جامعة واسط
مجلـــة كليـــة التربيـــة

العـــــدد الثاني والأربعون
الجزء الأول / شباط / ٢٠٢١

تطبيقات الجيوماتكس في رصد التلوث الضوئي
"محافظة بغداد أنموذجاً"

أ.م.د. عبير يحيى احمد
الجامعة المستنصرية / كلية التربية
abeersakini8@gmail.com

الملخص :

تهدف الدراسة (تطبيقات الجيوماتكس في رصد التلوث الضوئي في محافظة بغداد والعاصمة إلى رصد هذا التلوث من بعض المرئيات المستنبطة من المنصات العالمية (Map box) و (Light trends) و (Horizon) و (الاطلس) و (snap) و (NOAA) ، والتي تعد صنفاً جديداً من اصناف قياس هذا التلوث المفرط وتوزيعها الجغرافي في بغداد العاصمة ، ورسم خرائطها بحسب الاصناف ومستويات درجة خطورتها ، واخراجها باستخدام البرنامج (Arc GIS) .

واستنتجت الدراسة بأن نسبة التلوث الضوئي وخطورته يتركز في مركز العاصمة بغداد ، وذلك بسبب زيادة اعداد السكان وتنوع استعمالات الأرض مما يؤدي إلى الزيادة المفرطة للإنارة الليلية ، والتي تؤثر على نشاط الانسان والكائنات الحية الأخرى والأخلال في التوازن البيئي .

الكلمات المفتاحية : التلوث الضوئي ، الجيوماتكس ، التوازن البيئي

Geomatics applications in monitoring light pollution
"Baghdad Province as a Model"

Asst.proff. Dr. Abeer Yahya Ahmed
Al-Mustansiriya University
College of Education

Abstract:

This study aims at (Geometrics application in monitoring light pollution "Baghdad Province as a model" to monitor this pollution from some visualization from global platforms (Map box), (light trends), (NOAA), (snap), (Horizon). It's considered as a new category for measuring this measurement of pollution and its geographical distribution in Baghdad city,

and mapping them with according to the varieties and their levels of dangerous and extracting by the program (Arc GIS) .

The study has concluded that the rate of light pollution is connected in the capital city Baghdad. Due to the increasing population and varieties of land that increasing in nighttime illumination which affects human activities and other living organisms and the breaking through of Ecological balance.

Key words: light pollution, geomatics, ecological balance

المقدمة :

ان التطور والتقدم العلمي والتكنولوجي ادى الى التطور المفرط للإنارة ليلاً ، والتي ساهمت في انتشار مشكلة بيئية سميت بالتلوث الضوضائي ، ولما له من آثار سلبية على الانسان وبعض الكائنات الحية والاضرار الناجمة على البيئة والاخلال بتوازنها .

لذلك ظهرت هذه الدراسة لرصد مستويات التلوث الضوضائي ليلاً من بعض المنصات العالمية منها (Map box) التابعة للجمعيات الامريكية (Dark sit finder) ومنصة (Light trends) ومنصة (Horizon) التابعة للاتحاد الاوربي (ERA – PLANET) ومنصة اطلس لمراقبة التلوث الضوضائي من القمر الصناعي (DMSP F12) ومنصة (SNAP) وهو القمر الصناعي الذي تنقله وكالة ناسا الفضائية ومنصة (NOAA) ، وتعد هذه المنصات صنفاً جديداً من اصناف قياس التلوث الضوضائي المفرط وتوزيعها الجغرافي في محافظة بغداد .

وتقوم الدراسة على مشكلة مفادها ان الاستخدام المفرط للإضاءة الاصطناعية داخل المدينة (محافظة بغداد انموذجاً) بات يمثل مصدراً مهماً لتعزيز هذا النوع من التلوث لما له من آثار سلبية على الإنسان والبيئة ، وعلى هذا تفترض الدراسة الى تحديد دور بعض المنصات العالمية في تشخيص مستويات التلوث الضوضائي والإنارة الليلية واثاره السلبية على الإنسان وبعض الكائنات الحية والبيئة .

وتأتي اهمية الدراسة ومبرراتها من خلال كونها الدراسة الجغرافية الرائدة في تشخيص مستويات التلوث الضوضائي من بعض المنصات العالمية في محافظة بغداد .

١ – مفهوم التلوث الضوئي

يعرف التلوث الضوئي (Light Pollution) على إنه (تغيير المعدل الطبيعي المعتاد للإضاءة التي اعتادت عليها الكائنات الحية ومنها الإنسان، وهو ينتج عن الإضاءة الشديدة المبهرة) . ويعرف أيضاً أنه (الإضاءة غير المستهدفة لغرض محدد ضوء ساطع ومشرق ومبهر وبراق ومتوهج يحير البصر من شدة الضياء) كما عرفه 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 ليلا) ، 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)

ويمكن تعريف التلوث الضوئي أيضا على أنه تلك الإضاءة المتوهجة والفائضة عن الحاجة التي بدورها تؤثر سلبا في نشاطات الكائنات الحية وعلى الإنسان وصحته ، وتتفاوت حسب نوع الإضاءة ومدة التعرض لها وشدتها ([1]) .

٢ – أنواع التلوث الضوئي :

يتعدد التلوث الضوئي في مجموعة متنوعة من الأشكال ، بما في ذلك التعدي على الضوء ، الوهج ، وهج السماء ، وفوضى الضوء. يمكن أن يؤدي أحد مصادر الضوء إلى أشكال متعددة من التلوث. هنا كيف يمكنك التعرف على كل شكل من أشكال التلوث الضوئي.

٢ – ١ التلوث الأرضي :

٢ – ١ – ١ التعدي الخفيف :

يحدث التعدي على الضوء ، المعروف أيضًا باسم انسكاب الضوء ، عندما يلقي أحد المصباحين الضوء خارج حدود الملكية ، إلقاء الضوء عن غير قصد على منازل أو أعمال تجارية أخرى أو المناطق. الضوء المنسكب هو الشكل الأكثر ذاتية للتلوث الضوئي ، لأنه لا يوجد إرشادات لتحديد متى وأين أو مقدار الضوء ، غير المرغوب فيه مثل انسكاب الضوء من ضوء الشارع قادم من النافذة و إضاءة غرفة النوم ، الضوء من مصابيح الحائط الخارجية التي توجه الضوء نحوها السماء وليس نحو الأرض ، أو الضوء من الضوء الكاشف للجيران أو ضوء الأمان الذي يضيء فوق السياج وينير الممتلكات .

٢-١-٢ الوهج :

الوهج هو الإحساس المرئي الذي يختبره المرء عند الضوء الشارد ، والضوء في المجال البصري أكبر من الضوء الذي تتكيف معه العيون. الوهج ، و قد يؤدي إلى تقليل التباين وإدراك الألوان والأداء البصري، ويحدث الوهج في الأشكال الثلاثة التالية:

أ. **وهج الانزعاج** – يُعرف وهج الانزعاج أيضًا بالوهج النفسي ، وهو أكثر أنواع الوهج شيوعًا. و ان الوهج النفسي يحدث عندما تسبب الإضاءة إزعاجًا أو تهيجًا ، ولكنها لا تقلل من الرؤية الأداء وعدم الراحة الجسدية على المدى القصير. تقليل الانزعاج الوهج عن طريق تثبيت جهاز إضاءة خافت لتعتيم الأضواء ، مثل الأضواء المريحة ، في سيارتك الصفحة الرئيسة.

ب. **وهج الإعاقة** – يحدث وهج الإعاقة ، المعروف أيضًا باسم الوهج المحجوب ، عندما ينتشر الضوء الشارد في العين ، وينتج حجابًا فوق الشبكية ، مما يؤثر على الرؤية و ادائها . وان وهج الحجاب يقلل من التباين من اللون وامكانية التصور الذي قد يؤدي إلى ظروف قيادة غير آمنة. مثل كبار السن من السائقين أكثر عرضة لتجربة وهج الإعاقة أثناء القيادة.

ج. الوهج المسبب للعمى – وهج مسبب للعمى ، يُعرف أيضًا بالوهج المطلق أو الانبهار ، يحدث عندما يضعف مصدر الضوء مجال الرؤية ويمنع العين من ذلك رؤية أي شيء ما عدا مصدر الضوء. قد يبقى الأداء المرئي تأثرت لبعض الوقت بعد الحادث.

٢-١-٣ توهج السماء :

ينبع وهج السماء من مصادر طبيعية ومن صنع الإنسان ، وان الأضواء الاصطناعية المستهدفة هي السبب الرئيس لتوهج السماء. توهج السماء يحدث عندما ينبعث الضوء مباشرة في الغلاف الجوي ، عن غير قصد أو عن قصد ، أينما كان تتناثر بواسطة جزيئات الغبار والغاز ، مما يخلق توهجًا برتقاليًا يشبه القبة يغطي سماء الليل. يقلل التوهج من التباين بين النجوم والمجرات في السماء ، مما يجعل من الصعب رؤية الأجرام السماوية حتى باستخدام التلسكوب. قباب خفيفة يؤثر أيضًا على استقطاب ضوء القمر الذي تستخدمه الحيوانات الليلية للتنقل .القباب المتوهجة مرئية في المدن والبلدات في جميع أنحاء العالم ، وتظهر في مجموعة متنوعة من الأحجام مثل القباب الكبيرة فوق المحاور الحضرية أو القباب الصغيرة وخاصة في المناطق التجارية والمجمعات الرياضية أو الملاعب ذات الإضاءة الزائدة. تغطية السحابة ، يمكن أن يتضخم الثلج والأشجار وكمية الغبار وجزيئات الغاز في الغلاف الجوي توهج السماء .وفقًا لـ National Park Service ، يمكن رؤية وهج السماء الاصطناعي من المدن الكبرى مما يصل إلى ٢٠٠ ميلا في العديد من المتنزهات

الوطنية. على سبيل المثال ، الأضواء الساطعة لاس فيغاس مرئية في حديقة Great Basin الوطنية في ولاية نيفادا ، والتي تقع على بعد ٢٩٥ ميلاً إلى الغرب من المدينة ، وفي حديقة Death Valleyالوطنية في كاليفورنيا ، الواقعة على بعد ١١٨ ميلاً إلى الغرب من مدينة. يمكن رؤية الأضواء حتى في حديقة برايس كانيون الوطنية في ولاية يوتا ، والمعروفة باسم واحدة من أكثر المناطق ظلمة في أمريكا الشمالية ، وتقع على بعد ٢٦٠ ميلاً شمال شرق مدينة.

