استخدام مرئيات وخرائط جوجل في تقدير حجم المرور على بعض الطرق في مصر: منهجية تجريبية

أحمد يونس صالح عبد الجواد بُريّك*
ays01@fayoum.edu.eg

ملخص:

يحاول البحث تقديم منهجية تجريبية لتقدير حجم المرور على الطرق اعتمادا على مرئيات/صور جوجل Google Imagery المتوفرة في برنامج Google Erath Pro وبيانات المرور المستخرجة من خدمة خرائط جوجل Google Maps ، حيث استخدمت صور جوجل لمسح مواقع المركبات المتحركة على الطرق في الصورة في قطاعات معينة من الطريق، وبالتالي يمكن من خلال ذلك استخراج كثافة المركبات على هذا القطاع، ثم استخدمت بيانات المرور من خرائط جوجل لاستخراج زمن الرحلة بين بداية ونهاية قطاع الطريق، وذلك لاستخراج ما يعرف بمتوسط سرعة السير Average Travel Speed ثم تم استخراج حجم المرور Traffic Flow من خلال العلاقة الإحصائية الخطية بين الكثافة والسرعة وحجم المرور، وتم تعريفه بحجم المرور المحسوب. وقد تم تطبيق ذلك على عدة قطاعات من الطرق في مصر تمثلت في قطاعات من طريق أسيوط – القاهرة الغربي، وطريق القاهرة– السويس، وطريق الجيزة– الفيوم، وقطاعات من طريق القاهرة الكبرى الدائري، وطريق الفيوم الدائري.

بعد استخراج حجم المرور المحسوب تم إجراء الرصد الميداني للطرق المدروسة وبالتالي تم توفير "حجم المرور المرصود" لنفس قطاعات الطرق، وتم مقارنة قيم حجم المرور المحسوب والمرصود باستخدام تحليل "ت" "T" Test Paired Samples وتبين أن متوسط الفروق بينهما ٢٣٦ مركبة/الساعة وكانت الفروق ذات دلالة إحصائية (p=0.021) ، وقد بلغ معامل ارتباط بيرسون بين حجم المرور المحسوب وحجم المرور المرصود ٠.٩٨٨ مما يدل على التقارب بين القيم. ويوفر ذلك وسيلة سهلة وغير مكلفة لتوفير بيانات أحجام المرور على الطرق، مما يساعد الباحثين في مجالات النقل والمرور والتخطيط الحضري، والبيئة، ومشكلات المدن، وكذلك يدعم اتخاذ القرارات المتعلقة بمشكلات تعتمد على بيانات المرور.

الكلمات المفتاحية: حجم المرور، حركة النقل، صورة وخرائط جوجل، جغرافية النقل، البيانات المكانية.

* مدرس، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الفيوم.

مقدمة:

تعد بيانات حركة المرور على الطرق والشوارع من أهم بيانات النقل، وتمثل هذه البيانات أهمية كبيرة للمتخصصين وخاصة في مجال هندسة النقل والمرور والتخطيط العمراني وجغرافية المدن وجغرافية النقل والبيئة وغيرها من التخصصات، حيث يُعتمد على هذه البيانات في اكتشاف مشكلات النقل واقتراح حلول لها، وكذلك في تخطيط الطرق والشوارع، وفي تخطيط استخدامات الأراضي، ودراسات البيئة والتلوث داخل المدن، وكذلك في الكشف عن العلاقات المكانية بين المواقع والمدن.

ويمكن جمع هذه البيانات بطرق عديدة؛ منها الطريقة التقليدية (اليدوية)، حيث يقوم باحثون أو متخصصون بعد/حصر المركبات المتحركة على الطرق خلال ساعة معينة في يوم معين أو خلال فترة النهار أو حتى طوال اليوم، ولا تخلو هذه الطريقة من الأخطاء البشرية كما أنها تحتاج إلى فرق عمل كثيرة ومدربة إذا ما ارتبط الأمر بدراسات شبكات كبيرة للطرق. وتتمثل الطريقة الثانية في استخدام العدادات الاوتوماتيكية (الحصر الآلي) وهي أيضا تقوم بعد المركبات خلال فترة معينة أو ساعة معينة وهي وإن كانت أكثر دقة إلا أن أجهزة العد مرتفعة الثمن كما تحتاج للتدخل البشري أيضا وتحتاج للصيانة كما تتعرض للتلف. أما الطريقة الثالثة فهي تتمثل في العد من الكاميرات الثابتة أو أجهزة استشعار الحركة الثابتة على الطرق المختلفة، ولكن يصعب تغطية كافة الطرق والشوارع بمثل هذه الكاميرات والمستشعرات نتيجة ارتفاع ثمنها وتعرضها أيضا للتلف وحاجتها للصيانة المتكررة(Leduc, 2008,P.2).

وتعاني العديد من الدول النامية من فقر في أنظمة بيانات حركة المرور والنقل على الطرق ويؤثر ذلك في مستويات الأمان على تلك الطرق Road Safety (Puvanachandra et al., 2024) وتعود الأسباب وراء ضعف بيانات المرور في مثل هذه الدول إلى صعوبة توفير أجهزة العد مرتفعة الثمن لكافة الطرق والشوارع وكذلك صعوبة تكرار العد بشكل دوري لنفس السبب، ولذلك فإن هناك حاجة ماسة لابتكار طريقة لتوفير بيانات عن حجم المرور على الطرق لسد هذه الفجوة وتعويض هذا النقص، كذلك من المهم أن تكون هذه الطريقة ذات تكاليف محدودة أو مجانية بالكامل بحيث تلائم اقتصاديات هذه الدول، كذلك من المهم أيضا أن تكون هذه الطريقة بسيطة تلائم الإمكانات التكنولوجية المتاحة وكذلك يجب أن تكون البيانات الناتجة عنها حديثة ودورية وواسعة التغطية المكانية لأهمية ذلك في الدراسات والبحوث المختلفة، وكذلك من الضروري أن تكون ذات دقة مقبولة تسمح بالاعتماد عليها في الدراسات والقرارات التي تحتاج لهذا النوع من البيانات.

ويهدف هذا البحث إلى بناء واختبار منهجية تجريبية لتوفير بيانات حركة المرور على الطرق باستخدام بيانات مجانية تتمثل في صور جوجل Google Imagery المأخوذة من برنامج Google Earth pro V.7.3.6 ، وبيانات المرور التي توفرها خرائط جوجل Google Maps والتي بدأت هذه الخدمة منذ عام ٢٠٠٧م،(Freeman et al., 2020,1)، بالتطبيق على نماذج من الطرق المختلفة في مصر.

وتتمثل الفرضية الأساسية للبحث في أن الفروق بين حجم المرور المحسوب اعتمادا على بيانات صور جوجل Google Imagery، وخرائط جوجل

Google Maps وحجم المرور المرصود ميدانيا هي فروق منخفضة وذات دلالة إحصائية. وللتحقق من هذه الفرضية تم استخدام اختبار "ت" الإحصائي لمقارنة عينتين مرتبطتين Paired Sample "T" Test تمثلت الأولى في بيانات حجم المرور المحسوب وفقا للمنهجية المقترحة على ٣٠ قطاعا من الطرق (في الاتجاهين)، والثانية تمثلت في بيانات حجم المرور المرصود ميدانيا لنفس القطاعات.

١- الدراسات السابقة:

يتزايد الاتجاه نحو استخدام صور الأقمار الصناعية التي تتسم بالدورية والدقة العالية واتساع التغطية في استخلاص بيانات مكانية تخدم العديد من التخصصات، وفي نفس الاتجاه بُذلت جهود أكاديمية عديدة على مستوى العالم لاستخلاص بيانات مكانية تعتمد على الخدمات التي تتيحها شركة Google والتي من أهمها صور جوجل Google Imagery وبيانات خرائط جوجل Google Maps التي تقدم خدمات خاصة بالتوجيه Navigation وخدمات خاصة بحالة المرور Traffic والتي نسعى هنا لاستخدامها في استخلاص بيانات حركة المرور على الطرق في مصر.

استخدم (McCord et al., 2003) صور القمر الصناعي IKONOS بدقة ١متر، في تقدير متوسط المرور اليومي السنوي (AADT) ومقارنة ذلك بمحطات الرصد الأرضية، بهدف تقليل تكاليف الرصد الأرضي وكذلك تغطية قطاعات أكبر من الطرق آنذاك، وقد استخدم ١٤ صورة تغطي قطاعات الطريق السريع في ولاية أوهايو لتقدير حجم المرور من الصور ومقارنته ببيانات المرور المأخوذة من المحطات الأرضية، وتبين أن الفروق بين التقديرات المأخوذة من

الصور والمأخوذة من المحطات الأرضية فروق ضعيفة في كثير من القطاعات مما يؤكد إمكانية الإعتماد على هذه المنهجية خاصة وأن صور الأقمار الصناعية باتت أكثر انتشارا وسيكون الاعتماد عليها في تقدير حركة المرور أقل تكلفة وأكثر تغطية من المحطات الأرضية.

حاول (Kaack et al., 2018) الاستفادة من الصور التي تنتجها جوجل عبر تطبيقها المعروف Google Earth لمعرفة وتقدير أحجام المرور على الطرق المختلفة، وذلك من خلال عد المركبات الموجودة في الصورة المتاحة على برنامج جوجل إيرث، وتطبيق منهجيات متنوعة لتقدير أحجام المرور على تلك الطرق، فمن خلال أدوات كشف الأهداف Object Detection من الصور أمكن استخراج عدد المركبات على الطرق وحساب متوسط المرور اليومي لهذه المركبات خاصة في الدول النامية. ولم تتوقف المنهجيات المماثلة على صور جوجل فقط، بل تعدت ذلك لاستخدام الصور الملتقطة من الطائرات بدون طيار Drones، أو من صور الأقمار الصناعية عالية الدقة سواء باستخدام لغات البرمجة المختلفة التي منها Python، أم من خلال أدوات كشف الأهداف، أم من خلال أدوات التصنيف الظاهرات Feature Classification المتاحة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية أو الاستشعار من بعد لعد المركبات في هذه الصور، ومن ثم حساب المتغيرات الأساسية للمرور (حجم المرور – كثافة المرور) ومنها دراسة (Banaag et al., 2021) وغيرها من الدراسات.

ركزت دراسات أخرى على استخلاص أحجام المرور لمركبات معينة من خلال استخدام صور جوجل أو أي صور لأقمار صناعية عالية الدقة ، ومنها مثلا محاولة تقدير حجم المرور لمركبات البضائع لما لها من أهمية في حساب

مستوى الخدمة Level Of Service (LOS) على الطرق وكذلك لأن حجم الحركة الخاص بهذه المركبات له أهمية في تدابير السلامة على الطرق، حاولت الدراسات استخدام صور جوجل في عد هذه المركبات مثل دراسة (Goel et al., 2020) حيث حاول اقتراح منهجية لاستخدام صور Google Earth لرصد المركبات الثقيلة على الطرق السريعة من الصور وقياس حجم حركة المرور على تلك الطرق وتوصلت الدراسة إلى أن حجم حركة المرور المحسوب بهذه الطريقة يتناسب طرديا مع حجم حركة المرور المرصود على وصلات طرق معينة، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون ٠.٨٤.

وأبعد من ذلك، فقد توازى الاهتمام باستخدام بيانات التنقل وحالة المرور التي تتيحها خرائط جوجل Google Maps مع الاهتمام باستخدام صور جوجل والأقمار الصناعية لأغراض مشابهه كلها تخدم استخلاص بيانات خاصة بالمرور، فقد حاول (Freeman et al., 2020) استخدام بينات المرور في خدمة خرائط جوجل في مقارنة سرعة المرور على الطرق التي تعرضها تلك الخدمة للطرق مع السرعة التصميمية لهذه الطرق، وتحديد الكثافة الفعلية للحركة وذلك لاستخدامها في تقدير حجم انبعاث الغازات من حركة المرور على تلك الطرق. كما حاولت بعض الدراسات تقييم هذه البيانات ومقارنتها مع الرصد الميداني اليدوي أو في نقاط الرصد الثابتة، وعلى نفس المنوال جاءت دراسة (Ali & Abid, 2021) التي هدفت لتقدير مستويات الخدمة والتأخير على الطرق باستخدام بيانات خرائط جوجل.

