارتفاع ملحوظ عن الحدود المعيارية. هذا ويرجع ارتفاع شدة الإضاءة وزيادة أشكال التلوث الضوئي إلى سوء اختيار نوع المصباح ولونه أو حتى موقع تثبيته في الغرفة وطريقة التوزيع بشكل لا يضمن إضاءة صحية سليمة.

الجدول (٥): مستويات شدة الضوء لمصادر إضاءة داخلية ومعدل التعرض للتلوث الضوئي في ثلاثة نماذج مختلفة من المساكن في مدينة النجف الأشرف ٢٠١٧.

ت	مسكن ذي دخل مرتفع ٢٠١٧-٤-٢٩	القياس في الفترة الأولى (١١-٨) مساءً Lux	القياس في الفترة الثانية (١٢-٩) بعد منتصف الليل Lux	معدل التعرض Lux	النسبة المئوية لمعدل التلوث %
1	إدارة غرفة المعيشة	+989	+24	506.5	13.5
2	إدارة غرفة النوم	+144	+0.2	72.1	1.9
3	إدارة غرفة الضيوف	+820	+0	410	10.9
4	إدارة غرفة الدراسة	+113.9	+113.9	113.9	3.0
5	إدارة الحدائق المنزلية والباب الخارجية	+1032	+1032	1032	27.6
6	إدارة غرفة المطبخ	+125	+35	80	2.1
7	ضوء شاشة التلفاز والعباب إلكترونية	+1024	+1021	1022.5	27.3
8	ضوء جهاز الموبايل والأيبيد	+1003	+0	501.5	13.4
المجموع					
		5250.9	2226.1	3738.5	99.7
ت	مسكن ذي دخل متوسط ٢٠١٧-٤-٣٠	القياس في الفترة الأولى (١١-٨) مساءً Lux	القياس في الفترة الثانية (١٢-٩) بعد منتصف الليل Lux	معدل التعرض Lux	النسبة المئوية لمعدل التلوث %
1	إدارة غرفة المعيشة	+450	+2	226	7.1
2	إدارة غرفة النوم	+120	+1	60.5	1.9
3	إدارة غرفة الضيوف	+530	+0	265	8.3
4	إدارة غرفة الدراسة	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
5	إدارة الحدائق المنزلية والباب الخارجية	+1052	+1052	1052	33.3
6	إدارة غرفة المطبخ	+75	+5	40	1.2
7	ضوء شاشة التلفاز والعباب إلكترونية	+1012	+0	506	16.0
8	ضوء جهاز الموبايل والأيبيد	+1009	+1002	1005.5	31.8
المجموع					
		4248	2062	3155	99.6
ت	مسكن ذي دخل محدود ٢٠١٧-٥-١	القياس في الفترة الأولى (١١-٨) مساءً Lux	القياس في الفترة الثانية (١٢-٩) بعد منتصف الليل Lux	معدل التعرض Lux	النسبة المئوية لمعدل التلوث %
1	إدارة غرفة المعيشة	+44	+3	23.5	٧.٠
2	إدارة غرفة النوم	+23	+2	12.5	١٧.٨
3	إدارة غرفة الضيوف	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
4	إدارة غرفة الدراسة	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
5	إدارة الحدائق المنزلية والباب الخارجية	+12	+12	12	١٧.١
6	إدارة غرفة المطبخ	+44	+0	22	٣١.٤
7	ضوء شاشة التلفاز والعباب إلكترونية	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
8	ضوء جهاز الموبايل والأيبيد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
المجموع					
		123	17	70	73.3
المعدلات المعيارية للتلوث الضوئي الداخلي					
	غرفة معيشة	200-400	غرفة النوم	٨٠-٦٠	
	المطبخ	50 - 100	الحمام	١٠٠-٥٠	
	غرفة الدراسة	750			