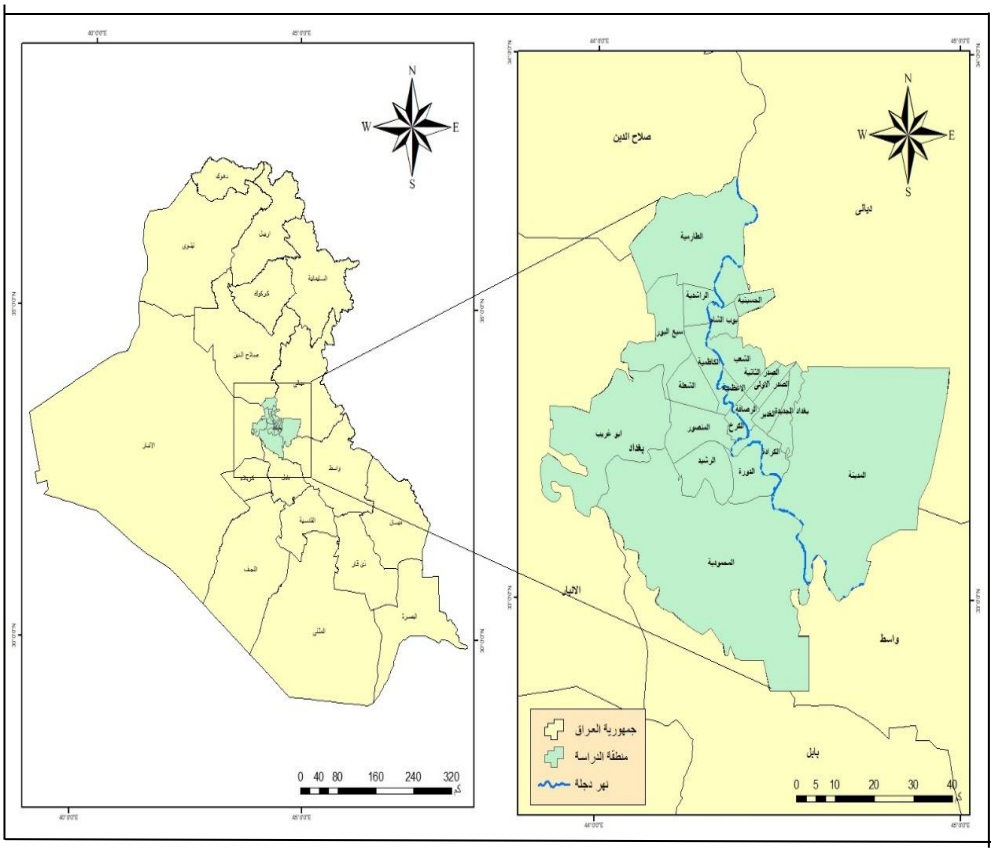
٢-١-٤ ضوء فوضى :

فوضى الضوء هي التجمع المفرط للأضواء الساطعة التي تسبب الارتباك و يصرف الانتباه عن الأشياء القادمة أو المحيطة. الفوضى الخفيفة مرئية على الطرق محاطة بأضواء الشوارع غير المحمية والإعلانات أو اللافتات ذات الإضاءة الزاهية. والذي يخلق بيئة خطرة للسائقين والطيارين لأنه يتنافس معها إشارات المرور والملاحة. يعد قياس التلوث عملية معقدة لأن الغلاف الجوي الطبيعي ليس مظلمًا تمامًا ، بسبب توهج الهواء والضوء المتناثر. وان الحصول على ملف دقيق القياس ، يستخدم العلماء صور الأقمار الصناعية للأرض ليلاً لتحديد العدد وشدة و مصادر الضوء ، وحساب سطوع السماء الكلي .يمكن لعلماء الفلك الهواة والمحترفين أيضًا استخدام مقياس جودة السماء ، وهو جهاز محمول باليد جهاز يقيس سطوع السماء لتوثيق ومقارنة المناطق المختلفة .تسمح تطبيقات الأجهزة المحمولة مثل Dark Sky Meter و Loss of Night لأي شخص بقياس السماء سطوع وهناك طريقة أخرى لقياس التلوث الضوئي هي (مقياس بورتل) ، وهو نظام تصنيف من تسعة مستويات التي تقيس جودة السماء من خلال توفير معايير يمكن ملاحظتها. جون إي بورتل ، أ رئيس الإطفاء المتقاعد وعالم الفلك الهواة ، ابتكر نظام التصنيف في عام ٢٠٠١ باعتباره a وسيلة لمساعدة علماء الفلك الهواة على تقييم ظلام موقع المراقبة و مقارنة المواقع. يتراوح المقياس من واحد موقع رائع للسماء المظلمة ، إلى تسعة ، سماء داخلية ، ويحدد معايير يمكن ملاحظتها لكل فئة([٢]).

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة (محافظة بغداد)، بين دائرتي عرض ($^{-}٣٣^{0},٣١$ – $^{-}٣٣$ ، ٣١^{0}) شمالا وخطي طول ($^{-}٤٤^{0},٣$ – $^{-}٤٤^{0},٣٣$) شرقا ، وتحد المحافظة اداريا من الغرب محافظة الانبار ومن الجنوب محافظة بابل ومن الجنوب الشرقي محافظة واسط ومن الشمال الغربي محافظة صلاح الدين و من الشمال الشرقي محافظة ديالى ، كما في الخريط (١) .

الخريطة (١) الموقع الجغرافي لمحافظة بغداد بالنسبة للعراق



المصدر : الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الإدارية بغداد ، ٢٠١٩

المنظمات التي اهتمت بهذا المجال :

اهتمت منظمات عالمية كثيرة للتخلص من التلوث الضوئي ومن اشهرها المنظمة الامريكية التي يطلق عليها السماء الظلماء (Dark SKY) www.darksky.org

والتي وضعت للتلوث الضوئي مستويات عده لقياس الشدة الضوئية كما هو مبين في الجدول (١) لقياس شدة الضوء في منطقة الدراسة وبحسب معيار الجمعية الدولية للسماء المعتمة والهندسة الضوئية في أمريكيا الشمالية ([٣]).

الجدول (١) التلوث الضوضائي بحسب البيانات

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

المصدر : جمعية الهندسة مضيئة في أمريكا الشمالية وجمعية الدولية للسماء المعتمة Dark Sky Association لتمييز نوع بيئة المنطقة (LZ) .وتستخدم رمز (IDA) ([٤]).

الجانب العملي التطبيقي :

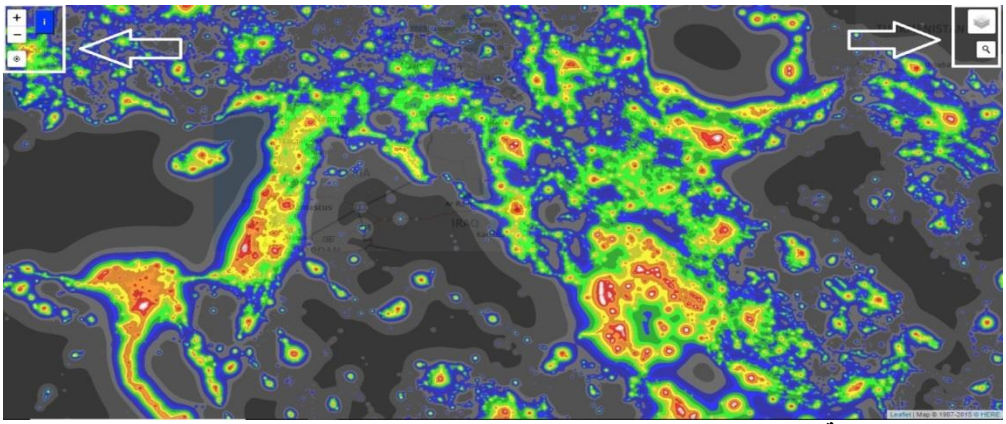
١- منصة Mapbox التابعة للجمعية الامريكية (Dark site Finder) مكتشفي المواقع المظلمة :

أعلنت Google مؤخرًا عن زيادة كبيرة في الأسعار لمستخدمي API للخرائط. وهناك أخطاء أثناء محاولة استخدام خريطة التلوث الضوئي ، والتي تعتمد على OpenStreetMap ، باستخدام مكتبة Leaflet ومنصة Mapbox. أثناء إعادة البناء ، وقد تم اضافة بعض المميزات الجديدة المتمثلة بالاستعلام عن المنطقة و تحديد الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة والاستعلام عن المعلومات التي من ضمنها مفتاح الخريطة ومشاركتها عبر المواقع الإلكترونية وشبكات التواصل ، و إضافة المنصة زر التكبير والتصغير وعلى الجانب الأيمن من المنصة نجد زر طبقات لتغير الخريطة الأساس بين طوبوغرافية وستلايت وطرق وليلية ، و أن بيانات التلوث الضوئي في هذه المنصة تعود إلى عام

٢٠١٦ وربما تغيرت قليلاً. تحقق أيضًا لمعرفة ما إذا كانت مرحلة القمر مناسبة قبل التوجه إلى سماء أكثر قتامة (°).

ومن خلال هذا المنصة تم تحديد التلوث الضوئي لمنطقة الدراسة (محافظة بغداد) عاصمة العراق، كما هو موضح في الشكل (١) .