كذلك كان هناك اتجاها نحو بناء نماذج محاكاة وتنبؤ بأحجام المرور الحالية والمستقبلية، فقد صمم (García-Ramírez, 2020) نموذجا للازدحام

المروري خاص بمدينة لوجا Loja في الإكوادور، من خلال مقارنة بيانات المرور في خرائط جوجل Google Maps مع بيانات ميدانية تم جمعها لمجموعة من الوصلات المختارة بالمدينة، حيث تم تسجيل الألوان لهذه الوصلات (الأخضر – البرتقالي – الأحمر – الأحمر الداكن) التي تعبر عن المرور والتأخير على الطرق والشوارع في خرائط جوجل، لمدة أسبوعين تقريبا على ١٩ شارع من شوارع المدينة، وتم أيضا تسجيل السرعات الخاصة بالمركبات يدويا، ثم المقارنة بين السرعات المستخرجة من خرائط جوجل وتلك المحسوبة ميدانياً، وباستخدام تحليل التباين ANOVA تبين أن النموذج جيد في كثير من حالات المرور التي تم دراستها وأن مستوى الدلالة الإحصائية أقل من ٠.٠٥ لكثير منها، في حين أن هناك حالات تحتاج لمزيد من البيانات لكي تكون ذات دلالة إحصائية.

تم أيضا العمل على بناء نماذج للتنبؤ بأحجام المرور بناء على البيانات المستخلصة من خرائط جوجل، فقد صمم (Ranawaka, 2020) منهجية للتنبؤ بحركة المرور المستقبلية على الطرق في سيريلانكا في ثلاثة سيناريوهات زمنية كل ٢٠ دقيقة، وكل ٣٠ دقيقة، وكل ساعة، وكان مستوى الدقة في السناريو الأول (٢٠ دقيقة) ٠.٥٥١ ، بينما كانت قيمة معامل F1 فبلغ ٠.٦٤٧ مما يشير إلى دقة متوسطة لهذا النموذج.

استخدم (Ganji et al., 2022) صور جوجل لتقدير حجم المرور على الشوراع الحضرية بهدف الوصول لمتوسط المرور اليومي السنوي Annual Average Daily Traffic (AADT) ، للطرق المستهدفة ، وقد استخدم الصور لعد المركبات على الطرق، ثم مقارنة ذلك بالأعداد المستخرجة من

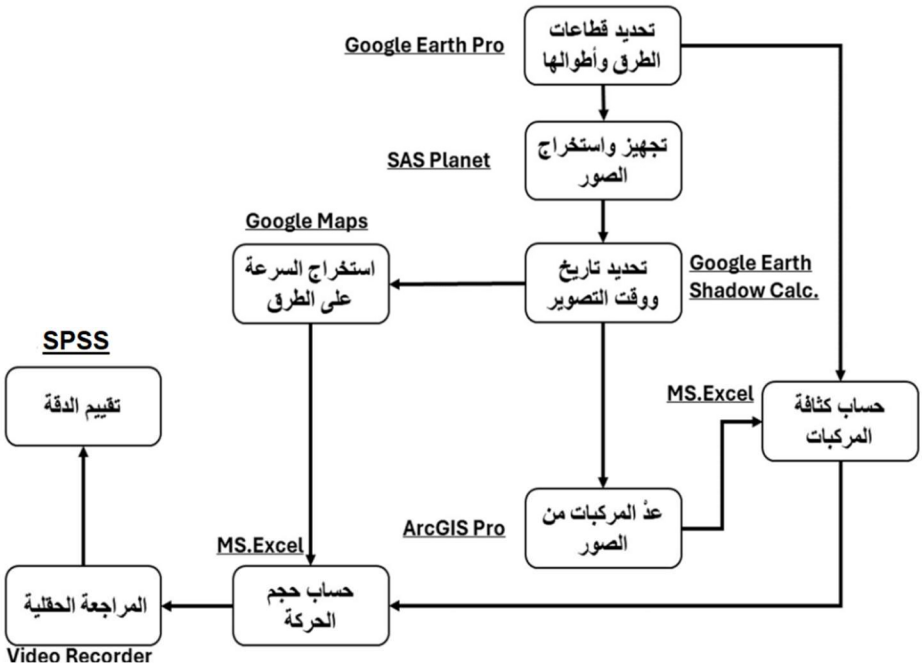
محطات العد الثابتة في مدينة تورنتو من خلال الشبكات العصبية كمحاولة لتعليم الآلة توقع حجم المرور الساعي (خلال الساعة ومن ثم اليوم) بناء على عدد المركبات التي تم عدها من الصور لنفس القطاع من الطريق، وقد وصل معامل R^2 إلى ٩٠٪ بين القيم المستخرجة من الصور للمرور اليومي والقيم المستخرجة من العد اليدوي، كما بلغت قيمة المعامل ٥٨٪ بالنسبة لمتوسط المرور اليومي السنوي.

ويلاحظ اعتماد الدراسات السابقة على مصدر واحد من مصادر البيانات سواء Google Maps أم Google Imagery و صور الأقمار الصناعية، ثم مقارنة النتائج المستخلصة لأحجام المرور أو السرعة أو الكثافة مع أحجام المرور المرصودة من محطات الرصد الثابتة، أما الدراسة الحالية فسيتم فيها الربط بين كل تلك المصادر، حيث سيتم عد المركبات من صور جوجل إيرث، ثم حساب السرعات من خرائط جوجل، ثم مقارنة النتائج مع الرصد الميداني اليدوي للحركة على الطرق. كما أن الدراسة الحالية استخدمت بيانات مجانية بشكل كامل وهذا يختلف عن بعض الدراسات السابقة ويعطي فرصة أكبر لاستخدام تلك المنهجية المقترحة، كما أن تطبيق المنهجية على بعض الطرق في مصر كإحدى الدول النامية التي تسعى لبناء شبكة طرق قومية واستراتيجية قوية لدعم فرص التنمية يزيد أيضا من قابلية هذه المنهجية للتطبيق، ويوفر المزيد من البيانات الخاصة بالحركة لهذه الشبكة الممتدة.

٢- المنهجية:

اعتمد الباحث على المنهج التجريبي للوصول إلى أهداف البحث حيث تم تنفيذ خطوات المنهج التجريبي، واستُخدمت مرئيات وخرائط جوجل كبديل للتجربة

في هذا المنهج في الجغرافيا (توفيق،٢٠١٨، ٤٢-٤٣). واعتُمدت المنهجية الموضحة في شكل (١) حيث تهدف المنهجية إلى توفير بيانات أساسية لحساب حجم الحركة على الطرق وهي:



شكل (١) منهجية البحث والبرمجيات المستخدمة

مرت المنهجية بعدة مراحل هي :

٢.١- المرحلة الأولى : التخطيط الأوليّ:

تم في هذه المرحلة تحديد الطرق أو القطاعات التي سيتم إجراء الدراسة عليها ، وتحديد الصور المتاحة لهذه الطرق أو القطاعات في قاعدة بيانات الصور التاريخية ببرنامج Google Earth ومدى جودة الصور ، والتأكد من ظهور تاريخ التصوير وتحديد اليوم من الأسبوع ومدى ملائمة هذه

التواريخ لهدف الدراسة، وكذلك تم التأكد من زاوية التصوير وعدم وجود عوائق تعوق ظهور المركبات على الطرق في الصورة مثل السحب أو ميل زاوية التصوير بشكل يجعل المباني تغطي على أجزاء من الطريق ويقلل من دقة الرصد.

كذلك تم في هذه المرحلة تحديد نقاط الرصد الميداني لحركة المرور وساعات الرصد بناء على ما سيلي من تفاصيل. كما تم التخطيط للأساليب الإحصائية التي سيتم استخدامها للتأكد من دقة البيانات.

٢.٢- **المرحلة الثانية: استخراج البيانات الزمنية:** وتضم الخطوات التالية:

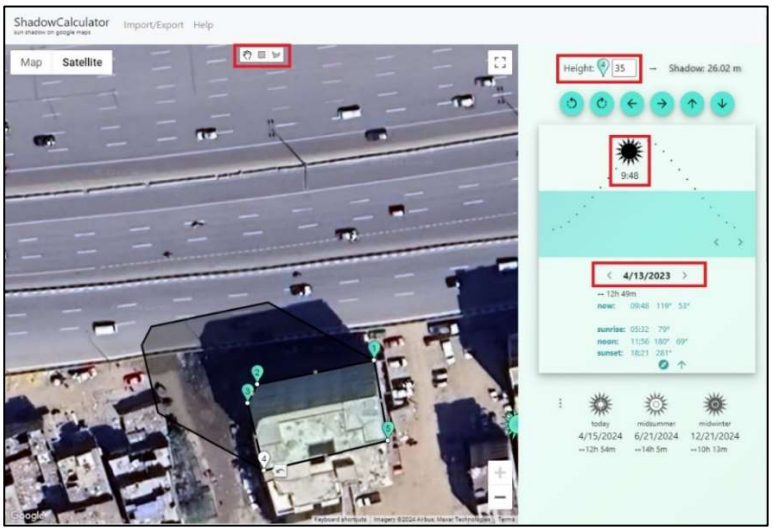
٢.٢.١- استخراج وتسجيل تاريخ تصوير الصور المحددة: وفيها تم تحديد تاريخ التصوير الجوي لصور جوجل المتاحة في برنامج Google Earth وتاريخ الالتقاط يكون مدون على كل لوحة من لوحات الصور في البرنامج ويتغير كلما تم الانتقال من مكان لآخر حسب تاريخ تصوير الأماكن شكل (٢).

المصدر: برنامج جوجل إيرث، بتصرف.

شكل (٢) تحديد تاريخ التصوير من صورة ببرنامج جوجل إيرث.

ويتضح من الصورة المرفقة لجزء من الطريق الدائري بالقاهرة أن تاريخ التصوير كان ١٣-٤-٢٠٢٣ وهو يوافق يوم الخميس، ويعد هذا اليوم من أيام الذروة في حركة النقل والمرور على الطرق في القاهرة الكبرى.

٢.٢.٢- تحديد ساعة التقاط الصورة: من الضروري في دراسات حركة المرور تحديد ساعة الرصد ، ولذا فإن تحديد ساعة التقاط الصورة مهم جدا في المنهجية وبدونها لا يمكن إرجاع الحركة المحسوبة لساعة معينة من اليوم، فهناك اختلاف في حركة المرور بين الساعة السابعة صباحا والحادية عشر ظهرا والسادسة مساءا وهكذا، ولتحديد ساعة التقاط الصورة تم اللجوء إلى منهجية تحديد الوقت عن طريق ظل الظاهرات وهذه المنهجية تتيحها العديد من المواقع عبر الانترنت ومنها موقع http://shadowcalculator.eu/ الذي يقوم بحساب الوقت وطول ظل الظاهرات في خرائط وصور جوجل. شكل (٣) .



المصدر : موقع ShadowCalculator بتصرف.