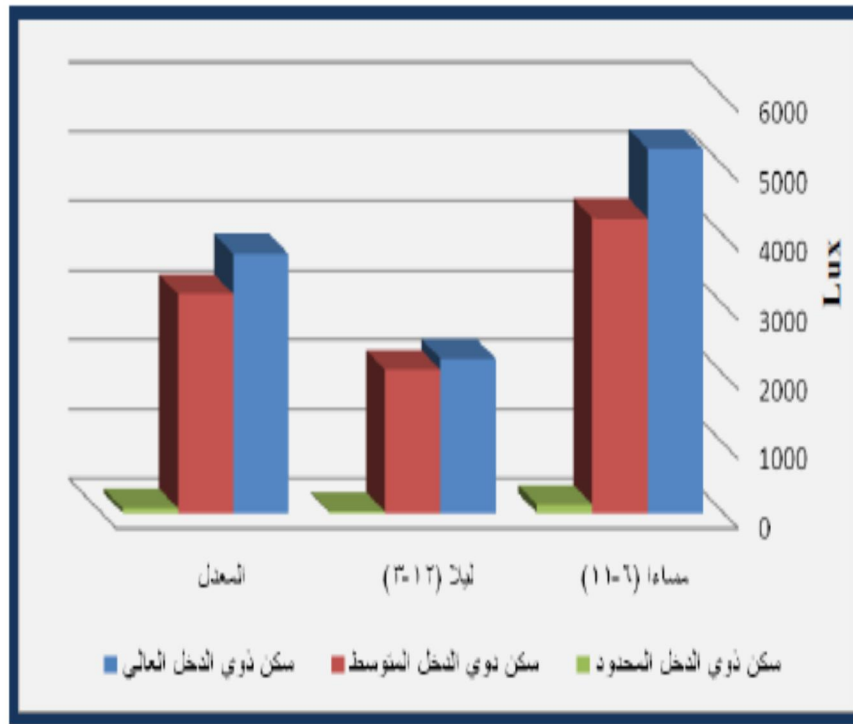
المصدر: العمل الحقل.

❖ أعلى من الحد المعياري

❖ ضمن مدى الحد المعياري

❖ أقل من الحد المعياري

الشكل (٥): المرتسم البياني لمجموع معدلات التعرض للتلوث الضوئي لثلاثة نماذج من المساكن في مدينة النجف الأشرف ٢٠١٧



المصدر: اعتماداً على الجدول (٥)

من ناحية أخرى، فإن سوء استخدام الأجهزة الإلكترونية والتعرض المستمر للإضاءة المنبعثة من شاشاتها مثل الهواتف المحمولة والاياد والتلفاز الحاسوب والألعاب الإلكترونية، يمكن أن يعد مصدراً مهماً للتلوث الضوئي الداخلي على الصعيد الفردي، نظراً لكونها تسبب الكثير من المشكلات الصحية، إذ أنها تؤثر بمرور الوقت في سلامة النظر والعينين نظراً لما ينتج عنها من أشعة ضارة زرقاء وفوق البنفسجية. وبحكم

الملاحظة، فإن هنالك الكثير من الأطفال، مثلاً، يستمتعون باللعب بهذه الأجهزة لفترات طويلة ولساعات متأخرة من الليل، وبذلك يكونون الأكثر عرضة لمضار هذه الإضاءة. على سبيل المثال، تم قياس الشدة الضوئية لشاشة تلفاز ألعاب إلكترونية في مسكنين من ذي الدخل المرتفع والمتوسط، فكانت بحدود (١٠٢٤ و ١٠١٢) Lux على التوالي، وتراوحت شدة الضوء لشاشة أجهزة هواتف محمولة الموبايل والاياد بحدود (١٠٠٣ و ١٠٠٩) Lux. وتعد هذه القيم عالية جداً، خصوصاً أن خطورتها تزداد مع تقريب الجهاز من العينين.