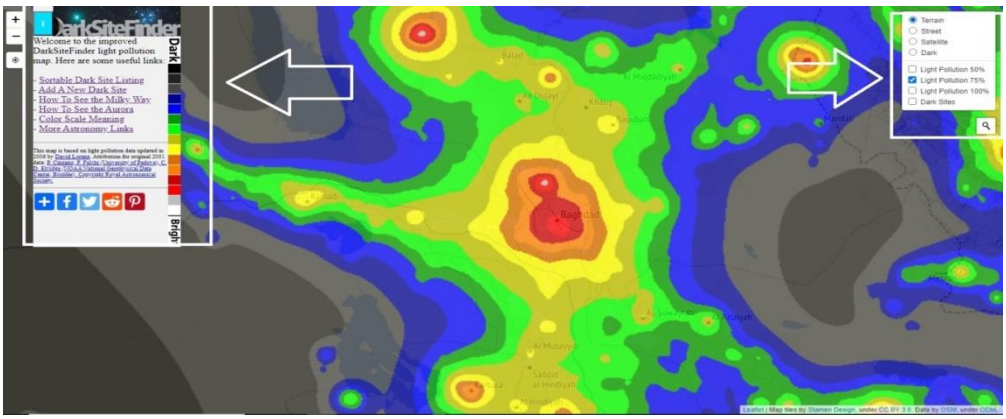
الشكل (١) مرئية فضائية لمنصة (Map box) التي توضح نسبة التلوث الضوضائي في العراق وبغداد



المصدر : منصة (Map box) 2016.

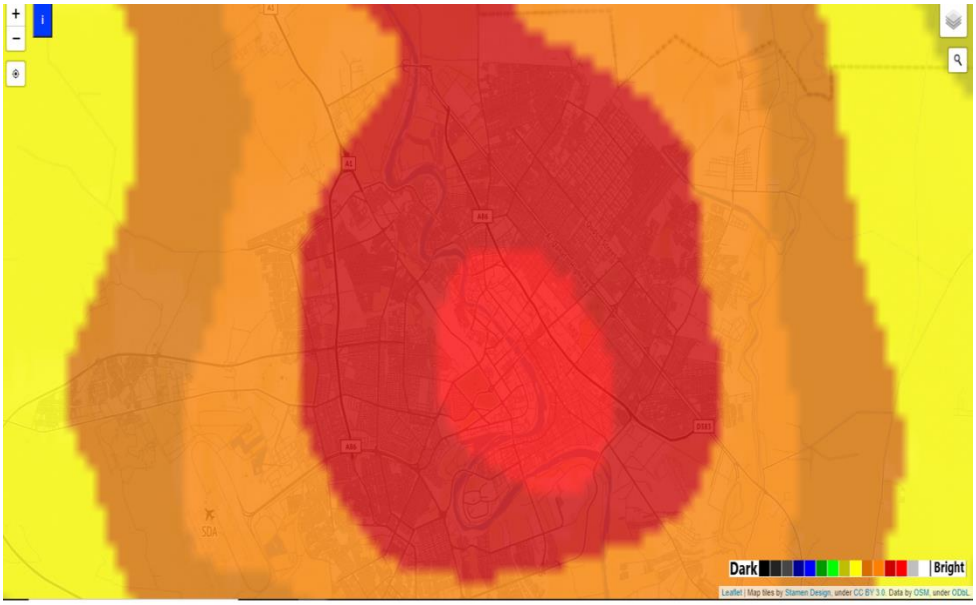
وقد تم تحويل هذه المرئية الشكل (٢) و(٣) التي توضح نسبة التلوث في محافظة بغداد

الشكل (٢) يوضح نسبة التلوث الضوضائي في العراق ومحافظة بغداد



المصدر : darksitefinder.com/maps/world

الشكل (٣) يوضح نسبة التلوث الضوضائي في محافظة بغداد وبحسب حدود البلديات المستنبطة من منصة (Map box)



المصدر : darksitefinder.com/maps/world

الاختبار البصري لمنصة Mapbox :

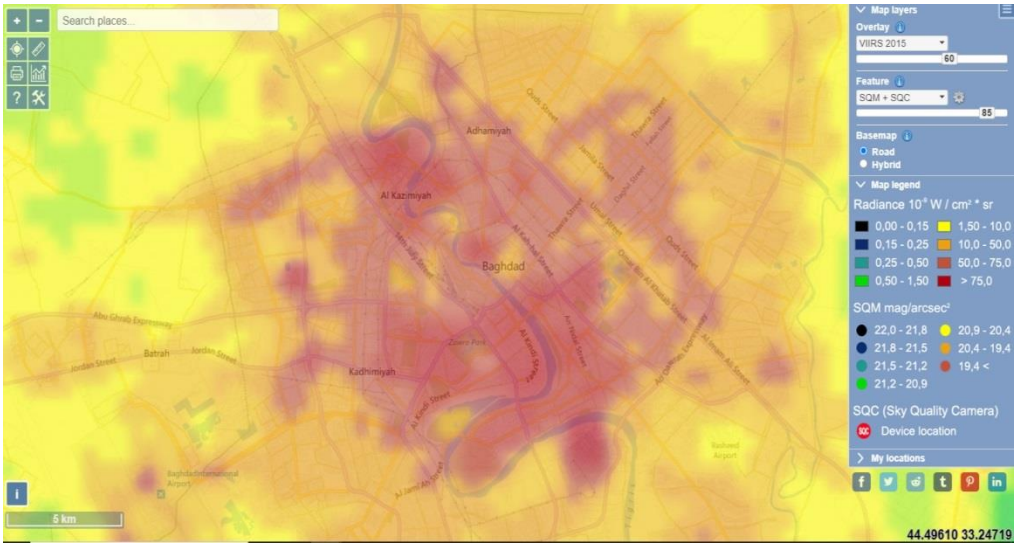
توضح مكتبة Leaflet ومنصة Map box من خلال الشكل (3) ان نسبة التلوث الضوئي الاكثر تتركز في مركز العاصمة بغداد والمنطقة المحاذية من كورنيش نهر دجلة ، شارع الزيتون ، شارع حيفا ، شارع دمشق ، متنزه الزوراء ، بحيرة الجادرية ، المنطقة الخضراء ، المنصور ، المأمون ، مدينة الصدر ، منطقة الاعظمية ، منطقة زيونة، منطقة الكاظمية والتي تعد من اكثر المناطق فيها نسبة التلوث الضوئي عالية ، والتي يرمز لها في الاشكال باللون الأحمر الداكن يليها اقل نسبة منها والتي يرمز لها بالون الأحمر الأقل بدرجة منه مناطق اليرموك ، حي القادسية ، منطقة جميلة ، شارع القناة ، شارع القدس ، القادسية ، العامرية ، ومحيط مطار بغداد الدولي ، ثم تليها بقية المناطق والتي يرمز لها باللون البني وتدرجاته وصولاً الى اللون الأصفر لمناطق حزام بغداد.

٢ – منصة Lighttrends :

هي منصة خرائط تعرض VIIRS / DMSP / World Atlas Overays / IAU وتراكب قياسات المستخدم فوق طبقات قاعدة Microsoft Bing (خرائط Bing للطرق). إن الاستخدام الأساسي لهذه المنصة هو إظهار بيانات VIIRS / DMSP بطريقة ودية ، ولكن بمرور الوقت تضمنت أيضًا بعض التراكبات الأخرى المثيرة للاهتمام التي تتعلق بالتلوث الضوئي مثل / SQM SQC ، والسحب ، والشفق القطبي ، ومراصد IAU. إذا كان لديك قارئ SQM ، فيمكنك إضافته إلى الخريطة ، إذا كنت تريد تحليلًا أكثر تفصيلاً لتغييرات الإشعاع (VIIRS / DMSP) خلال فترة زمنية.

من خلال هذا المنصة سوف يتم تحديد التلوث الضوئي لمنطقة الدراسة المتمثلة بمحافظة بغداد العاصمة، واجراء التحليلات الإحصائية الخاصة بهذه المنصة كما هو موضح في الشكل(٤) و (٥) والجدول (٢).

الشكل (٤) المستنبطة من منصة Lighttrends توضح نسبة التلوث الضوئي في بغداد لعامي



٢٠١٥-٢٠١٩

المصدر : https://www.lightpollutionmap

الشكل (٥) يوضح نسبة التلوث الضوئي في بغداد لعامي ٢٠١٥-٢٠١٩

المصدر : https://www.lightpollutionmap

جدول (٢) يبين نسبة التلوث الضوئي في محافظة بغداد بحسب المساحات للفترة من(٢٠١٥-٢٠١٩)

Mean	Rad. / 1000 pop.	Sum	Year
2.455	129.8	5,078	2015
2.7534	145.6	5,695	2019

المصدر : منصة Light trends

الاختبار البصري لمنصة Mapbox :

توضح منصة Lighttrends من خلال الشكلين (٤) و (٥) ان نسبة التلوث الضوئي في العراق لعام ٢٠١٥ بلغت مساحة التلوث حوالي (5,078) اما في عام ٢٠١٩ بلغت مساحة التلوث (5,695) كما يبين الجدول (٢) ، اما بالنسبة للعاصمة بغداد فنلاحظ بان هناك زيادة في نسبة التلوث الضوئي وبشكل كبير بين عامي ٢٠١٥-٢٠١٩ ، حيث ازدادت هذه النسبة وخصوصاً في مركز العاصمة بغداد في عام ٢٠١٩ ، حيث ان المناطق المتمثلة بمنطقة جميلة وشارع عمر بن عبدالعزيز ومنطقة الكندي ومدينة الصدر وشارع القدس قد ازدادت بها نسبة التلوث في عام ٢٠١٩ على خلاف عام ٢٠١٥ ، حيث كانت نسبة التلوث بها اقل وان المنطقة المحاذية من كورنيش نهر

دجلة ، شارع الزيتون ، شارع حيفا ، شارع دمشق ، متنزه الزوراء ، بحيرة الجادرية ، المنطقة الخضراء ، المنصور ، المأمون ، مدينة الصدر ، منطقة الاعظمية ، منطقة زيونة ، منطقة الكاظمية هي من اكثر المناطق التي تكون فيها نسبة التلوث الضوئي هذا بحسب بيانات منصة Light trends.

٣- منصة البحوث والابتكار Horizon 2020 التابع للاتحاد الأوروبي ERA-PLANET:

تتيح منصة الويب التغييرات في انبعاثات الضوء الليلي (تقريبًا) في جميع أنحاء العالم ، من عام ١٩٩٢ ولحد الآن ([٦]) .

تأتي بيانات الانبعاثات من جهازي استشعار تابعين للأقمار الصناعية. من عام ١٩٩٢ إلى عام ٢٠١٩ ، و تأتي هذه البيانات من نظام Linescan التشغيلي للأقمار الصناعية لبرنامج الأرصاد الجوية الدفاعية (DMSP). من سنة ٢٠١٢ إلى الوقت الحاضر ، تأتي البيانات من النطاق النهاري / الليلي لأداة مجموعة مقياس الإشعاع المرئي للتصوير بالأشعة تحت الحمراء (VIIRS DNB). تحتوي الأدوات على عدد من الاختلافات المهمة ، ولهذا السبب لا يمكن الحصول على سجل واحد يمتد من عام ١٩٩٢ إلى اليوم.