شكل (٣) طريقة تحديد ساعة التصوير من خلال ظلال المباني والظاهرات

حيث يتيح الموقع تحديد التاريخ (تاريخ التقاط الصورة الذي تم معرفته في الخطوة السابقة) ثم رسم مضلع على ظاهرة معينة وتحديد ارتفاعها بالمتر، ثم تحريك أيقونة الشمس لتحديد التوقيت وفقا لتطابق ظل المضلع المرسوم مع ظل الظاهرة المرسوم عليها. ويعد ارتفاع الظاهرة مهم في هذه الخطوة، وقد لجأ الباحث هنا إلى ظاهرات معلومة الارتفاع مثل برج القاهرة مثلا، أو أعمدة الإنارة على الطرق، أو بعض المباني معلومة الارتفاع، وهذا لا يعني ضرورة معرفة الارتفاع الدقيق بل يمكن استخدام الارتفاع التقريبي ومعرفة الوقت من تطابق اتجاهات الظلال مع بعضها وليس تطابق الامتداد.

٢.٣- **المرحلة الثالثة: استخراج البيانات المكانية** : خلال هذا المرحلة تم استخراج البيانات التالية:

٢.٣.١- **أطوال الطرق** : يتم استخراج أطوال الطرق أو القطاعات المتاحة في صور جوجل بشكل حديث، ويتم قياس طول القطاع باستخدام أداة القياس المتاحة ببرنامج جوجل إيرث، أو رسم القطاع ومن ثم تحويله من امتداد KML إلى طبقة layer ثم حساب الطول باستخدام برنامج ArcGIS pro 3.0 وهذا ما تم الاعتماد عليه. وهنا يجب مراعاة أن يكون الطريق/القطاع المقصود متاحا في لوحة تصوير تحمل تاريخ تصوير واحد وليس تاريخين مختلفين، حتى لا يتم حساب حجم المرور فيما بعد ليومين مختلفين لنفس الطريق دون قصد، مما يعطي نتائج مضللة. شكل (٤).

المصدر: برنامج Google Earth Pro 7.3.6

شكل (٤) اختلاف تاريخ التصوير بين لوحتين في نفس العرض ببرنامج جوجل إيرث لقطاع من الطريق الدائري بالقاهرة الكبرى.

٢.٣.٢- **رصد/عد المركبات على الطرق:** تم القيام بعدّ المركبات المارة علي الطريق من الصورة، ويمكن العد يدويا من الصورة أو بإدخال الصورة إلى برنامج Arc GIS Pro ثم عمل طبقة نقاط point layer وتوقيع نقطة على كل مركبة في الصورة على الطريق المستهدف، ثم معرفة عدد النقاط من جدول البيانات الوصفية للطبقة. أو يمكن تدريب نموذج للتعليم العميق Train Deep learning model لاكتشاف المركبات من الصورة. وقد استخدم الباحث الطريقتين الأولى والثانية لسرعتهما. شكل (٥).

المصدر: الباحث اعتمادا على برنامج ArcGIS pro 3.0

شكل (٥) توقيع مواقع المركبات من الصور بالطريق الدائري بالقاهرة الكبرى.

٢.٤- **المرحلة الرابعة: استخراج البيانات المرورية** : وتم في هذه المرحلة استخراج البيانات التالية:

٢.٤.١- استخراج كثافة المركبات على الطريق:

بعد استخراج طول الطريق/القطاع، وعدد المركبات المرصودة من الصور على هذا الطريق، أمكن حساب كثافة المركبات على الطريق من خلال المعادلة التالية(Highway Capacity Manual., 1985,7-4) :

كثافة الحركة (مركبة/كم) = عدد المركبات الممسوحة من الصورة / طول الطريق (كم) معادلة(١)

٢.٤.٢- استخراج بيانات سرعة المرور: تم ذلك من خلال الخطوات التالية:

- تحديد نقطتي بداية ونهاية القطاع من الطريق الذي تم تحديده على برنامج Google Earth ولكن هذه المرة يتم تحديدهما على موقع خرائط جوجل Google Maps* ثم تحديد خيار الزمن المعتاد الذي تستغرقه الرحلة بين هاتين النقطتين، حيث تتيح خرائط جوجل الزمن المستغرق للرحلة في الوقت الحالي كبيانات آنية Real Time Data أو في بيانات المرور المعتادة/النمطية Typical Data وهي تعتمد على تراكم البيانات الآنية وتخضع للتحديث بناء على تراكم هذه البيانات فيتم حساب متوسط الزمن المستغرق للوصول بين نقطتين خلال ساعة معينة من يوم الثلاثاء مثلا بتراكم بيانات أيام الثلاثاء الماضية في الساعة ١٠.٢٠ص مثلا لتعطي بيانات نمطية عن زمن الرحلة ونمط

* يمكن تنفيذ ذلك باستخدام احداثيات كل نقطة باستخراجها من برنامج جوجل ايرث والبحث عن هذه الاحداثيات في موقع خرائط جوجل لتحديدهما بدقة.

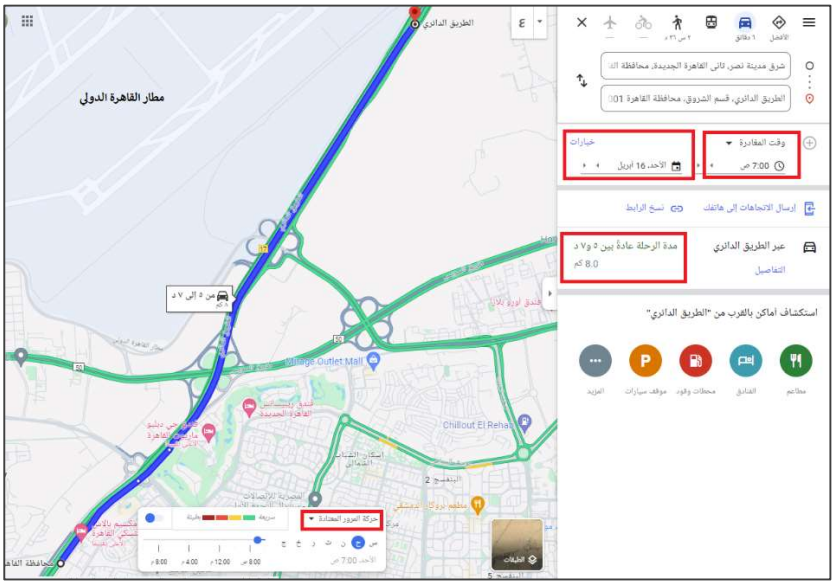
السرعة إن كان بطيئة أم سريعة على هذا القطاع من الطريق خلال الوقت المحدد.

- أمكن حساب متوسط سرعة الرحلة/سرعة السير Average Travel Speed على القطاع المحدد من الطريق باستخدام العلاقة الرياضية بين المسافة والزمن والسرعة:

السرعة (كم/ساعة) = المسافة (كم) / (الزمن بالدقيقة ÷ ٦٠)

معادلة (٢)

ويتضح هنا أنه يعطي فئة زمنية تتراوح بين (أدنى – أقصى) زمن لقطع المسافة المحددة، وهي في شكل (٦) تتراوح بين ٥ – ٧ دقائق لقطع مسافة ٨ كم بين مصدر الرحلة وهدفها، واعتمدت المنهجية الحالية على حساب أدنى سرعة وهي التي يمكن استخراجها من خلال أقصى زمن، وحساب أقصى سرعة باستخدام أدنى زمن، ثم حساب المتوسط.



المصدر: موقع خرائط جوجل Google Maps بتصرف.

شكل (٦) استخراج بيانات سرعة المرور من موقع خرائط جوجل

٢.٤.٣- **استخراج بيانات حجم المرور على الطرق:** وفيها تم استخدام العلاقات الرياضية بين المتغيرات الأسياسية للمرور في استخراج حجم المرور على الطريق/القطاع في الساعة المستهدفة. ومن خلال المعادلة التالية (Highway Capacity Manual., 1985,7-5):

حجم الحركة (مركبة/ساعة) = السرعة (كم/ساعة) × كثافة الحركة (مركبة/كم)

معادلة (٣)

٢.٥- **المرحلة الخامسة: المعايرة والتحقق الإحصائي:** ويتم في هذه المرحلة مضاهاة النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام المنهجية السابقة مع بيانات الرصد الميداني لحركة المرور على الطرق المستهدفة، وإجراء التحقق الإحصائي فيما بين هذين النوعين من البيانات، وذلك باستخدام تصوير الفيديو في مواقع الرصد الميداني المبينة في شكل (٧)، والتي جرت في نفس الأيام من الأسبوع وليس في نفس التاريخ من الشهر أو السنة نظرا لظهور الصور في شهور متأخرة، وكذلك لصعوبة الحصول على تسجيل فيديو من الكاميرات أو المحطات الثابتة على تلك الطرق إن وجدت، وقد جرى العد اليدوي للحركة على هذه الطرق في أوقات مشابهه بدرجة كبيرة لتوقيت التقاط الصور، فمثلا إن كانت الصورة ملتقطة في فصل الشتاء أو الربيع وفي يوم الإثنين من أيام الأسبوع وفي الساعة ١١.٠٠ص تم إجراء العد في فترة في أحد شهور الشتاء أو الربيع من العام التالي لعام التصوير وفي نفس اليوم من الأسبوع

وفي نفس الساعة المحددة بالتصوير. وسيتم فيما يلي عرض تفاصيل الرصد الميداني.

٣. منطقة الدراسة :

تم تطبيق المنهجية المقترحة على مجموعة من القطاعات من الطرق مختلفة الخصائص وتتمثل هذه الخصائص في أن تكون الطرق :

- طرق دائرية تنقل الحركة العابرة.
- طرق استراتيجية حرة أو سريعة تنقل الحركة بين أقاليم مختلفة.
- طرق غير كثيفة الحركة في المناطق أو المدن متوسطة السكان.
- أن تكون الصور المتاحة في أيام مختلفة من أيام الأسبوع .
- أن تكون الطرق والشوارع خارج المدن، لأن شوارع المدن لها خصوصية مرورية مختلفة عن الطرق الإقليمية والدائرية والسريعة فالسرعات مختلفة وتقاطعات الشوارع كثيرة، والحركة مختلطة في الاتجاهات في معظم الشوارع، كما أن ارتفاعات المباني تسبب مشكلات فنية في التصوير الجوي بسبب زواية التصوير، وظهور ظلال المباني بشكل يطغى على المعالم الأخرى.

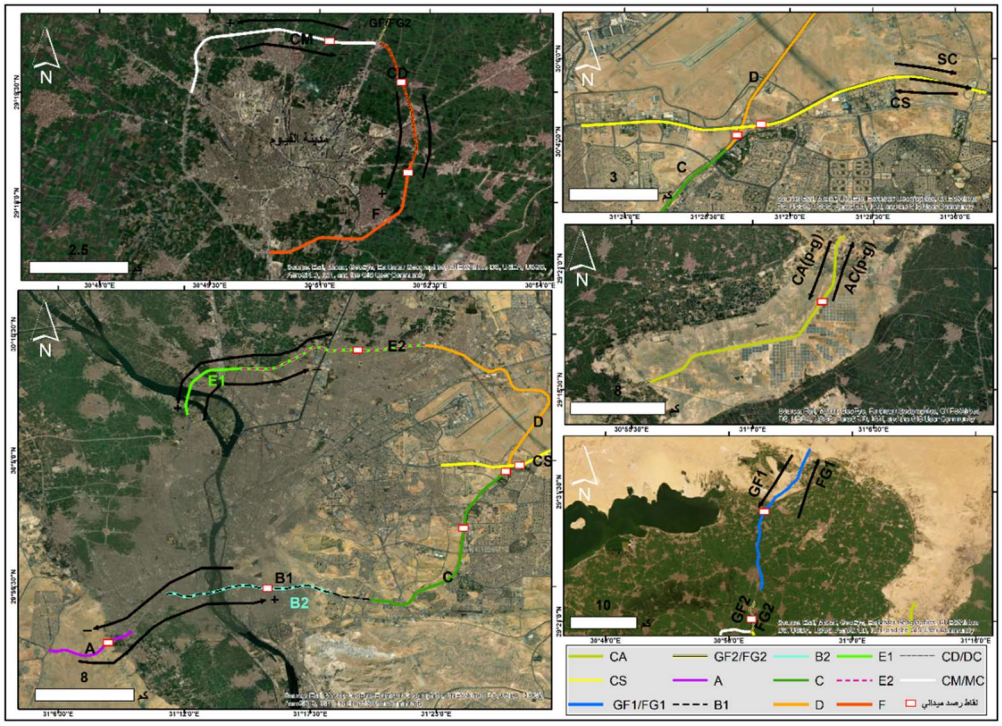
وعلى ذلك وقع الاختيار على الطرق التالية: شكل (٧):

- **طريق القاهرة – السويس:** يعد أحد الطرق الحرة في مصر، حيث يربط بين القاهرة والسويس، ويمتد لمسافة ١٠٦كم، وهو طريق مكون من اتجاهين تفصل بينهما جزيرة، وكل اتجاه عبارة عن مسارين منفصلين؛ الأول لمركبات البضائع، والثاني لحركة مركبات الركاب، ويبلغ عرض مسار مركبات الركاب ٦ حارات/الاتجاه، بينما يبلغ عرض مسار مركبات البضائع

٣ حارات/الاتجاه. وتتوفر صورة لقطاع من الطريق يوم الاثنين بتاريخ ١-٥-٢٠٢٣ الساعة ١٠.٤٢ ص، في قطاع ممتد بطول ١٢.٣ كم تقريبا.