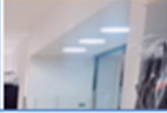
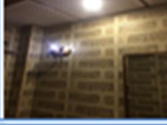
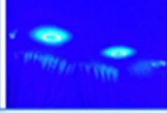
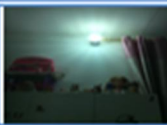
وفي العموم، لوحظ من العمل الحقلّي أن معظم سكان منطقة الدراسة يجذون استخدام الإضاءة البيضاء لمصابيح الفلوريسنت أو الليد، وأن القليل منهم يستخدم المصابيح ذات الإنارة الشمسية التي تعد أقل ضرراً من النوع الأول مثلما سبق ذكر ذلك. كما بات كثير من الناس يستخدمون السقوف الثانوية والديكورات السقفية المضاءة من دون مراعاة لمقدار الإضاءة التي تحتاجها الغرفة فعلياً، ومن ثم الإسراف في أعداد المصابيح المستخدمة بشتى أنواعها.

وتم أيضاً القيام بمسح حقلّي لقياس شدة الضوء لمصادر إنارة داخلية مختلفة لعينة عشوائية من المساكن ضمن منطقة الدراسة (الجدول ٦). إذ تم تسجيل شدة ضوئية أعلى من الحد المعياري في بعض الغرف الداخلية للوحدات السكنية المشمولة بالقياس. ويعد أبرز سبب لذلك، هو اللامبالاة في استخدام الإنارة الزائدة وبدون تنظيم وبالتالي تكون النتيجة تفاقم مشكلة التلوث الضوئي الداخلي وربما التسبب بأضرار صحية للأشخاص المتعرضين باستمرار. فعلى سبيل المثال، سُجل في غرفة معيشية لأحد المساكن في حي الغدير شدة ضوء بلغت (١٠٢٢) Lux، فيما بلغت الإنارة الداخلية في لغرفة نوم في منزل (٩٨٠) Lux، وسُجلت شدة ضوئية لغرفة الحمامات لمنزل في حي الجمعية بلغت (٥٤٥) Lux، كما بلغت شدة الإنارة الداخلية لغرفة نوم في منزل بحي أبو طالب (١٢٥) Lux، وسُجلت شد الضوء في غرفة دراسة بمسكن في حي النداء بلغت (٢٣) Lux، وبلغت شدة الإنارة الداخلية لغرفة مطبخ في مسكن بحي الإسكان (٧٨٠) Lux، فيما كانت الإنارة الداخلية لغرفة الضيوف في منزل بحي الأمير (١٠٧٧) Lux

تحليل جغرافي للتلوث الضوئي في المناطق السكنية..... (473)

على التوالي، أما شدة الضوء في غرفة نوم للأطفال في منزل بحي النصر (المهندسين) فبلغت نحو (596 Lux). إن معظم الأقيام المذكورة إنما تمثل مؤشراً مهماً لحدوث تلوث ضوئي مستمر في داخل الوحدات السكنية، وأحياناً بما يتعدى المحددات المعيارية القصوى.

الجدول (٦): مستويات شدة الضوء لمصادر إنارة داخلية مختلفة لبعض الوحدات السكنية في مدينة النجف الأشرف، ٢٠١٧.

المكان والتاريخ	الصورة	شدة الضوء Lux	الحد المعياري Lux	وصف درجة التلوث الضوئي
غرفة معيشة/ حي الغدير التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ٨:٠٠ مساءً		١٠٢٢	٤٠٠-٢٠٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح
غرفة نوم/ حي الحسين التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ٨:١٥ مساءً		٩٨٠	٨٠-٦٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح
غرفة حمامات/ حي الجنعية التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ٨:٣٠ مساءً		٥٤٥	١٠٠-٥٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح
غرفة نوم/ حي الأطباء التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ٨:٤٥ مساءً		١٢٥	٨٠-٦٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح
غرفة دراسة/ حي النداء، التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ٩:٣٠ مساءً		٢٣	٧٥٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح
غرفة مطبخ/ حي الإسكان، التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ٩:٤٥ مساءً		٧٨٠	١٠٠-٥٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح
غرفة الضيوف/ حي الأمير التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ١٠:١٠ مساءً		١٠٧٧	٤٠٠-٢٠٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح
غرفة نوم أطفال/ حي النصر، التأريخ ٢٠١٧-٥-٢ الساعة ١٠:٣٠ مساءً		٥٩٦	٨٠-٦٠	عالي جداً، أكثر من الحد المسموح

المصدر: العمل الحقل.