قامت كل من أجهزة الأقمار الصناعية بمسح (تقريبًا) الأرض بأكملها كل ليلة ([٧]) ، لكن DMSP عادةً ما مرت فوقها حوالي الساعة ٨:٣٠ مساءً ، بينما يمر VIIRS DNB بعد ذلك بكثير ، حوالي الساعة ١:٣٠ صباحًا. يضيء ضوء القمر الأرض بشكل ساطع عندما تمر الأقمار الصناعية على مدى عدة أيام في الشهر ، وفي أي ليلة ، تحجب السحابة جزءًا كبيرًا من الأرض. لأكثر من عقدين من الزمن ، أنتج فريق Chris Elvidge and Kimberly Baugh قمرًا صناعيًا سنويًا عالميًا لمراقبة منتجات بيانات الأضواء الليلية ، كان مقرهم في البداية في المركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية التابع لإدارة المحيطات والغلاف الجوي بالولايات المتحدة. في عام ٢٠١٩ .

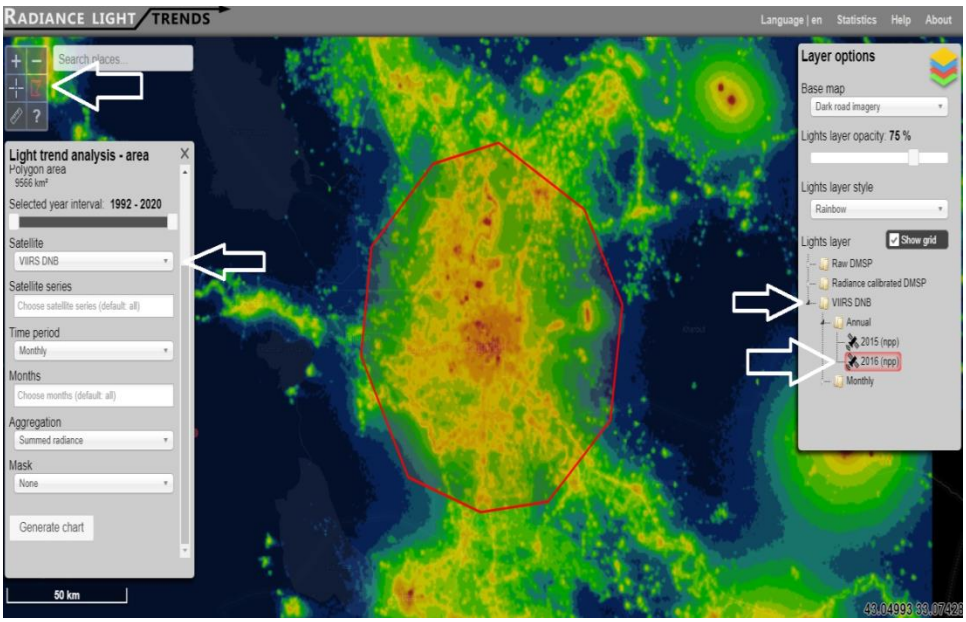
لم تكن مراقبة الأضواء الليلية هي الغرض الرئيسي من DMSP ، وبالتالي فإن سجل بيانات ١٩٩٢-٢٠١٣ له عدد من القيود. لم تتم معايرة الجهاز ، وبالتالي يتم عرض النتائج في "أرقام رقمية" تتراوح بين ٠-٦٣. في مراكز المدن ، كانت بيانات الأقمار الصناعية غالبًا "مشبعة" (ساطعة جدًا بحيث لا يمكن قياسها) ، وبالتالي ستظهر كل عام فقط قيمة ٦٣. عمل فريق على إنتاج بيانات معايرة إشعاعيًا تقريبًا لسنوات محددة ، ويمكن الوصول إلى هذا عن طريق تحديد " Radiance Calibrated DMSP" في القائمة المنسدلة "القمر الصناعي".

كانت الدقة المكانية للقمر الصناعي عدة كيلومترات ، وهي في الواقع أكبر من وحدات البكسل التي يعرضها التطبيق. نظرًا لأن وقت تجاوز DMSP كان مبكرًا جدًا في المساء ، في خطوط العرض العليا يتم الحصول على معظم البيانات خلال فصل الشتاء ، لذلك ينبغي توخي الحذر عند مقارنة النتائج من بلدان خطوط العرض العالية مع بلدان خطوط العرض الأدنى.

٣-١ الجانب العملي للمنصة :

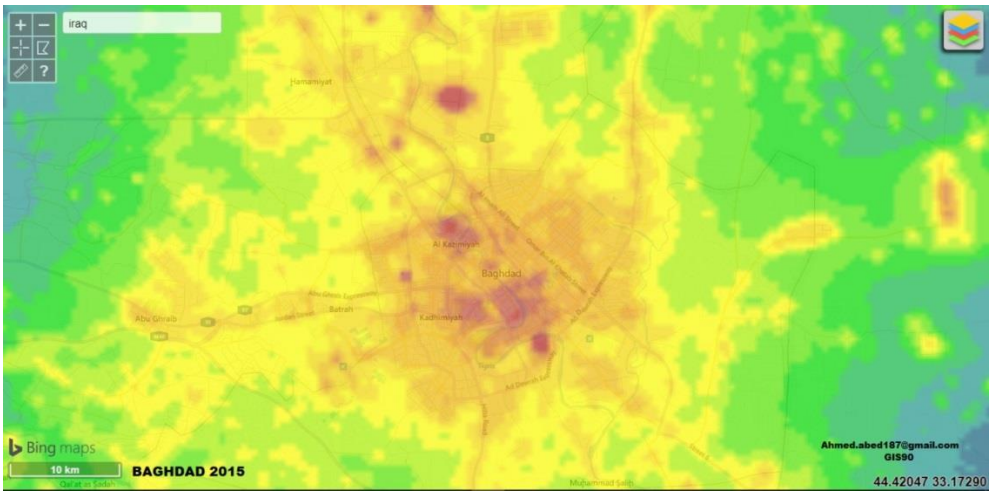
ان تحديد منطقة الدراسة هو من اجل استخلاص البيانات من المنصة عن طريق المربع الذي يشير الى مضلع ونقوم برسم حدود لمنطقة الدراسة ، وتحديد المستشعر الخاص بالتلوث الضوئي وتحديد نوعية البيانات المتمثلة بمجموع ومعدل اسبوعي وشهري وسنوي كما هو موضح في الاشكال (٦,٧,٨) والجدول (٣) .

الشكل (٦) يوضح نسبة التلوث الضوضائي في بغداد للمدة (٢٠١٥-٢٠١٦) من منصة (Horizon)



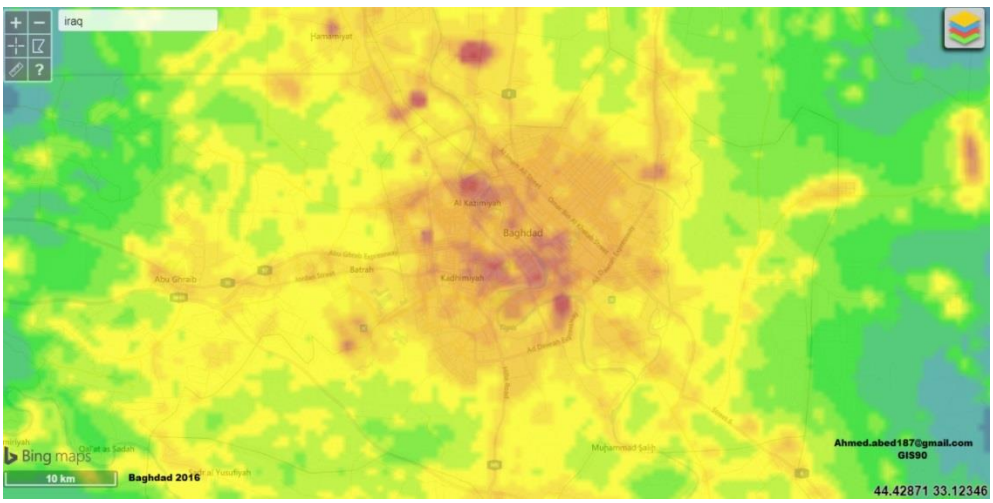
المصدر : منصة Horizon للمدة (٢٠١٥-٢٠١٦) .

الشكل (٧) يوضح نسبة التلوث في محافظة بغداد للمدة (٢٠١٥-٢٠١٦)



المصدر : منصة Horizon للمدة (٢٠١٥-٢٠١٦) .

الشكل (٨) يوضح التلوث الضوضائي في بغداد ٢٠٢٠ التابع للاتحاد الاوربي



المصدر : lighttrends.lightpollutionmap

جدول (٣) يبين نسبة التلوث الضوئي في بغداد بحسب المساحات للفترة من ٢٠١٥-٢٠١٦

rasterColumn	count	sum	mean	sum_area_weighted
2015	5125	147630.76	28.806	123183.37
2016	5125	204817.69	39.96443	170900.26

المصدر : lighttrends.lightpollutionmap

الاختبار البصري لمنصة ERA-PLANET :

من خلال الجداول المستخلصة من المنصة لتصنيف التلوث الى نطاقات عالية التلوث ومتوسطة التلوث ومنخفضة التلوث ، تم اختيار ابرز المناطق في العاصمة بغداد واستخلاص بياناتها والمواقع الجغرافية التابعة لها وادخالها على برنامج Arc Map من اجل إيجاد القيم الوسطية بطريقة المسافة الموزونة (IDW) داخل طريقة الاشتقاق المكاني Interpolation في صندوق الأدوات Spatial Analyst Tools ، كما هو موضح في الخريطة (٢) والشكل (٩) والجدول (٤) وكالآتي.