- **طريق القاهرة-أسيوط غرب النيل:** ويعرف مجازا بطريق أسيوط الغربي، ويعد من أهم الطرق الاستراتيجية التي تربط محافظات الوادي بالقاهرة غرب النيل، وقد عملت الدولة على تحويله إلى طريق حر Free Way على غرار طريق الإسكندرية الصحراوي، بحيث تصل السرعة عليه إلى ١٢٠ كم/س ، ومقسم إلى مسارين في كل اتجاه أحدهما لمركبات الركاب، والآخر لمركبات البضائع. ولم يظهر هذا الطريق في صورة واحدة نظرا لطوله، ولذا تم اختيار قطاع بطول ٢٠.٣ كم، شكل (٧)، وقد كان يوم التصوير لهذا القطاع من الطريق هو يوم السبت الموافق ٨ – ٤ – ٢٠٢٣، وتبين أن وقت التصوير كان خلال الساعة ١٠ – ١١ صباحاً أيضا.
- **طريق الجيزة – الفيوم:** يمثل هذا الطريق شريانا يربط محافظة الفيوم بالقاهرة الكبرى وبباقي أقاليم مصر حيث يتقاطع مع طرق مهمة منها الطريق الدائري الإقليمي وطريق أسيوط الغربي، وطريق الدائري الأوسطي، ودائري القاهرة الكبرى، ويبلغ طول الطريق من تقاطعه مع طريق دائري الفيوم وحتى ميدان الرماية ٨٠ كم، وقد تم رصد قطاعين من الطريق بطول إجمالي بلغ ٣٣.٥ كم، وقد كان أحدث تاريخ لتصوير القطاع الأول هو الثلاثاء الموافق ٦-٢-٢٠٢٤ ، والثاني يوم الإثنين الموافق ٢٢-٤-٢٠٢٤، بين الساعة ١٠ – ١١ ص لكل منهما.
- **طريق دائري القاهرة الكبرى:** وقد تم اختيار الطريق الدائري للقاهرة وهو أهم الطرق الدائرية في مصر وأكثفها حركة، ويبلغ طول الطريق ككل ١٠٠كم تقريبا، وبما أن هذا الطول لا يظهر في صورة واحدة من صور جوجل

إيرث، فقد تم تقسيمه إلى عدة قطاعات حسب تواريخ الصور لعام ٢٠٢٣ في برنامج Google Earth وتم التعامل مع الاتجاهين لكل قطاع بشكل مستقل. وقد تم اختيار ٥ قطاعات من الطريق (كل قطاع اتجاهين) بطول ٧١ كم تقريبا أي ما يعادل أكثر من٧٠٪ من طول الطريق الدائري، وقد كانت أيام تصوير القطاعات المدروسة من الطريق في صور جوجل تتوافق مع أيام الإثنين والأربعاء والخميس، وأغلب توقيت التصوير في هذه الأيام كان خلال الساعة من ١٠ – ١١ صباحاً.



المصدر: الباحث اعتمادا على برنامج ArcGIS 10.8

شكل (٧) الطرق والقطاعات محل الدراسة ونقاط الرصد المروري اليدوي عليها

- **الطريق الدائري حول مدينة الفيوم:** يعد هذا الطريق مثالا للطرق الدائرية التي تحيط بالمدن المتوسطة الحجم كمدينة الفيوم، وهو طريق

مكون من اتجاهين بطول ١٨ كم تقريبا، حارتين في كل اتجاه، وقد تم رصد قطاعات بطول ١٣كم من الطريق مقسمه لثلاثة قطاعات، وقد كانت الصور الأحدث على هذا الطريق في برنامج جوجل إيرث يوم السبت بتاريخ ٨ – ٤– ٢٠٢٣ الساعة ١٠.٤٥صباحاً، ويوم الإثنين بتاريخ ٢٢–٤–٢٠٢٤ الساعة ١٠.٤٣ ص.

٤. مناقشة النتائج :

٤.١– متوسط سرعة السير على الطرق:

يعرف متوسط سرعة السير Average Travel Speed بأنها المسافة من الطريق مقسومة على متوسط أزمنة الرحلات للمركبات المارة على الطريق، وهذه الأزمنة تكون شاملة لأزمنة التأخير أو التوقف نتيجة حركة المرور وعناصر الطريق، وهذه السرعة هي المفضلة للاستخدام في عمليات هندسة المرور نظرا لأنها تعبر عن الأوضاع الحالية لحركة المرور والعناصر المؤثرة عليها، ويتضح من جدول (١) وشكل (٧) أن السرعات على الطرق الحرة مثل طرق القاهرة أسيوط غرب النيل وطريق القاهرة السويس، تراوحت بين (٧٦.١ – ١٠١.٥) كم/ساعة على الطريق الأول، وبين (٦١.٥ – ١٠٥.٤) كم / ساعة للطريق الثاني، وتبلغ السرعة التصميمية على الطرق الحرة ١٢٠ كم/ساعة، كذلك بلغ متوسط السرعة بين ٨٨.٧ كم/ساعة للاتجاهين في مسار مركبات الركاب على طريق القاهرة أسيوط، في حين بلغت ٨٧ كم/ساعة لمسار البضائع القاهرة أسيوط (القطاع CAg)، وبلغت ٧٦.١ كم/ساعة لمسار البضائع أسيوط القاهرة (القطاع ACg).

جدول (١) البيانات المستخرجة من صور جوجل إيرث وخرائط جوجل لقطاعات الطرق المدروسة

الطريق	القطاع/ الاتجاه	تاريخ المسح الجوي	اليوم من الاسبوع	ساعة التصوير *	طول قطاع الطريق (كم)	عدد الحارات (حارة)	عدد المركبات من الصور (مركبة)	الكثافة (مركبة/ كم)	ادنى زمن (دقيقة)	اقصى زمن (دقيقة)	ادنى سرعة (كم/ساعة)	اقصى سرعة (كم/ساعة)	متوسط السرعة (كم/ساعة)	حجم المرور المحسوب (مركبة/ساعة)	إجمالى المرور المحسوب (مركبة/ساعة)
القاهرة - أسيوط غرب النيل	CAp	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	١٠,٥٥ ص	٢٠,٣	٢	٩١	٤,٥	١٢	١٦	٧٦,١	١٠١,٥	٨٨,٨	٣٩٨,١	٧٨٣,٨
	CAg	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	١٠,٥٥ ص	٢٠,٣	٢	٩٠	٤,٤	١٤	١٤	٨٧,٠	٨٧,٠	٨٧,٠	٣٨٥,٧	
	ACp	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	١٠,٥٥ ص	٢٠,٣	٢	٨٥	٤,٢	١٢	١٦	٧٦,١	١٠١,٥	٨٨,٨	٣٧١,٩	٦٩٨,١
	ACg	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	١٠,٥٥ ص	٢٠,٣	٢	٨٧	٤,٣	١٦	١٦	٧٦,١	٧٦,١	٧٦,١	٣٢٦,٣	
السويس القاهرة	CS1	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	١٠,٤٥ص	١٢,٣	٤	٣٢٢	٢٦,٢	٩	١٢	٦١,٥	٨٢,٠	٧١,٧٥	١٨٧٨,٣	١٨٧٨,٣
	SC1	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	١٠,٤٥ص	١٢,٣	٤	٤١٢	٣٣,٥	٧	٩	٨٢,٠	١٠٥,٤	٩٣,٧١	٣١٣٩,٠	٣١٣٩,٠
الجيزة - الفيوم	FG١	٢٠٢٤/٢/٦	الثلاثاء	١٠,٤٥ص	٢٨,٥	٢	٣٢٤	١١,٤	٢٤	٢٨	٦١,١	٧١,٣	٦٦,٢	٧٥٢,١	١٤٧٥,٤
	GF١	٢٠٢٤/٢/٦	الثلاثاء	١٠,٤٥ص	٢٨,٥	٢	٢٩٧	١٠,٤	٢٢	٢٨	٦١,١	٧٧,٧	٦٩,٤	٧٢٣,٢	
	FG٢	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	١٠,٤٢ص	٥	٣	٨٣	١٦,٦	٦	٦	٥٠,٠	٥٠,٠	٥٠,٠	٨٣٠,٠	١٦٩٩,٠
	GF٢	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	١٠,٤٢ص	٥	٣	٧٩	١٥,٨	٥	٦	٥٠,٠	٦٠,٠	٥٥,٠	٨٦٩,٠	
دائري القاهرة الكبرى	A+	٢٠٢٣/٤/١٣	الخميس	١٠,٥٥ ص	٦,٣	٧	٣٤١	٥٤,١	٤	٦	٦٣,٠	٩٤,٥	٧٨,٨	٤٢٦٢,٥	٦٧٦٢,٥
	A-	٢٠٢٤/٤/١٣	الخميس	١٠,٥٥ ص	٦,٣	٧	٢٠٠	٣١,٧	٤	٦	٦٣,٠	٩٤,٥	٧٨,٨	٢٥٠٠,٠	
	B1+	٢٠٢٣/١/١٢	الخميس	١٠,٥٥ ص	١٥,١	٧	٢١٣١	١٤١,١	١٢	١٦	٦٢,٣	٨٣,٠	٧٢,٦	١٠٢٤٩,٣	١٨٠٧٧,٣
	B1-	٢٠٢٣/١/١٢	الخميس	١٠,٥٥ ص	١٥,١	٧	١٦٣٢	١٠٨,١	١٢	١٤	٦٦,٩	٧٨,٠	٧٢,٤	٧٨٢٨,٠	
	B2+	٢٠٢٣/٤/١٣	الخميس	١٠,٥٥ ص	١٣,١	٧	١٥٧٩	١٢٠,٥	١٠	١٤	٦٠,٤	٨٤,٦	٧٢,٥	٨٧٤٠,٥	١٦٧٠٣,٩
	B2-	٢٠٢٤/٤/١٣	الخميس	١٠,٥٥ ص	١٣,١	٧	١٤٠٥	١٠٧,٣	١٠	١٢	٦٧,٥	٨١,٠	٧٤,٣	٧٩٦٣,٥	
	C+	٢٠٢٣/٤/١٠	الإثنين	١١,٠٠ ص	١٥,٦	٧	١٩٣٦	١٢٤,١	١٢	١٦	٥٨,٥	٧٨,٠	٦٨,٣	٨٤٧٠,٠	١٤٥٣٣,٨
	C-	٢٠٢٣/٤/١٠	الإثنين	١١,٠٠ ص	١٥,٩	٧	١٣٨٦	٨٧,٢	١٢	١٦	٥٩,٦	٧٩,٥	٦٩,٦	٦٠٦٣,٨	
	D+	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	١٠,٤٥ص	١٦,٩	٧	١٠٢٦	٦٠,٧	١٢	١٦	٦٣,٤	٨٤,٥	٧٣,٩	٤٤٨٨,٨	٩٨٢٢,١
	D-	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	١٠,٤٥ص	١٦,٩	٧	١٢٨٠	٧٥,٧	١٢	١٨	٥٦,٣	٨٤,٥	٧٠,٤	٥٣٣٣,٣	
	E1+	٢٠٢٢/١٢/٧	الأربعاء	١٠,٥٠ ص	١٧	٧	١٣٣٠	٧٨,٢	١٢	١٨	٦٠,٣	٩٠,٥	٧٥,٤	٥٩٠٠,٢	١١١٣٥,٥
	E1-	٢٠٢٢/١٢/٧	الأربعاء	١٠,٥٠ ص	١٧	٧	١٣٤٧	٧٩,٢	١٣	١٩	٥٣,٧	٧٨,٥	٦٦,١	٥٢٣٥,٣	