الاستنتاج

- ١- يظهر أن المصادر الخارجية والداخلية للتلوث الضوئي الصادر من الوحدات السكنية يؤثر بشكل ملحوظ في زيادة هذا النوع من التلوث في مدينة النجف الأشرف.
- ٢- تمثل المناطق السكنية سبباً مهماً لانتشار التلوث الضوئي في منطقة الدراسة.
- ٣- معظم المستويات المسجلة للشدة الضوئية تتعدى بشكل واضح المعايير الصحية الموصى بها لهذا النوع من التلوث.
- ٤- تشكل بعض المناطق السكنية بؤراً لمستويات مرتفعة للتلوث الضوئي.
- ٥- من المحتمل أن يزداد التلوث الضوئي في المناطق السكنية في المستقبل بالتزامن مع زيادة الاستخدام المفرط للإضاءة الداخلية والخارجية في الوحدات السكنية ومع التوسع في رقعة استعمال الأرض السكنية ضمن منطقة الدراسة.

قائمة المصادر والمراجع

- ١- أبو اللبن، فاطمة محمد أسعد (٢٠٠١)، تأثير التلوث الضوئي على الأرصاد الفلكية، رسالة ماجستير، معهد علوم الأرض والبيئة والفضاء، جامعة آل البيت، عمان، ص ١٤.
- ٢- البارودي، عزت، جدول مستويات الإضاءة باللكس لواجهات المباني، منشور على الموقع الإلكتروني:
<https://www.arab-eng.org/vb/showthread.php?t=103555#post849390>
- ٣- حكيم، عبد الرحيم رفدان (٢٠١٢)، التلوث الضوئي: آثاره السلبية العديدة والحلول، ط١، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، ص ٢١، ٥٩-٧٣.

- ٤- الزاملي، عايد جاسم (٢٠٠١)، تحليل جغرافي لتباين أشكال سطح الأرض في محافظة النجف، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة الكوفة، ص ٥٩.
- ٥- زوريان، أبيك (١٩٦٧)، الصوت والإنارة، جامعة حلب، كلية الهندسة، ١٩٦٧، ص ٨.

٦- سليمان، محمد محمود (٢٠١١)، جغرافية البيئات، ط١، منشورات جامعة دمشق، دمشق، ص ٤٠٤.

٧- الموسوي، علي صاحب طالب وأبو رحيل، عبد الحسن مدفون (٢٠١٣)، مناخ العراق، ط١، مطبعة الميزان، النجف الأشرف، جداول ص ٢٣، ١٦١، ٢٣٩، ٢٤٧.

٨- وزارة التخطيط (٢٠١٧)، مديرية إحصاء محافظة النجف الأشرف، تقديرات سكان محافظة النجف حسب البيئة والجنس والوحدات الإدارية، بيانات غير منشورة.

٩- وزارة الصحة (١٩٩٣)، تشريعات وتعليمات الإضاءة في بيئة العمل، رقم التشريع ٧، سنة التشريع ١٩٩٣.

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

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.

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

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.

The Columbus Dispatch, Indoor light pollution could be worse for you than thought, Available on: <http://www.dispatch.com/content/stories/local/2016/08/28/your-health/01-indoor-light-pollution-could-be-worse-for-you-than-thought.html>. Access: 19/5/2018.

تحليل جغرافي للتلوث الضوئي في المناطق السكنية.....(476)

The Institution of Lighting Engineers Registered in England No 227499
Registered Charity No 268547 A nominated body of the Engineering
Council Regent House, Regent Place, Rugby CV21 2PN, United Kingdom
Website www.ile.org.uk