١- المناطق الأكثر تلوثاً :

الكاظمية، الاعظمية، ساحة الخلاني وعبد القادر الكيلاني، مدينة الطب، الوزيرية ، كرادة مريم ، كرادة خارج ، باب المعظم ، ملعب الشعب ، أبو نؤاس ، الخضراء ، الإسكان ، المنصور شارع ١٤ رمضان ، الزوراء ، الكندي ، الشعلة ، شارع الصناعة ،

٢- المناطق متوسطة التلوث :

القادسية ، الغزالية ، اليرموك ، العامرية ، السيدية ، الجهاد ، بغداد الجديدة ، المشتل

٣- المناطق قليلة التلوث :

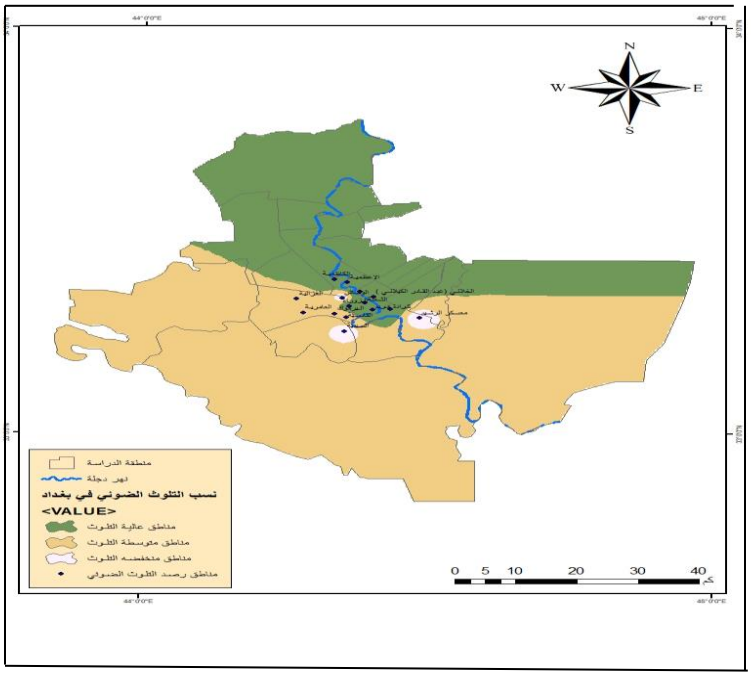
السيدية ، معسكر الرشيد ، الوشاش .

جدول (٤) يبين بيانات منصة البحوث والابتكار Horizon 2020 التابع للاتحاد الأوروبي ERA-PLANET لتصنيف منطقة الدراسة بحسب درجات التلوث الضوئي

اسم الموقع	الموقع الجغرافي		نسبة التلوث الضوئي
	X	Y	
الكاظمية	438383.9	3693647	مناطق عالية التلوث
الاعظمية	440422	3692749	مناطق عالية التلوث
مدينة الطب	442518.6	3690193	مناطق عالية التلوث
الخلاني (عبد القادر الكيلاني)	444624.3	3688886	مناطق عالية التلوث
الشعلة	443272.3	3687169	مناطق عالية التلوث
الزوراء	440654.4	3686322	مناطق عالية التلوث
كرادة مريم	444571.1	3685277	مناطق عالية التلوث
شارع السعدون	447447.2	3685507	مناطق عالية التلوث
القادسية	440187.9	3683287	مناطق متوسطة التلوث
الغزالية	432150.5	3688303	مناطق متوسطة التلوث
اليرموك	438388.4	3684237	مناطق متوسطة التلوث
العامرية	433131.2	3684487	مناطق متوسطة التلوث
السيدية	439956.3	3679406	مناطق منخفضة التلوث
معسكر الرشيد	452143.6	3682998	مناطق منخفضة التلوث
الوشاش	439514.1	3688570	مناطق منخفضة التلوث

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على منصة Horizon واحداثيات منطقة الدراسة .

خريطة (٢) توضح تصنيف نسبة التلوث بحسب بيانات منصة التلوث والابتكار Horizon باستخدام طريقة IDW في بغداد لعام ٢٠٢٠



المصدر : من عمل الباحثة بحسب بيانات منصة البحوث والابتكار Horizon 2020 التابع للاتحاد الأوروبي ERA-PLANET بالاعتماد على الجدول (٤)

٤ – منصة اطلس لمراقبة التلوث الضوئي :

يقع القمر الصناعي DMSP F12 التابع لمنصة اطلس في مدار قطبي أرضي منخفض ويحمل مقياس إشعاع مسح متذبذب ، نظام Linescan التشغيلي ، مع أنبوب مضاعف ضوئي (PMT) ككاشف. يقوم OLS بمسح رقعة ضيقة من الأرض ، بعرض حوالي ٣٠٠٠ كيلومتر ، عموديًا على المدار ، وعندما يتحرك القمر الصناعي ، فإنه ينشئ صورة ثنائية الأبعاد لسطح الأرض.

ما نقوم به أساسًا هو تكوين البيانات التي تم الحصول عليها بمكاسب مختلفة من أجل تحسين النطاق الديناميكي وتجنب التشبع، يبلغ حجم بياناتنا ٣٠ بوصة × ٣٠ بوصة (أقل من كيلومتر واحد) في إسقاط خطوط الطول / العرض. تشمل خطوات التخفيض ما يلي: (١) الكشف عن المناطق

الخالية من السحابة على بيانات الأشعة تحت الحمراء ؛ (٢) التنظيف ؛ (٣) المعايرة على أساس معايرة التألق قبل الطيران لـ OLS-PMT (قمنا بفحصها لمقارنة تنبؤ الخريطة مع الملاحظات وحصلنا على اتفاق جيد) (٤) فك ريتشاردسون – لوسي لتحسين التنبؤ بالمواقع القريبة من المصادر، لذلك ننتقل من الإشعاع المقاس من القمر الصناعي إلى كثافة الانبعاث في النطاق V من كل منطقة أرض مغطاة بالبكسل ، وهو ما يمثل انقراض الغلاف الجوي ومتوسط طيف الإضاءة الليلية وسطح المنطقة. لكننا لا نحتاج فقط إلى الشدة تجاه القمر الصناعي ولكن أيضًا الشدة في كل اتجاه آخر. نحصل على متوسط دالة الانبعاث التصاعدي من خلال دراسة الانبعاث لكل ساكن للعديد من المصادر على مسافات مختلفة من نظير القمر الصناعي ، الذي يراه القمر الصناعي تحت زوايا مختلفة. يمكننا الحصول على هذه الوظيفة لكل مساحة الأرض مقاسة لكل بكسل ، باستخدام عدد كبير من بيانات المدار الفردية. لا يمكن إجراء هذا النوع من الدراسة إلا باستخدام قمر صناعي غير ثابت جغرافيًا مثل الأقمار الصناعية DMSP ولقد وضعت هذه المنصة معايير لقياس التلوث ، كما هو موضح في الجدول (٥) .

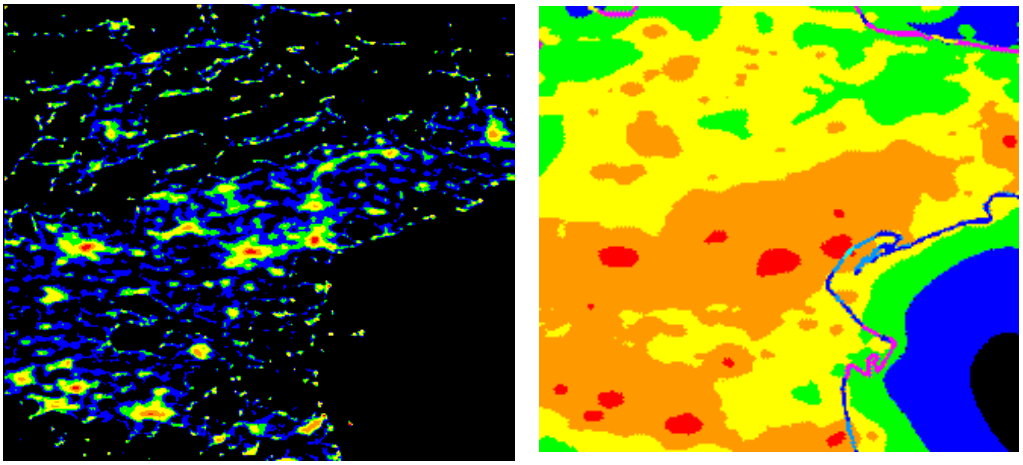
١) خرائط تدفق الضوء العلوي:

إنها أبسط نوع من الخرائط وتُظهر التدفق الكلي للضوء المنبعث لأعلى من المصادر الموجودة على سطح الأرض والمقدمة في الغلاف الجوي ، يتم الحصول عليها ببساطة من البيانات المعايرة للإشعاع للأقمار الصناعية DMSP. تحتاج البيانات إلى تصحيح لانقراض الضوء في المسار من المصدر إلى القمر الصناعي. عندما يكون ذلك ممكنًا ، يتم تفكيكها من أجل الحصول على دقة مكانية أفضل. يجب استعادة التدفق الإجمالي المنبعث من التدفق المنبعث نحو السائل ، بافتراض وجود دالة متوسط نموذجي للانبعاث التصاعدي لجميع المناطق أو الحصول عليها بناءً على قياسات كل منطقة من زوايا ارتفاع مختلفة مصنوعة من العديد من المدارات الفردية.

٢) خرائط تأثيرات التلوث الخفيف على سماء الليل:

كثيرًا ما يخلط عامة الناس بين هذه الخرائط وصور الأقمار الصناعية الليلية. تُظهر صور الأقمار الصناعية الليلية للأرض تدفق الضوء المنبعث لأعلى ، وتُظهر هذه الخرائط تأثيرات هذا الضوء على سماء الليل بسبب انتشاره في الغلاف الجوي وانتشاره بواسطة الجزيئات والجزيئات. كما هو موضح في الشكل (٩) .

الشكل (٩) يوضح انتشار الضوء من خلال صورة الأقمار الصناعية



المصدر : http://djlorenz.github.io

الجدول (٥) يبين معايير المنصة التي وضعتها لقياس درجة التلوث الضوضائي

Color	Ratio of artificial to natural sky brightness
	< 0.01
	0.01-0.11
	0.11-0.33
	0.33-1
	1-3
	3-9
	9-27
	> 27

المصدر : http://djlorenz.github.io

الاختبار البصري لمنصة اطلس :

من خلال الجدول (٤) المستنبطة من منصة اطلس لتصنيف التلوث الضوضائي لمنطقة الدراسة ، وجد بان هناك (٥) تصانيف موزعة على مناطق المنطقة بحسب بياناتها وكما يلي :

١- مناطق ذات خطورة عالية جداً بحسب مقياس (27<) وتشم المناطق : (الغدير ، كرادة مريم ، الرصافة ، القادسية ، الاعظمية) .