الطريق	القطاع/ الاتجاه	تاريخ المسح الجوي	اليوم من الاسبوع	ساعة التصوير *	طول قطاع الطريق (كم)	عدد الحارات (حارة)	عدد المركبات من الصور (مركبة)	الكثافة (مركبة/ كم)	ادنى زمن (دقيقة)	اقصى زمن (دقيقة)	ادنى سرعة (كم/ساعة)	اقصى سرعة (كم/ساعة)	متوسط السرعة (كم/ساعة)	حجم المرور المحسوب (مركبة/ساعة)	إجمالي المرور المحسوب (مركبة/ساعة)
	E2+	٢٠٢٣/٤/٢٦	الأربعاء	١٠,٤٥ص	١٣,٧	٧	٧٩٢	٥٧,٨	١٠	١٦	٥١,٤	٨٢,٢	٦٦,٨	٣٨٦١,٠	٨٣٠٤,٤
	E2-	٢٠٢٣/٤/٢٦	الأربعاء	١٠,٤٥ص	١٣,٧	٧	٨٦٤	٦٣,١	١٠	١٤	٥٨,٧	٨٢,٢	٧٠,٥	٤٤٤٣,٤	
دائري الفيوم	F+	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	١٠,٤٥ ص	٧,٧	٢	٦٥	٨,٤	١٢	١٦	٢٨,٨٧٥	٣٨,٥	٣٣,٧	٢٨٤,٤	٦٢٤,٤
	F-	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	١٠,٤٥ ص	٧,٧	٢	٦٨	٨,٨	١٢	١٢	٣٨,٥	٣٨,٥	٣٨,٥	٣٤٠,٠	
	CM-	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	١٠,٤٢ص	٥,٣	٢	٦١	١١,٥	٦	٦	٥٣,٠	٥٣,٠	٥٣,٠	٦١٠,٠	١٢١٠,٠
	CM+	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	١٠,٤٢ص	٥,٣	٢	٦٠	١١,٣	٦	٦	٥٣,٠	٥٣,٠	٥٣,٠	٦٠٠,٠	
	CD+	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	١٠,٤٢ص	٣,٢	٢	٣٦	١١,٣	٥	٦	٣٢,٠	٣٨,٤	٣٥,٢	٣٩٦,٠	٧٤٦,٠
	CD-	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	١٠,٤٢ص	٣,٢	٢	٣٥	١٠,٩	٦	٦	٣٢,٠	٣٢,٠	٣٢,٠	٣٥٠,٠	

*±١٠ دقائق.

المصدر: الباحث اعتمادا على صور جوجل المأخوذة من برنامج .Google Earth pro في التواريخ المحددة، باستخدام برنامج SAS Planet وبرنامج Arc GIS pro 3.0. وموقع Shadow Calculator.

وعلى النقيض بلغت السرعة المتوسطة على طريق القاهرة – السويس ٩٣.٧كم/ساعة في اتجاه القاهرة (القطاع SC)، في حين بلغت ٧١.٧٥ كم/ساعة في اتجاه السويس (القطاع CS).

أما السرعة على الطرق السريعة والتي تمثلت في قطاعات طريق الجيزة – الفيوم الصحراوي فقط تراوحت بين (٦١.١ – ٧١.٣) كم/ساعة في اتجاه الجيزة (القطاع FG1) ، بمتوسط ٦٦.٢ كم/ساعة، في حين بلغ هذا المتوسط ٦٩.٤كم/ساعة في اتجاه الفيوم (GF1)، ويرجع ذلك إلى أن القطاعات المدروسة من هذا الطريق تقع في النطاق المعمور من محافظة الفيوم وتتداخل الحركة البطيئة مع السريعة وحركة البضائع مع حركة الركاب على هذا القطاع، كما أن التقاطعات على هذا القطاع كلها تقاطعات سطحية مما يقلل من سرعة الرحلة. ويؤكد ذلك أن القطاع رقم ٢ على هذا الطريق ينخفض فيه متوسط السرعة إلى أدناه (٥٠–٥٥ كم/ساعة) في الاتجاهين.

يلاحظ كذلك أن السرعة على الطرق الدائرية تراوحت على قطاعات الطريق الدائري بالقاهرة الكبرى بين (٦٦.١ – ٧٨) كم/الساعة على كافة القطاعات المختارة من الطريق وفي كلا الاتجاهين، وقد بلغ المتوسط أقصاه في القطاع A ، وهو قطاع يخلو تقريبا من التقاطعات وتقل فيه نقاط الوصول Access points، مما يجعل السرعة على هذا القطاع عالية نسبيا، في حين يقل المتوسط إلى أدناه في القطاع E– الذي يمثل الإتجاه إلى المرج في هذا القطاع، وهو اتجاه مزدحم دوما نظرا لكثرة محطات الركوب على هذا القطاع ونقاط الوصول على هذا القطاع، وكذلك كثر الاختناقات المرورية (آيات نوار،٢٠١٩، ١٨٩–٢٠٣)

أما طريق دائري مدينة الفيوم فقد كان أبطأ الطرق المدروسة، وتراوحت متوسطات السرعات على قطاعاته بين (٣٢ – ٥٣ كم/ساعة) وتعود هذه السرعات المنخفضة إلى عدة أسباب أهمها التداخل والتقاطعات السطحية مع الطرق الرابطة بين المدينة والقرى والمدن المجاورة، وكذلك كثرة الدورانات U–Turnes خاصة غير الرسمية منها، وكذلك سوء مستوى الرصف وكثرة المطبات.

هناك تأثير واضح أيضا لاختلاف اليوم الذي تم فيه التصوير من أيام الأسبوع في رسم الصورة الحالية للسرعات على الطرق المدروسة، ففي القطاعات التي لها أكثر من رصد في نفس اليوم من الأسبوع في تواريخ مختلفة تتسم متوسطات السرعة عليها بالتساوي النسبي، مثل؛ القطاع B من الطريق الدائري الذي تكرر رصد السرعة له في تاريخين مختلفين (الخميس ١٢–١–٢٠٢٣، والخميس ١٣–٤–٢٠٢٣) في نفس الساعة المرورية. ويتغير الوضع فيما بين أيام الأسبوع فيوم الثلاثاء (٦–٢–٢٠٢٤) جاء بمتوسط سرعة أعلى من يوم الإثنين (٢٢–٤–٢٠٢٤) على طريق الجيزة– الفيوم (مع مراعاة اختلاف مسار القطاع) ويعد ذلك منطقيا بسبب أن يوم الإثنين أكثر ازدحاما من يوم الثلاثاء مما يجعل السرعة خلال يوم الثلاثاء أعلى.

٤.٢– كثافة المركبات على الطرق:

تتأثر كثافة المرور على الطرق المختلفة بحجم الحركة عليه وطول القطاع من الطريق وعرض الطريق، ومن الملاحظ في جدول (١) أن طريق دائري القاهرة الكبرى في كافة قطاعاته جاء بأعلى كثافة مرور عامة بين الطرق المدروسة، ويعود هذا إلى ارتفاع معدلات حركة

المرور عليه، نتيجة الدور الذي يلعبه هذا الطريق في نقل الحركة بين أجزاء القاهرة الكبرى، وكذلك دوره في ربط الحركة من وإلى وبين الطرق الاستراتيجية وبعضها وبينها وبين إقليم القاهرة الكبرى، فعنده تتقاطع و/أو ترتبط طرق عديدة تربط بين القاهرة وأقاليم مصر المختلفة مثل طريق القاهرة–أسوان الزراعي، والقاهرة– السويس، والقاهرة –العين السخة، والقاهرة–الإسكندرية الزراعي، وطريق بنها الحر، ومحور روض الفرج، وطريق الفيوم ، ومخرج طريق إسكندرية الصحراوي، وغيره من الطرق الرئيسة.

وقد ارتفعت الكثافة إلى أعلاها في الاتجاه (+) حتى القطاع C والعكس صحيح في القطاعين D و E ، ويعود ذلك في الأول إلى أن هذا الاتجاه يخدم الوصول بين طريق الفيوم/والواحات، وطريق أسوان الزراعي، و طريق القطامية، وطريق السويس، ثم يرتبط بطرق شريانية داخل القاهرة ومنها طريق النصر، وطريق صلاح سالم، والكورنيش، وكذلك تقع عليه مواقف الأقاليم ومنها موقف المنيب، وهذا يجعل الحركة الداخلة (+) أكثر من الخارجة (–) في هذه القطاعات، خاصة وأن ساعة الرصد كانت إحدى ساعات الصباح. وقد جاء القطاعين +B و +C أعلى قطاعين، في حين أن الاتجاه الآخر (–) جاء مرتفعا في القطاعين D و E بشكل أكبر من الاتجاه (+) ويعود ذلك لتوجه أغلب الحركة من غرب القاهرة إلى منطقة شرق القاهرة التي تتركز فيها أغلب المدن الجديدة والمناطق الصناعية مما يجعلها مقصد للحركة بين غرب القاهرة وشرقها، وكذلك الحال لوجود العديد من مواقف نقل الركاب على هذه القطاعات ومنها موقف المرج وموقف عبود والتقاطع مع طرق

رئيسة منها طريق بنها الحر والإسكندرية الزراعي وطريق بلبيس وإسماعيلية الزراعي وغيرها.

انخفضت الكثافات على الطرق الحرة نتيجة زيادة السرعات على هذه الطرق مما يقلل من كثافة المركبات في قطاع الطريق، حيث أن العلاقة عكسية بين السرعة والكثافة المرورية (Highway Capacity Manual., 1985, p1-7). ويتوجب هنا لفت الإنتباه إلى انخفاض الكثافة على طريق أسيوط الغربي نتيجة أن التصوير جاء يوم السبت الموافق ٨-٤-٢٠٢٣، ومن المعروف أن يوم السبت أحد الأيام التي تتسم بالانخفاض النسبي في الحركة على الطرق كونه أحد أيام العطلة الأسبوعية لمعظم الجهات الرسمية وبعض المؤسسات الخاصة. أما طريق الفيوم الدائري فقد اتسمت كثافة الحركة عليه بالانخفاض نتيجة انخفاض حجم الحركة على الطريق في الأساس مقارنة بالطرق الأخرى.

٤.٣- حجم المرور المحسوب على الطرق :

تم حساب حجم حركة المرور على الطرق المدورسة في القطاعات المختارة من خلال المعادلة رقم (٣) جدول (١)، ونتيجة الارتباط الوثيق بين السرعة والكثافة فإن حجم المرور يأتي كترجمة لحالة هذين المتغيرين، وقد جاء الطريق الدائري بالقاهرة الكبرى بأعلى حجم حركة مرور في كافة قطاعاته حيث تراوحت بين ٢٥٠٠ مركبة/ساعة في القطاع -A وحتى ١٠٢٤٩ مركبة/ساعة في القطاع +B مع مراعاة الاختلاف في أيام الأسبوع التي تمثلت في أيام الإثنين في القطاعات C و D ويوم الخميس في قطاعات A و B ولكن في حالة القطاعين A و B2 فإنه تم التصوير في نفس التوقيت من اليوم وبالتالي يتضح أن

القطاع B جاء بحجم مرور أعلى من القطاع A حيث أن القطاع B يرتبط بمحور المريوطية الذي يربط بين قوسي الطريق الدائري، كما أن العدد الكبير لنقاط اتصاله بالطرق واستخدامات الأرض المحيطة يزيد من حجم المرور عليه نتيجة امتداده وسط النطاق المعمور على عكس القطاع A الذي يمتد في النطاق الصحراوي.

يتضح من قطاعات الطريق الدائري أيضا والتي تتباين أيام التصوير عليها بين أيام الإثنين والأربعاء والخميس، أن يوم الخميس جاء بأعلى حجم حركة في إجمالي القطاعات، تلاه يوم الإثنين ثم الأربعاء ، ويعود ذلك إلى حركة العمالة الأسبوعية بين القاهرة والأقاليم الأخرى في مصر حيث يعد الخميس نهاية الأسبوع وبالتالي يمثل يوم الرحلة العائدة للعمالة والمقيمين المؤقتين في القاهرة لأغراض غير سكنية، أما يوم الإثنين فيمثل أحد الأيام الأكثر ازدحاماً على الطريق نتيجة عودة الرحلات التي تكون لأغراض العمل والدراسة وللأغراض الإدارية وغيرها، وخاصة على مداخل القاهرة الكبرى التي يربط الطريق فيما بينها.

جاءت الطرق الحرة والسريعة بأحجام مرور تراوحت بين ٣٢٦.٣ مركبة/ساعة في مسار مركبات البضائع بطريق القاهرة أسيوط في اتجاه القاهرة (القطاع ACg) يوم السبت من أيام الأسبوع، إلى ٣١٣٩ مركبة/ساعة في طريق القاهرة–السويس، في إتجاه القاهرة (القطاع SC) خلال يوم الإثنين من أيام الأسبوع. ويتضح من أيام الرصد على الطرق السريعة والحرة أن يوم السبت هو الأقل في حجم الحركة يليه يوم الثلاثاء، ثم يأتي يوم الإثنين كأعلى حجم مرور.

جاء طريق الفيوم الدائري بحجم مروري متوسط، ويظهر منه أن حجم المرور يوم السبت أقل من يوم الإثنين، وكذلك يتضح أن القطاع الغربي من الطريق الدائري (اتجاه منشية عبد الله– القطاع CM) هو أعلى القطاعات حيث أن هذا القطاع يتسم بربطه بين الحركة الواردة إلى الفيوم وخدمات أساسية منها جامعة الفيوم، وإدارة مرور الفيوم، وكذلك المدينة الصناعية والمستشفيات الجامعية بمنطقة كيمان فارس، كما يعد مدخلا لقرى منشية عبد الله وطريق الزاوية وطريق قرية نقاليفة، وهو أيضا أقصر للوصول إلى طريق مدينة ابشواي وطريق مدينة إطسا، ولذا فقد جاء مدخل مدينة الفيوم عبر قرية منشية عبدالله في الترتيب الرابع من حيث حجم الحركة بين مداخل المدينة (يونس،٢٠١٩، ١٧٩). أما القطاع الشرقي (القطاع إلى مدخل مدينة دمو–القطاعين F وCD) فلا يربط بين مدن قديمة ويمكن من خلاله الوصول إلى المنطقة الشرقية من مدينة الفيوم وهي مناطق سكنية أكثر من كونها خدمية ، مما يقلل من حجم المرور على هذا القطاع من الطريق.

٥. حجم المرور المرصود ميدانيا:

تم إجراء الرصد الميداني لحركة المرور على الطرق والقطاعات المختارة في نفس اليوم من الأسبوع الذي تم تصوير الصورة فيه وفي نفس الساعة، ولكن مع تحريك التاريخ نسبيا بحيث يكون في نفس الموسم من السنة، ولصعوبة أن يتكرر التاريخ في نفس يوم التصوير بمعنى أنه من الصعب أن يصادف يوم الاثنين ١٠–٤–٢٠٢٣ يوم اثنين بتاريخ ١٠–٤–٢٠٢٤ حيث يوافق التاريخ الأخير يوم أربعاء وليس يوم إثنين. ويعرض جدول (٢) قطاعات الطرق وتواريخ التصوير وكذلك تواريخ الرصد الميداني للحركة على الطرق والقطاعات المحددة.

جدول (٢) حجم المرور المرصود وبيانات توقيتات الرصد على الطرق

الطريق	القطاع/ الاتجاه	تاريخ المسح الجوي	اليوم من الاسبوع	تاريخ الرصد الميداني	حجم الحركة المرصود ميدانيا (مركبة/ساعة)
القاهرة - أسيوط غرب النيل	CAp	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	٢٠٢٤/٤/٦	٣٤١
	CAg	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	٢٠٢٤/٤/٦	٢٧٢
	ACp	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	٢٠٢٤/٤/٦	٤١٧
	ACg	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	٢٠٢٤/٤/٦	٣٦٧
السويس القاهرة	CS١	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	٢٠٢٤ /٥/٢٠	١٩٠٠
	SC١	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	٢٠٢٤ /٥/٢٠	٣١٧٢
الجيزة – الفيوم	FG١	٢٠٢٤/٢/٦	الثلاثاء	٢٠٢٤/٤/٢٣	٧٥٥
	GF١	٢٠٢٤/٢/٦	الثلاثاء	٢٠٢٤/٤/٢٣	٦١٨
	FG٢	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	٢٠٢٤/٥/١٣	٨١٦
	GF٢	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	٢٠٢٤/٥/١٣	٨٠٠
دائري القاهرة الكبرى	A+	٢٠٢٣/٤/١٣	الخميس	٢٠٢٤/٤/٤	٤٩٠٤
	A-	٢٠٢٤/٤/١٣	الخميس	٢٠٢٤/٤/٤	٢٩٦٠
	B+١	٢٠٢٣/١/١٢	الخميس	٢٠٢٤/٢/٢٩	١٠٠٩٣
	B-١	٢٠٢٣/١/١٢	الخميس	٢٠٢٤/٢/٢٩	٨٣١٦
	B+٢	٢٠٢٣/٤/١٣	الخميس	٢٠٢٤/٣/٢٨	٩٥٥٦
	B-٢	٢٠٢٤/٤/١٣	الخميس	٢٠٢٤/٣/٢٨	٨٠٦٠
	C+	٢٠٢٣/٤/١٠	الإثنين	٢٠٢٤/٤/١	٧٩٥٠
	C-	٢٠٢٣/٤/١٠	الإثنين	٢٠٢٤/٤/١	٦١٣٤
	D+	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	٢٠٢٤/٥/٢٠	٤٨٤٨
	D-	٢٠٢٣/٥/١	الإثنين	٢٠٢٤/٥/٢٠	٦٠٣٦
	E+١	٢٠٢٢/١٢/٧	الأربعاء	٢٠٢٤/٣/٦	٥٢١٨
	E-١	٢٠٢٢/١٢/٧	الأربعاء	٢٠٢٤/٣/٦	٦٦٧٨
	E+٢	٢٠٢٣/٤/٢٦	الأربعاء	٢٠٢٤/٣/٦	٥٢١٨
	E-٢	٢٠٢٣/٤/٢٦	الأربعاء	٢٠٢٤/٣/٦	٦٦٧٨
دائري الفيوم	F+	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	٢٠٢٤/٤/٦	٣٨١
	F-	٢٠٢٣/٤/٨	السبت	٢٠٢٤/٤/٦	٢٦٦
	CM-	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	٢٠٢٤/٥/١٣	٥٧٢
	CM+	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	٢٠٢٤/٥/١٣	٥٦٤
	CD+	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	٢٠٢٤/٥/١٣	٣٤٨
	CD-	٢٠٢٤/٤/٢٢	الإثنين	٢٠٢٤/٥/١٣	٣٢٠

*تم رصد كافة أنواع المركبات ولكن تم استبعاد اعداد الدراجات البخارية بانواعها (الثنائية والثلاثية العجلات) وكذلك الحركة غير الآلية، وذلك لعدم ظهورها بوضوح في التصوير الجوي. وتم الرصد الميداني من الساعة ١٠ – ١١صباحا في كل الأيام.

المصدر: الباحث اعتمادا على الدراسة الميدانية في التواريخ والتوقيتات المذكورة بتاريخ الرصد الميداني.

يتضح من جدول (٢) أن :

- تم اجراء الرصد الميداني لمجموعة من القطاعات والطرق في نفس الشهر من العام التالي للشهر الذي تم التصوير فيه، بل وفي نطاق من ٢ – ٩ أيام تقريبا قبل أو بعد تاريخ التصوير أي يمكن القول أنها في نفس الأسبوع من الشهر تقريبا. وهي؛ طريق أسيوط الغربي باتجاهيه، وطريق دائري الفيوم (القطاع F)، والقطاعات A وC من الطريق الدائري بالقاهرة الكبرى.
- هناك طرق تم رصدها ميدانياً مرتين في تاريخين مختلفين من نفس الفترة الزمنية وهي؛ القطاع B من الطريق الدائري بالقاهرة، وذلك للتأكد مما إذا كان تغير التاريخ سيكون مؤثراً أم لا؟ حيث تم الرصد في يوم الإثنين الموافق ٢٩-٢-٢٠٢٤ وفي يوم الإثنين الموافق ٢٨-٣-٢٠٢٤ أي أن الفترة الزمنية بين التاريخين شهر تقريبا.
- هناك قطاع تم الرصد الميداني له اعتمادا على تاريخين في التصوير لنفس اليوم ، وهو القطاع B من الطريق الدائري بالقاهرة، أي عكس الحالة السابقة، حيث تتوفر صورتين لنفس القطاع؛ الأولى ليوم الخميس ١٢-١-٢٠٢٣، والثانية ليوم الخميس ١٣-٤-٢٠٢٣، وكذلك الحال للقطاع E الذي تتاح له صور ليوم الأربعاء بتاريخ ٧-١٢-٢٠٢٢ وأخرى ليوم الأربعاء بتاريخ ٢٦-٤-٢٠٢٣، وكان توقيت الصورة هو نفسه في المرتين ، حيث كان توقيت التصوير بين الساعة ١٠ص – ١١ص، وقد تم الرصد الميداني للحركة على القطاع B في أكثر من يوم كما سبقت الإشارة، أما القطاع E فتم الرصد الميداني له في يوم الأربعاء الموافق ٦-٣-٢٠٢٤. أي في تاريخ وسط نسبياً بين تاريخي التقاط الصورتين وفي

نفس الموسم من العام وهو موسم الدراسة سواء في الفصل الدراسي الأول، أم الفصل الثاني من العام الدراسي.