٢- مناطق ذات خطورة عالية بحسب معيار (٢٧-٩) تشمل المناطق : (المنصور ، الأعظمية ، كرادة داخل ، بغداد الجديدة ، الصدر الأولى ، الصدر الثانية ، معسكر الرشيد ، الدورة ، السيدية ، العامرية ، اليرموك ، الزوراء) .

٣- مناطق متوسط الخطورة بحسب معيار (٣ – ١) و تشمل المناطق : (المدينة ، الحسينية ، الكاظمية ، الشعلة ، بوب الشام ، سبع البور ، الراشدية ، ابوغريب ، المحمودية) .

٤- مناطق منخفضة التلوث بحسب معيار (١ – ٠.٣٣) و تشمل المناطق : شمال الطارمية ، شرق ابو غريب ، شرق المدينة ، جنوب غرب المحمودية) .

٥- مناطق ذات خطورة منخفضة جداً بحسب معيار (٣٣ – ٠.١١) و تشمل المناطق : (اقصى شمال الطارمية ، اقصى الجانب الشرقي للمدينة ، جنوب المحمودية) .

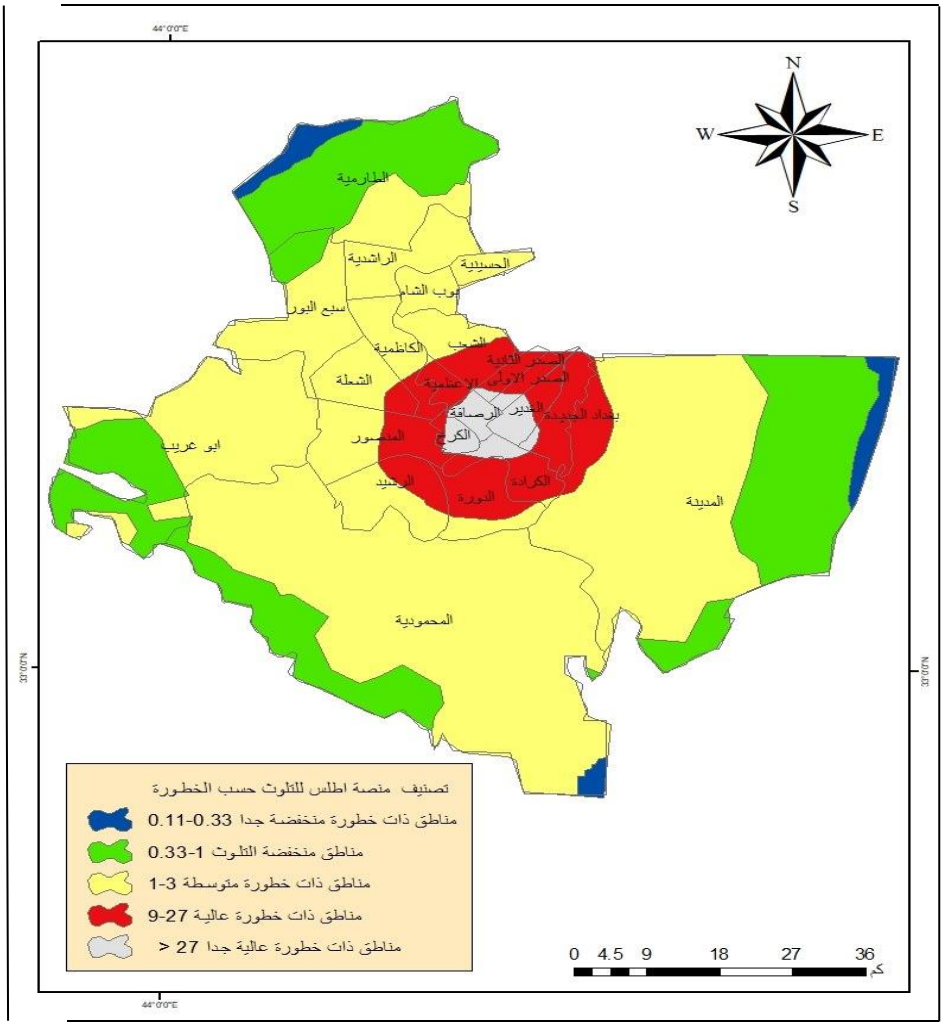
كما هو موضح في الخريطة (٣) والجدول (٦) .

الجدول (٦) يوضح درجة التلوث بحسب معيار المنصة مع درجة خطورة التلوث الضوئي في منطقة الدراسة للعام ٢٠١٩

حسب درجة التلوث	حسب خطورة التلوث
٢٧	مناطق عالية جدا التلوث
٩ _ ٢٧	مناطق عالية التلوث
١_٣	مناطق متوسطه التلوث
٠.٣٣ - ١	مناطق منخفضة التلوث
٠.١ _ ٠.٣٣	مناطق منخفضه جدا التلوث

المصدر : http://djlorenz.github.io

خريطة (٣) توضح نسبة التلوث الضوضائي لتصنيف منصة اطلس بحسب خطورة التلوث في محافظة بغداد العاصمة لعام ٢٠١٩



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٦)

منصة SNAP :

SNPP هو القمر الصناعي Suomi National Polar Partnership الذي تنقله ناسا و NOAA. إنه الجيل القادم من الأقمار الصناعية التي تدور في مدار قطبي ، حيث يجمع بيانات النهار والليل في جميع أنحاء العالم كل يوم. المصور الأساسي على SNPP هو مجموعة مقياس إشعاع التصوير المرئي بالأشعة تحت الحمراء (VIIRS). يتم إنتاج بيانات المصدر بتنسيق HDF5 وهي متاحة من خلال أرشيف CLASS الخاص بـ NOAA. لتقليل حجم البيانات وزيادة قابلية استخدام البيانات – طورت NGDC خدمة لتحديد الموقع الجغرافي لصور VIIRS. في هذا الموقع ، لأجل الوصول إلى عمل الفسيفساء اليومية لبيانات VIIRS النهارية I–Band وبيانات DNB الليلية على مستوى العالم.

تقوم SNAP بجمع بيانات حول السماء ليلاً منذ عام ٢٠٠٦. كل هذه البيانات متاحة للتنزيل بتنسيقات متنوعة ، ويمكن أيضًا استكشافها في الخريطة التفاعلية.

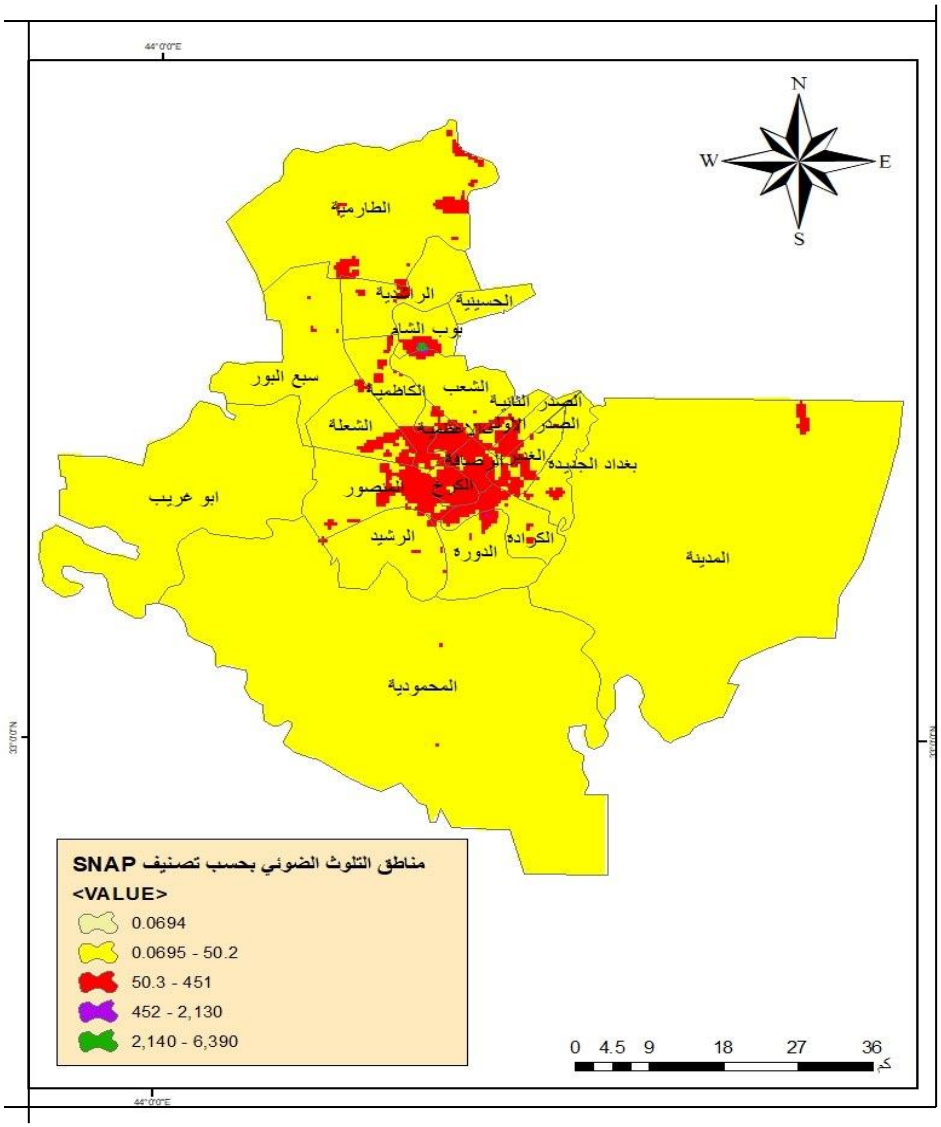
الاختبار البصري لمنصة SNAP :

من خلال الجداول المستخلصة من المنصة لتصنيف التلوث الى نطاقات عالية التلوث ومتوسطة التلوث ومنخفضة التلوث تم اختيار ابرز المناطق في العاصمة بغداد واستخلاص بياناتها والمواقع الجغرافية التابعة لها وادخالها على برنامج Arc Map صنفت مناطق التلوث الضوئي الى خمس مناطق بحسب درجة الخطورة وبحسب المعيار التي وضعته المنصة ونجد من خلال الخرائط ان اعلى منطقة للتلوث هي منطقة مركز العاصمة المتمثلة بمنطقة المنصور وكرادة مريم والقادسية والغدير و زيونة والاعظمية منطقة بغداد الجديدة والصدر الأولى والثانية والكاظمية ومعسكر الرشيد والدورة والعامرية واليرموك والزوراء الوشاش هي الأعلى تلوثاً في المحافظة بغداد ، كما صنفت هذه المنصة مناطق التلوث لعام ٢٠١٩ بحسب المعايير التي وضعتها هذه المنصة وبحسب درجة التلوث الضوئي ،كما هو موضح في الخريطة (٤) والجدول (٧).