- اتيحت بعض الصور الحديثة أثناء إعداد هذا البحث مما أتاح إجراء الرصد الميداني في نفس العام من تاريخ التصوير، ويظهر ذلك في طريق الفيوم – الجيزة الذي تم تصويره يوم الثلاثاء بتاريخ ٦-٢-٢٠٢٤ في حين تم رصده ميدانيا يوم الثلاثاء بتاريخ ٢٣-٤-٢٠٢٤.
- نظراً لعدم اشتمال أعداد المركبات التي تم مسحها من الصور على مركبات التوكتوك والتروسيكلات والدراجات البخارية والحركة غير الآلية نتيجة صغر حجم هذه المركبات وعدم وضوحها بشكل دقيق في الصور، فقد تم في المقابل استبعاد أعداد هذه الوسائل على الطرق أثناء الرصد الميداني للحركة.
- جاءت قطاعات الطريق الدائري حول القاهرة الكبرى بأعلى حجم مروري مرصود وتراوح حجم المرور في يوم الخميس بين ٢٩٦٠ مركبة/ساعة على القطاع –A وحتى ١٠٠٩٣ مركبة/ساعة على القطاع +B1 ، ويعد يوم الخميس هو اليوم الأكثر اختناقا على هذا الطريق بين أيام الأسبوع، أما في الرصد الذي تم يوم الإثنين فقد تراوح حجم المرور بين ٤٨٤٨ مركبة/ساعة على قطاع +D وبين ٧٩٥٠ مركبة/ساعة على قطاع +C ويعد القطاع الأخير أعلى كونه يقع في منطقة يزيد فيها استخدام الأرض التجاري.
- جاءت الطرق الحرة والسريعة في الترتيب الثاني من حيث حجم المرور حيث جاء طريق القاهرة–السويس بأعلى حجم مروري، وقد تم الرصد فيه

فـي يـوم الإثنـين مثلـه مثـل طريـق الجيـزة–الفيـوم فـي القطـاعين GF2 و FG2، في حين أن الطرق الأخرى كان الرصد فيها أيام السبت والثلاثاء.

- اتسم طريق دائري الفيوم بحجم مروري منخفض نسبيا، ولكن حجم المرور علـى القطـاعين ±CM كـان أعلـى حجـم مـروري بـين قطاعـات الطريـق الدائري بالفيوم، وقد تم ارجاع السبب إلى أهمية هذا القطاع في الربط بين الحركة الواردة لمدينـة الفيوم من مدن؛ طامية وسنورس، وكذلك من خارج الفيـوم (مـن القـاهرة والجيـزة ..الـخ) ، بسـبب الخـدمات المهمـة والمختلفـة الواقعة في النطاق الغربي من مدينة الفيوم.

٦. التحقق الإحصائي لأحجام المرور المحسوبة والمرصودة:

بعد إجراء الرصد الميداني لقطاعات الطرق وتوفر بيانـات حجم المرور وفقا لإحدى الطرق المتبعة في الرصد المروري (الطريقة اليدوية)، فقد أصبح لدينا بيانـات حجـم المـرور المحسـوب وفقـا للمنهجيـة الحاليـة، وقـيم لحجـم المـرور المرصـود ميدانياً، وبحساب الفروق بين حجم المرور المحسوب وحجم المرور المرصود جدول (٣)، يمكن أن نستخلص ما يلي:

١- بلغت الفروق بين أحجام المرور المحسوبة والمرصودة أدناها على الطرق السريعة والحرة، فلم تتجاوز الفروق (-٥٠ : ١١٥) مركبة/الساعة، أي أن حجم المرور المحسوب أصغر من حجم المرور المرصود بما لا يزيد عن ٥٠ مركبة/الساعة في بعض قطاعات الطرق السريعة والحرة ، في حين أن حجـم المـرور المحسـوب أكبـر مـن المرصـود بمـا لا يزيـد عـن ١١٥ مركبة/ساعة في بعض القطاعات الأخرى.

٢- تراوحت الفروق بين حجم المرور المحسوب والمرصود بين (-٩٧ : ٧٦) مركبة/ساعة على كل قطاعات طريق دائري الفيوم، وقد زاد حجم المرور

المحسوب على حجم المرور المرصود في كامل قطاعات الطريق ماعدا القطاع –A حيث قل فيه الحجم المحسوب بـ٩٧ مركبة/الساعة.

جدول (٣) الفروق بين أحجام المرور المحسوبة والمرصودة لقطاعات الطرق

الطريق	القطاع/الاتجاه	اليوم من الأسبوع	حجم المرور المحسوب (مركبة/ساعة)	حجم المرور المرصود (مركبة/ساعة)	الفرق بين حجم المرور المحسوب والمرصود (مركبة/ساعة)
القاهرة - أسيوط غرب النيل	Cap	السبت	٣٩٨	٣٤١	٥٧
	Cag	السبت	٣٨٦	٢٧٢	١١٤
	Acp	السبت	٣٧٢	٤١٧	-٤٥
	Acg	السبت	٣٢٦	٣٦٧	-٤١
السويس القاهرة	CS١	الإثنين	١٨٧٨	١٩٠٠	-٢٢
	SC١	الإثنين	٣١٣٩	٣١٧٢	-٣٣
الجيزة - الفيوم	FG١	الثلاثاء	٧٥٢	٧٥٥	-٣
	GF١	الثلاثاء	٧٢٣	٦١٨	١٠٥
	FG٢	الإثنين	٨٣٠	٨١٦	١٤
	GF٢	الإثنين	٨٦٩	٨٠٠	٦٩
دائري القاهرة الكبرى	A+	الخميس	٤٢٦٣	٤٩٠٤	-٦٤٢
	A-	الخميس	٢٥٠٠	٢٩٦٠	-٤٦٠
	B+١	الخميس	١٠٢٤٩	١٠٠٩٣	١٥٦
	B-١	الخميس	٧٨٢٨	٨٣١٦	-٤٨٨
	B+٢	الخميس	٨٧٤٠	٩٥٥٦	-٨١٦
	B-٢	الخميس	٧٩٦٣	٨٠٦٠	-٩٧
	C+	الإثنين	٨٤٧٠	٧٩٥٠	٥٢٠
	C-	الإثنين	٦٠٦٤	٦١٣٤	-٧٠
	D+	الإثنين	٤٤٨٩	٤٨٤٨	-٣٥٩
	D-	الإثنين	٥٣٣٣	٦٠٣٦	-٧٠٣
	E+١	الأربعاء	٥٢٣٦	٥٢١٨	١٨
	E-١	الأربعاء	٥٥٤٢	٦٦٧٨	-١١٣٦
	E+٢	الأربعاء	٤٠٠٣	٥٢١٨	-١٢١٥
	E-٢	الأربعاء	٤٥٣٩	٦٦٧٨	-٢١٣٩
القاهرة - الفيوم مدخل الجيزة	Q+	الإثنين	٣١١٣	٢٠٢٠	١٠٩٣
	Q-	الإثنين	٢٨١٧	٢٧٨٨	٢٩
دائري الفيوم	A+	السبت	٢٨٤	٣٨١	-٩٧
	A-	السبت	٣٤٠	٢٦٦	٧٤
	MC	الإثنين	٦١٠	٥٧٢	٣٨
	CM	الإثنين	٦٠٠	٥٦٤	٣٦
	CD	الإثنين	٣٩٦	٣٤٨	٤٨
	DC	الإثنين	٣٥٠	٣٢٠	٣٠

المصدر: الباحث اعتمادا على نتائج العمل الميداني والتحليل التقني لصور وخرائط جوجل.

٣- انخفضت الفروق بين قيم حجم المرور المحسوب وحجم المرور المرصود في قطاعات الطريق الدائري بالقاهرة الكبرى، فقد زاد الأول على الثاني في قطاعات B1+ و C+ و E1+ بمقدار ١٥٦، ٥٢٠، ١٨ مركبة/الساعة على الترتيب، في حين قل حجم المرور المحسوب عن حجم المرور المرصود في باقي القطاعات بما يتراوح بين ٧٠ مركبة/الساعة في القطاع C- و٢١٣٩ مركبة/الساعة في القطاع E2- ، وباستثناء القطاع E ككل فإن الفروق لم تزيد عن ٨١٦ مركبة/الساعة بين الحجم المروري المحسوب والمرصود بالنسبة للطريق الدائري بالقاهرة الكبرى.

٤- تجدر الإشارة هنا إلى أن الفرق الكبير بين الحجم المحسوب والمرصود للمرور على القطاع E2 ككل يعود في الأساس إلى أن تاريخ التصوير الجوي لهذا القطاع كان (الأربعاء الموافق ٢٦-٤-٢٠٢٣) وهذا اليوم كان اليوم التالي لأجازة عيد الفطر المبارك وعيد تحرير سيناء من عام ٢٠٢٣*، ولهذا مثّل يوم التصوير يوم عودة العمالة، ولكن نتيجة انتهاء العطلة نهاية الأسبوع فسلوكيا يؤجل العمالة رحلة عودتهم إلى بداية الأسبوع التالي خاصة العمالة غير المنتظمة، مما قلل من عدد المركبات المستخدمة للطريق، وهذا يؤكد ضرورة الإنتباه لتاريخ التصوير ومدى ارتباطه بأيام العطلات الرسمية والطارئة.

٥- بتصنيف القطاعات وفقا لمقدار الفروق بين المرور المحسوب والمرصود تبين أن هناك ٥٦.٧٪ من القطاعات تقل الفروق فيها عن (±١٠٠ مركبة/ساعة) تركزت في الطرق السريعة والحرة وطريق الفيوم الدائري، في

* امتدت أجازة عيد الفطر عام ٢٠٢٣ للفترة من يومالخميس ٢٠ أبريل وحتى الثلاثاء ٢٥ أبريل ٢٠٢٣ راجع موقع الهيئة العامة للاستعلامات (رابط مختصر) : https://ajt٤٢u.pw/TmD٢ تم الدخول بتاريخ ٢٠٢٤/٦/٢.

حين أن هناك ٢٠٪ من القطاعات تتراوح فيها الفروق بين (أكبر من ±١٠٠ : ±٥٠٠ مركبة/الساعة)، أما القطاعات التي تتراوح فيها الفروق بين (أكبر من ±٥٠٠ : ±١٠٠٠ مركبة/الساعة) فقد بلغت نسبتها ١٣.٣٪ من إجمالي القطاعات المرصودة، في حين أن القطاعات التي زادت فيها الفروق عن ±١٠٠٠ مركبة/الساعة فكانت ١٠٪ من القطاعات فقط.

٦- بقسمة الفرق على عدد حارات الطريق تبين أن هناك ٦٠٪ من القطاعات يقل فيها الفرق بين حجم المرور المحسوب والمرصود عن (± ٥٠ مركبة/الساعة/الحارة) في حين أن هناك ٢٦.٧٪ من القطاعات يتراوح فيها الفرق بين (±٥١: ±١٠٠ مركبة/الساعة/الحارة) أي ن ٨٦.٧٪ من القطاعات يقل فيها الفرق عن ± ١٠٠ مركبة/الساعة/الحارة.

وإحصائيا، فقد تم استخدام اختبار "ت" Paired Samples "T" test لاختبار الفروق بين عينتين مرتبطتين، وذلك لاختبار مدى الدقة وإمكانية الاعتماد على هذه المنهجية في استخراج بيانات حركة المرور على الطرق. ويوضح الجدول (٤) نتائج الاختبار.

ويتضح من الجدول (٤-a) أنه على كامل عدد العينة البالغ ٣٠ قطاعا ، فإن متوسط حجم المرور المحسوب بلغ ٣٢٤٩.٠٨ مركبة/الساعة في حين أن متوسط حجم المرور المرصود بلغ ٣٤٨٥.٢٧ مركبة/الساعة، ويوضح الجدول (٤-b) أن معامل الارتباط بين حجم المرور المحسوب وحجم المرور المرصود بلغ ٠.٩٨٨ وهو معامل ارتباط قوي وعند مستوى دلالة أقل من ٠.٠٠١

جدول (٤) نتائج اختبار "ت" لاختبار الفروق بين حجم المرور المحسوب والمرصود

(a) Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ImageDetVal	3249.0800	30	3125.97491	570.72232
	SurvDetVal	3485.2667	30	3309.48350	604.22626

(b) Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ImageDetVal & SurvDetVal	30	.988	.000

(c) Paired Samples Test

		Paired Differences					T	Df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ImageDetVal - SurvDetVal	-236.2	531.28	96.998	-434.57	-37.803	-2.43	29	.021

SurvDetVal= حجم المرور المرصود ImageDetVal = حجم المرور المحسوب

المصدر: الباحث اعتمادا على برنامج SPSS

يشير الجدول (٤-c) إلى أنه وفقا لاختبار "ت" فإن متوسط الفروق بلغ -٢٣٦ مركبة/الساعة أي أن حجم المرور المحسوب أقل من حجم المرور المرصود بشكل عام بقرابة ٢٣٦ مركبة/الساعة. كما أنه هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين حجم المرور المحسوب والمرصود، بقيمة دلالة بلغت (p=0.021) ، وهذه النتيجة تثبت صدق فرضية الدراسة وهي أنه يمكن استخدام المنهجية المقترحة في استخلاص حجم حركة المرور على الطرق وبنسبة دقة معقولة للبحوث ذات الصلة بالنقل والمرور خاصة في على الطرق الرئيسة والسريعة والحرة والدائرية في حين نحتاج لتطبيق المنهجية على الطرق الحضرية.