الجدول (٧) يبين درجة التلوث الضوضائي بحسب معيار منصة SNAP في العاصمة بغداد لعام ٢٠١٩

حسب درجة التلوث	حسب خطورة التلوث
5-4	مناطق عالية جدا التلوث
4.5-2.1	مناطق عالية التلوث
2.1-6.3	مناطق متوسطة التلوث
0.06-0.50	مناطق منخفضة التلوث
0.06	مناطق منخفضة جدا التلوث

خريطة (٤) خريطة توضح نسب التلوث بحسب المعايير لقياس درجة التلوث الضوضائي للمنصة SNAP في العاصمة بغداد لعام ٢٠١٩



المصدر : https://sips.ssec.wisc.edu/

: NOAA

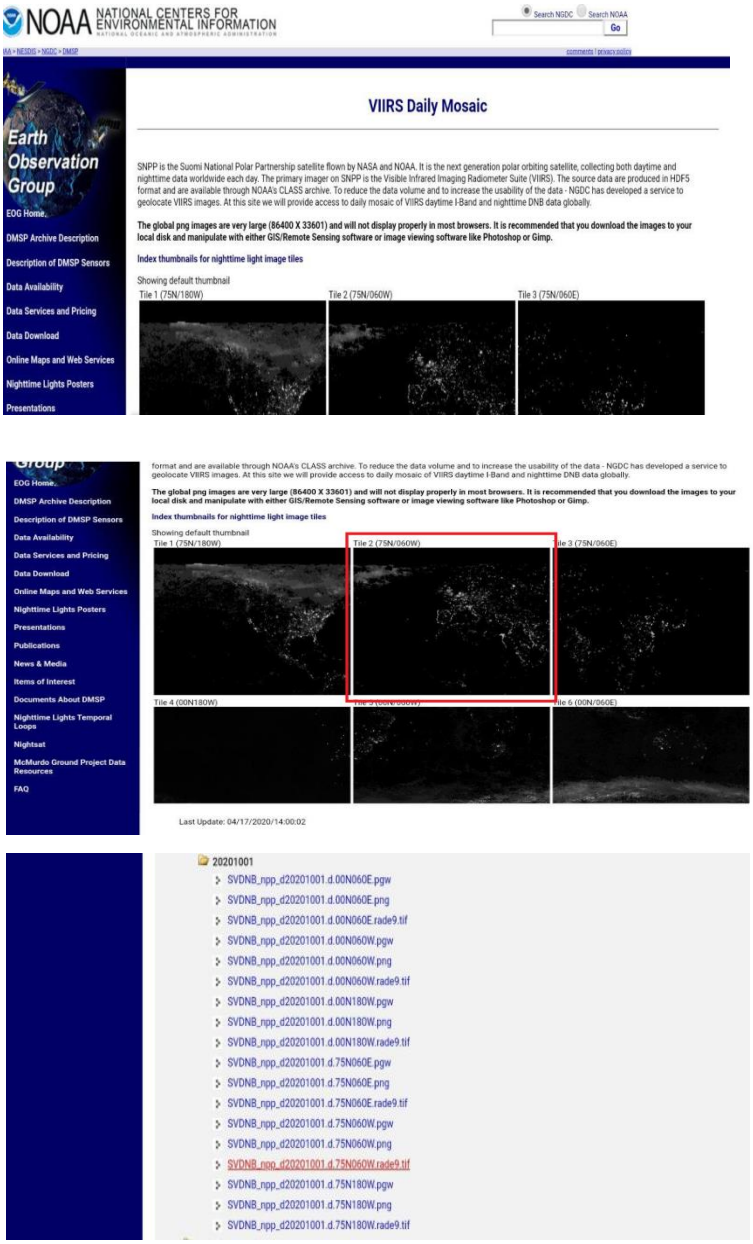
يستخدم DMSP سواتل الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) في مستوى منخفض الارتفاع ، مدار قطبي متزامن مع الشمس ، تبلغ مدته المدارية ١٠١ دقيقة. الخطوط التشغيلية مقياس إشعاع النظام (OLS) الحساس للإشعاع من ٠.٤ ميكرومتر إلى ١.١ ميكرومتر هو الماسح الأساسي مثبتة على DMSP. لديها القدرة على اكتشاف المصادر الباهتة للأشعة تحت الحمراء المرئية (VNIR) الانبعاثات على سطح الأرض. سلسلة زمنية لصور الأقمار الصناعية الليلية DMSP تمثل كل صورة DMSP / OLS مركبًا من صور خالية من الغيوم تم التقاطها على مدار العام خلال ساعات الظلام. البيانات اسميا في دقة تبلغ ١ كم ، تمت إعادة تشكيلها من البيانات بدقة ٢.٧ كم ، ويتم تمثيل كل بكسل بواسطة رقمي (DN) number بين ٠ و ٦٣. تمثل القيمة ٠ ظلامًا نسبيًا ، في حين أن الإضاءة شديدة السطوع عادةً ما تكون المناطق الحضرية مشبعة بقيمة ٦٣. لا توجد معايرة لجهاز الاستشعار على متن المنصة ، و تتضمن السلاسل الزمنية بيانات من ستة أقمار صناعية مختلفة بأجهزة استشعار مختلفة. لذلك ، سطوع يجب معايرة الصور بعناية لتقييم أي تغيير في السطوع

الية تحميل المرئية لمنصة NOAA :

ngdc.noaa.gov

١. الدخول على الموقع
٢. اختيار النطاق W60 N75
٣. تحميل الداتا المحدثة الأخيرة لعام 2020 كما هو موضح في الشكل (١٠)

الشكل (١٠) يوضح آلية جمع البيانات من منصة NOAA لرصد التلوث الضوضائي

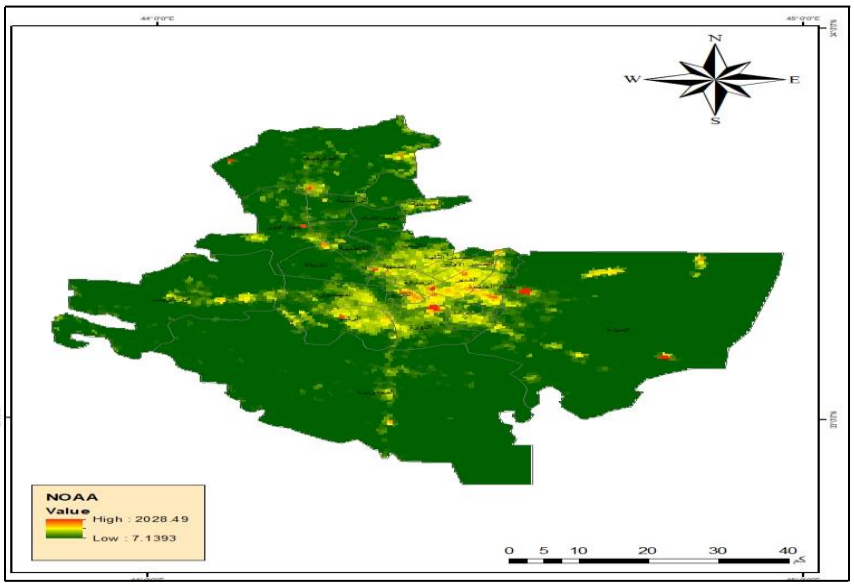


المصدر : ngdc.noaa.gov

الاختبار البصري لمنصة NOAA :

من خلال البيانات المستخلصة من المنصة لتصنيف التلوث الى نطاقات عالية التلوث ومتوسطة التلوث ومنخفضة التلوث تم اختيار ابرز المناطق في العاصمة بغداد واستخلاص بياناتها والمواقع الجغرافية التابعة لها وادخالها على برنامج ARCMap صنفت مناطق التلوث الضوئي بحسب التدرج اللوني الى مناطق مرتفعة التلوث متمثلة باللون الأحمر تليها المناطق متوسطة الخطورة المتمثلة باللون الأصفر ومن ثم المناطق منخفضة التلوث المتمثلة باللون الأخضر ، وبحسب المعيار التي وضعته المنصة ونجد من خلال الخرائط ان اعلى منطقة تلوثاً هي منطقة مركز العاصمة المتمثلة بمنطقة المنصور ومنطقة كرادة مريم والقادسية والغدير و زيونة والاعظمية و منطقة بغداد الجديدة والصدر الأولى والثانية والكاظمية ومعسكر الرشيد والدورة والعامرية واليرموك والزوراء الوشاش و صنفت هذه المنصة مناطق التلوث لعام ٢٠٢٠ بحسب المعايير التي وضعتها هذه المنصة ، كما هو موضح في الخريطة (٥) والجدول (8).

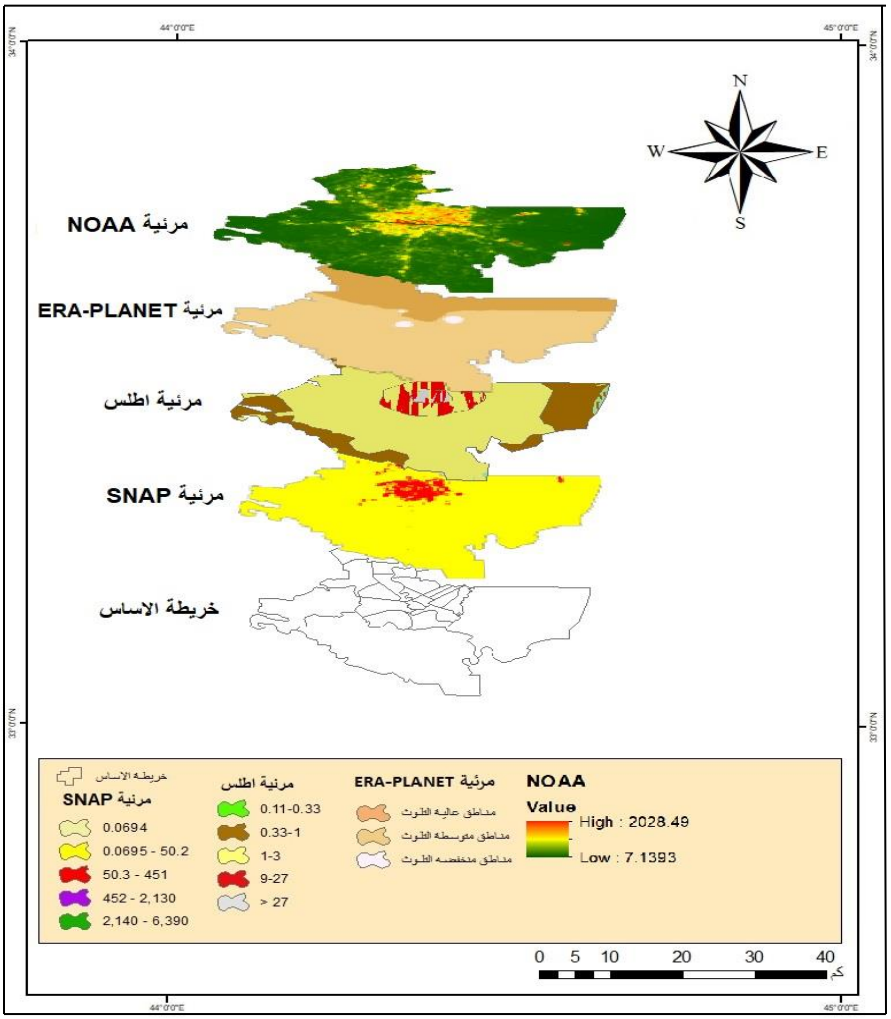
الخريطة (٥) توضح نسب التلوث الضوضائي بحسب المعايير التي وضعتها NOAA لقياس درجة التلوث الضوضائي في العاصمة بغداد لعام ٢٠٢٠



المصدر :https://ncc.nesdis.noaa.gov

ولقد تم دمج هذه الخرائط بنظام الطبقات ، وبناء قاعدة البيانات الجغرافية لتصنيف التلوث الضوضائي في محافظة بغداد العاصمة ، وبحسب المعايير الخاصة وتصنيفاتها لكل مرئية من مرئيات المنصات التي ذكرت كما في الخريطة (٦) .

الخريطة (٦) نظام الطبقات لمرئيات المنصات لتصنيف التلوث الضوضائي في محافظة بغداد



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على منصات الاستشعار ومخرجات برنامج ArcMap و ArcSecene

الاستنتاج :

من خلال التحليل والتفسير البصري للمرئيات الفضائية للمنصات التي اختيرت لدراسة خطورة التلوث الضوضائي في العاصمة بغداد ، توصلت الدراسة الى مجموعة من الاستنتاجات، وكما يلي :

١ – تؤكد جميع المنصات ان التلوث الضوضائي تركز في مركز العاصمة بغداد ، بسبب زيادة اعداد السكان ، وتركز في المناطق التجارية والترفيهية ومناطق الاستجمام والمراكز الدينية ومقرات الاحزاب والدوائر الحكومية فيها .

٢ – اوضحت الدراسة ان مساحة نسبة التلوث الضوئي في العراق بلغت (٥٠٧٨)كم٢ في عام ٢٠١٥ وازدادت الى (٥٦٩٥) كم٢ ، حيث زادت بنسبة ١١% ، وكانت النسبة الاكبر للمساحة في قلب العاصمة بغداد ، بعد ان اعتمدت قياس هذه المساحات من منصة Light trends .

٣ – ركزت منصة البحوث والابتكار (Horizon 2020) التابع للاتحاد الاوربي (Era–PLANET) على حساب وتلوث مصدر اتجاه انتشار التلوث الضوئي وحساب المناطق وتصنيفها الى ثلاثة تصانيف (العالية والمتوسطة و المنخفضة) في مركز العاصمة بغداد .

٤ – اكدت الدراسة ان المرئيات التابعة لمنصتي (الاطلس و SNAP) تم تصنيفها الى (٥) اصناف ، وبحسب درجة التلوث الضوئي لمناطق بغداد العاصمة وتوزيعها الجغرافي .

٥ – اما المرئية الفضائية لمنصة (NOAA) اتبعت التدرج اللوني (الاحمر للمناطق مرتفعة التلوث واللون الاصفر متوسط التلوث واللون الاخضر منخفضة التلوث) مع الاخذ بعين الاعتبار توزيع هذه الملوثات على الرقعة الجغرافية لمناطق بغداد العاصمة .

٦ – اكدت الدراسة على بناء قاعدة البيانات الجغرافية لتصنيف التلوث الضوئي بحسب المنصات وبناء نظام الطبقات ابتداءً من خريطة الاساس الى مرئية NOAA.

٧ – استنتجت الدراسة ان بعض المستويات المسجلة للشدة الضوئية تتغدى المعايير الصحية الموصي بها لهذا النوع من التلوث ، لأنها تشكل بؤراً لمستويات مرتفعة بالتزامن مع زيادة الاستخدام للإنارة توافقاً مع توصية المنظمة الامريكية التي يطلق عليها السماء الظلماء (Dark sky) ، وبحسب معيار المنظمة للسماء المعتمة (Association) لتميز نوع المنطقة (LZ) وتستخدم الرمز (IDA) .

التوصيات :

١ – العمل على تقليل الانارة الليلية في المناطق التجارية بما يتلائم مع تقليل هذا التلوث ، والاعتماد على الأضوية الخافتة ليلاً بسبب توقف هذه المناطق من انشطتها التجارية .

٢ – توصي الدراسة الالتزام بالقوانين والمعاهدات الدولية للحد من مكافحة التلوث الضوئي بجميع صوره لأنه يؤدي الى الاخلال بالتوازن البيئية ونشاط بعض الكائنات الحية من النباتات والحيوانات وعرقلة النشاط اليومي للإنسان وخاصة هورمون الميلاتونين العصبي ، والتأثيرات الاقتصادية من زيادة استهلاك الطاقة الذي قد يؤدي الى زيادة النفقات المالية .

٣ – ضرورة العمل على استخدام المعايير التي تعالج المرئيات الفضائية من منصات مختلفة بحسب الاتجاه وزاوية الضوء واللون والارتفاع ، وذلك بسبب زيادة اعداد السكان في المحافظة وتوسع استعمالات الأرض المختفة والتي تحتاج الى زيادة في الانارة الليلية ، لذا يتطلب الحد من هذا التلوث وما يخلقه من مشاكل على الانسان والبيئة .

الهوامش

[١] – زينب عبد الرزاق التغلبي ، شكري إبراهيم الحسن (٢٠١٢) جامعة البصرة ، تحليل جغرافي للتلوث الضوئي في المناطق الصناعية في ندينة النجف الاشرف ، بحث منشور في مجلة مداد الآداب الجامعة العراقية ص ٨٢٩

[٢] - جمعية الهندسة مضيئة في أمريكا الشمالية وجمعية الدولية للسماء المعتمة Dark Sky Association لتمييز بيئة المنطقة (LZ) .وتستخدم رمز(IDA) .

[3]-"FCC Antenna Structure Registration". Archived from the original on 2009-02-07. Retrieved 2009-07-04.

[٤] - جمعية الهندسة مضيئة في أمريكا الشمالية وجمعية الدولية للسماء المعتمة Dark Sky Association لتمييز نوع بيئة المنطقة (LZ) .وتستخدم رمز(IDA) .

[5]-_Hölker, Franz,et al.. "*The Dark Side of Light : A Transdisciplinary Agenda for Light* ." Ecology and Society 15 (4): 13. doi:10.1890/080129. 2010.p٢-٧

[٦]- Cheung, Maria (2009-11-29). "Graveyard Shift Work Linked to Cancer". news. University of Connecticut Health Center.

[7]- Susan L. Burks, Managing your Migraine, Humana Press, New Jersey (1994) ISBN 0-89603-277-9

المصادر :

١. زينب عبد الرزاق التغلبي ، شكري إبراهيم الحسن (٢٠١٢) جامعة البصرة ، تحليل جغرافي للتلوث الضوئي في المناطق الصناعية في ندينة النجف الاشرف ، بحث منشور في مجلة مداد الاداب الجامعة العراقية .
٢. الموقع الإلكتروني ((الحفاظ على طاقة المستقبل))، تاريخ الدخول23-9-2018
٣. - https://www.conserve-energy-future.com
٤. جمعية الهندسة مضيئة في أمريكا الشمالية وجمعية الدولية للسماء المعتمة Dark Sky Association لتمييز نوع بيئة المنطقة (LZ) .وتستخدم رمز(IDA) .

1. "FCC Antenna Structure Registration". Archived from the original on 2009-02-07. Retrieved 2009-07-04.
2. Susan L. Burks, Managing your Migraine, Humana Press, New Jersey (1994) ISBN 0-89603-277-9
3. Cheung, Maria (2009-11-29). "Graveyard Shift Work Linked to Cancer". news. University of Connecticut Health Center. http://today.uchc.edu/headlines/2007/nov07/graveyard. Retrieved 2012-07-06
4. www.darksky.org
5. _Hölker, Franz,et al.. "*The Dark Side of Light : A Transdisciplinary Agenda for Light* ." Ecology and Society 15 (4): 13. doi:10.1890/080129. 2010.p٢-٧
6. lighttrends.lightpollutionmap
7. darksitefinder.com/maps/world
8. https://www.lightpollutionmap

9.http://djlorenz.github.io \ The World Atlas of the Artificial Night Sky Brightness
10. https://sips.ssec.wisc.edu/
١١. https://ncc.nesdis.noaa.gov/
12. https://guaix.fis.ucm.es/