٧. الخاتمة

- تظهر النتائج أنه يمكن الاعتماد على المنهجية المقترحة لاستخراج حجم المرور على الطرق بدقة جيدة خلال ساعة الرصد التي تتيحها الصور الجوية أو المرئيات الفضائية والتي كانت في على الطرق المدروسة من الساعة ١٠-١١ صباحاً، وبناء على ذلك -وبمزيد من التجريب- فإنه يمكن الاعتماد على نتائج هذه المنهجية في استنتاج وتحليل باقي عناصر المرور مثل الكثافة والمسافة البينية والزمن البيني وغيرها من العناصر المرورية خلال لك الساعة من اليوم.
- يمكن الاعتماد على هذه المنهجية في توفير أحجام المرور اليومية Daily Traffic Valum وأحجام المرور على مستوى الساعة Hourly Traffic Value وبالتالي توفير بيانات المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي Average Annual Daily Traffic (AADT)، ويستدعى ذلك فقط توفير صور أقمار صناعية عالية الدقة للطرق المراد دراستها في الأوقات والأيام التي يتم تحديدها، وهنا يمكن التعاون بين الهيئة العامة للطرق والكباري والهيئة العامة للاستشعار من بعد وعلوم الفضاء مما يمكن أن يوفر بيانات المرور لأي طريق أو منطقة.
- توفر هذه المنهجية وسيلة لتتبع تطور أحجام حركة المرور على الطرق بين سنوات وفترات مختلفة طالما تتوفر لها صور على برنامج جوجل إيرث، يفيد ذلك في تتبع التغيرات المرورية التي تطرأ على الأقاليم والمدن والطرق المختلفة، وكذلك قياس نتائج تطوير شبكات الطرق وتأثير إنشاء الطرق المختلفة على أحجام المرور على باقي وصلات الشبكة.

- يمكن استخدام هذه المنهجية في دراسات المرور وتحليلات المرور المختلفة بالنسبة للباحثين المهتمين بهذا المجال، وخاصة فيما يخص تحديد مناطق الاختناقات المرورية، وتحليلات حوادث المرور، وتحليل سلوكيات مستخدمي الطرق وغيرها من التحليلات الخاصة بالمرور بشكل عام وبحوادث المرور بشكل خاص.
- تمثل هذه المنهجية فرصة جيدة للباحثين في مجال البيئة المهتمين بدراسة التلوث والتأثيرات البيئية المختلفة لحركة المرور، حيث يمكن الاعتماد عليها في قياس تأثير حركة المرور على التلوث الضوضائي أو تحديد المناطق ذات الكثافات المرورية المرتفعة التي تمثل خطورة على استخدامات الأراضي الحساسة مثل تأثير تلك الكثافات العالية على صحة المرضى في المستشفيات، أو على تركيز الطلاب في المدارس الواقعة بالقرب من الطرق أو غير ذلك من التأثيرات.

٨. التوصيات والعمل المستقبلي:

- رغم النتائج المرضية للمنهجية المقترحة فقد وجب لفت الإنتباه إلى ضرور أن يستكمل الباحثون في المجالات ذات الصلة العمل على تطوير هذه المنهجية وتحسينها، حيث أن هناك حاجة ماسة إلى مقارنة النتائج مع نتائج محطات العد الثابتة أو الكاميرات المرورية لنفس الساعات من اليوم الذي تم فيه التصوير، ومن المؤكد أن هذه الخطوة ضرورية في تعديل متوسطات الفروق بين الطريقتين، وتأكيد دقة البيانات المشتقة من هذه المنهجية ومدى تطابقها مع البيانات اللحظية لأحجام المرور على الطرق.
- يوصى الباحث بضرورة العمل على اختبار وتعديل هذه المنهجية على الشوارع والطرق الحضرية في مصر، وأن يكون هناك تعاون بين الجامعات

والإدارات المعنية بدراسات المرور ومنها؛ إدارات المرور، والهيئة العامة للطرق والكباري، ووزارة البيئة، والهيئات الأخرى ذات الصلة، وذلك لما لبيانات المرور من أهمية في التخطيط الحضري وفهم مشكلات النقل بالمدن واقتراح حلول لها.

- ينصح الباحث الزملاء الذين سيعتمدون على هذه المنهجية لاستخراج أحجام المرور على طرق مختلفة أن يتم إجراء رصد ميداني لطريق أو أكثر ومقارنة النتائج لهذا الطريق مع النتائج المستخرجة بهذه المنهجية، وذلك لأنه من الممكن أن تكون هناك عوامل غير معروفة أثرت على المرور أثناء ساعة التصوير الجوي للمنطقة مما يؤدي إلى اختلاف البيانات المستخرجة عن الواقع، ولذا فإن مثل هذه الخطوة مهمة في تأكيد دقة النتائج بالنسبة لحالة الدراسة التي يقوم بها الباحث. ومن شأن هذه الخطوة أن تؤدي إلى تراكم النتائج التي تدقق نتائج المنهجية الحالية.
- وأخيرا فقد واجهت البحث العديد من المحددات والتحديات Limitations ومنها؛ عدم توفر بيانات لأحجام المرور على الطرق المدروسة بشكل حديث ، وكذلك صعوبة الوصول لتسجيلات الكاميرات الثابتة على الطرق المدروسة، وعدم تغطية كامل الطرق المدروسة بصور لنفس اليوم في برنامج Google Earth. ولذا فمن المهم أن يركز العمل المستقبلي على مقارنة بيانات أحجام المرور المحسوبة مع بيانات مأخوذة من الكاميرات الثابتة على الطرق، وكذلك من المهم أيضا التركيز على الرصد التصنيفي للمرور وفق هذه المنهجية بحيث يمكن حساب حجم المرور وفقا لأنواع المركبات المختلفة، كما أنه من الضروري أيضا أن يتم تحويل المنهجية إلى أداة معتمدة على تعليم الآلة والذكاء الاصطناعي المكاني لتقليل الأخطاء البشرية.

المراجع :

١. أحمد يونس صالح (٢٠١٩) النقل وآثاره البيئية في مدينة الفيوم دراسة تطبيقية في جغرافية النقل، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الفيوم.

٢. أيات رمضان نوار (٢٠١٩) : التحليل المكاني للنقاط السوداء على الطريق الدائري بالقاهرة الكبرى، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.

٣. علي زين العابدين، حاتم محمد عبد اللطيف، (ب ت)، مبادئ هندسة المرور، القاهرة.

٤. محمود توفيق (٢٠١٨) منهجية البحث العلمي مع التطبيق على البحث الجغرافي، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

5. Ali, K. S., & Abid, N. M. (2021). The Importance of Google Maps for Traffic in Calculating the Level of Service for the Road and Traffic Delay. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1076*(1), 012015. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1076/1/012015

6. Banaag, H. B., Litana, M. S., & Ramos, R. V. (2021). Vehicle density estimation in quezon city using object-based feature extraction on satellite images. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 46, 57-63.
7. Brain Freeman, Gharabaghi, B. (2020). Estimating on-road vehicle density using crowdsourced data and Monte Carlo analysis., A&WMA's 113th Annual Conference & Exhibition, June 29 - July 2, 2020, P1.
8. Brain Freeman, Gharabaghi, B. (2020). Estimating on-road vehicle density using crowdsourced data and Monte Carlo analysis., A&WMA's 113th Annual Conference & Exhibition, June 29 - July 2, 2020.
9. Chabot, D., Dillon, C., Shemrock, A., Weissflog, N., & Sager, E. P. (2018). An object-based image analysis workflow for monitoring shallow-water aquatic vegetation in multispectral drone imagery. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(8), 294.
10. Ganji, A., Zhang, M., & Hatzopoulou, M. (2022). Traffic volume prediction using aerial imagery and sparse data from road counts. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *141*. https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103739
11. García-Ramírez, Y. (2020). Developing a traffic congestion model based on Google traffic data: A case study in Ecuador. *VEHITS 2020 - Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle Technology*

and Intelligent Transport Systems, 137–144. https://doi.org/10.5220/0009594501370144

12. Goel, R., Miranda, J. J., Gouveia, N., & Woodcock, J. (2020). Using satellite imagery to estimate heavy vehicle volume for ecological injury analysis in India. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, *28*(1), 68–77. https://doi.org/10.1080/17457300.2020.1837886
13. Transportation Research Board (2000) Highway Capacity Manual.2000, Transportation Research Board. National Research Council, Washington, D.C.
14. Kaack, L. H., Chen, G. H., & Granger Morgan, M. (2018). *Truck traffic monitoring with satellite images*. https://www.ml.cmu.edu/research/dap-papers/f18/dap-kaack-lynn.pdf .
15. Leduc, G. (2008). Road traffic data: Collection methods and applications. Working Papers on Energy, Transport and Climate Change, 1(55), 1-55. http://www.jrc.ec.europa.eu/
16. McCord, M. R., Yang, Y., Jiang, Z., Coifman, B., & Goel, P. K. (2003). Estimating annual average daily traffic from satellite imagery and air photos: Empirical results. *Transportation Research Record*, *1855*(1), 136-142.
17. Puvanachandra, P., Laverty, A., Ghaly, M., Sakr, H., Abdelhamid, R., Iaych, K., & Peden, M. (2024). A scoping review of road traffic data systems in the Eastern Mediterranean Region. In Eastern Mediterranean Health Journal (Vol. 30, Issue 3, pp. 238–247). World Health Organization. https://doi.org/10.26719/emhj.24.012
18. Ranawaka, Y. (2021). Short-Term Traffic Flow Prediction Using Google Traffic Data (Doctoral dissertation), University of Colombo School of Computing., Sri Lanka.

Using Google imagery and Google Maps to estimate traffic on some roads in Egypt: An experimental methodology

Abstract

The research aims to develop a method for estimating road traffic volume by using Google Imagery from the Google Earth Pro software and traffic data extracted from Google Maps. Google Images were used to track vehicle locations on specific road segments, enabling the calculation of vehicle density. Google Maps was utilized to determine the travel time, and then the average travel speed between different points on the road. By using the liner statistical relationship between traffic density, speed, and traffic volume, the traffic volume in the specific roads was calculated accurately. This methodology was applied to various road sectors in Egypt, including sections of the Assiut-Cairo West Road, the Cairo-Suez Road, the Giza-Fayoum Road, segments of the Greater Cairo Ring Road, and the Fayoum Ring Road.

After calculating the traffic volume, we conducted field monitoring of the roads studied to determine the "observed traffic volume" for the same road segments. The calculated and observed traffic volume values were compared using paired samples T-test analysis. It was found that the average difference between them was 236 vehicles per hour, with a P-value of 0.021. Additionally, the correlation coefficient between the values reached 0.988, indicating the strength and accuracy of the methodology. This method offers an easy and cost-effective way to obtain traffic volume data for any road, which can benefit researchers in transportation, traffic, urban planning, environmental studies, city management, and decision-making related to traffic issues.

Key Words; Traffic Volume, Google Imagery, Google Maps, Spatial Data, Transportation Geography.