دراسة وتحليل العوامل المؤثرة على حركة المشاة في شوارع المدن
حالة شارع المغرب العربي في مدينة اللاذقية

د. أكرم رستم*

براعم اديب شاهين**

(تاريخ الإيداع 29 / 6 / 2020. قُبِل للنشر في 29/ 11 / 2020)

□ ملخّص □

هدف البحث دراسة واقع حركة المشاة في شوارع المدن السورية، وواقع التجهيزات الخاصة بحركة المشاة من أرصفة ومعابر، بالإضافة إلى تقييم أداء هذه الخدمات المقدمة للمشاة بغرض الكشف عن العيوب الموجودة، والوصول إلى الحلول المطلوبة.

تم تحديد شارع المغرب العربي في مدينة اللاذقية كمنطقة للدراسة كونها تتمتع بكثافة مرورية عالية، حيث تم تقسيم المنطقة إلى قطاعات لمعرفة عدد المشاة في ساعة الذروة النهارية، وتقسيمهم لفئات حسب (العمر، الجنس)، وقياس سرعة وزمن حركة المشاة في كل فئة من كل قطاع، حيث استخدمت الدراسة أسلوب المسح الميداني، إضافةً إلى تطبيق منهجية (Highway Capacity Manual)HCM2010 الخاصة بالشوارع الحضرية، وذلك لتقييم مستوى أداء خدمة المشاة.

بينت نتائج المسح الميداني لمنطقة الدراسة خلال أشهر عديدة، وجود إشغالات عديدة على الأرصفة من قبل المحال التجارية، إضافة إلى العربات الجوالة، وغيرها مع خلل في بناء الرصيف، كما أن زراعة أشجار غير مناسبة من حيث النوع، وطريقة التوزع الجذري، ووجود حفر مختلفة نتيجة أعمال الهاتف وغيرها أثرت سلباً على الأرصفة، وحركة المشاة وسرعتهم.

كما أظهرت الدراسة أن تقييم حركة المشاة باستخدام HCM2010 لم يأخذ بعين الاعتبار التصميم الجيد لرصف الرصيف، بل اعتمد على معايير محددة منها عمر المشاة، جنسهم، والمساحة المخصصة لهم.

الكلمات المفتاحية: مستوى الخدمة، الشوارع الحضرية، الأرصفة، زمن تأخير المشاة.

* **أستاذ مساعد ، قسم هندسة المواصلات والنقل، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

** **طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم هندسة المواصلات والنقل، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

Study and Analysis of the Affecting Factors on the Pedestrians' Movement in the City Streets (The Situation in the Maghreb Arabi Street in Lattakia)

Dr. Akram Rustom [*]
Baraem Adeeb Shaheen [**]

(Received 29 / 6 / 2020. Accepted 29 / 11 / 2020)

□ ABSTRACT □

The aim of the research study the reality of pedestrian traffic in the streets of Syrian cities, and their own processing of the piers and, in addition to evaluating the performance of these fittings for the purpose of detection of the existing defects, and reach optimum functioning of the not.

Identified street of the Maghreb in the city of Latakia as a study enjoy being the density of traffic is high, where the territory was divided into sectors to know the number of pedestrians in the peak hour day and bring them to the categories as (age, gender) and measure the speed and time of movement of the pedestrian in each category of each sector, where the use of survey method the field survey in addition to the application of the methodology HCM2010 own the streets of the urban and to assess the level of performance of the service problem.

The results of the field survey for the study area during several months, the presence of occupancies, many on the pavements by the shops, adding to the Rovers, and the other with a defect in the construction of the pier, and that the planting of trees is appropriate in terms of type and manner of expansion of the root, and having a hole different as a result of phone and other negatively impacted on the sidewalks, and pedestrian traffic and their speed.

The study also showed that the assessment of the pedestrian traffic using the HCM2010 did not take into account the good design the paving of sidewalk, but relied on specific criteria including the age, the gender, the space allocated to them.

Keywords: Level of service, Urban streets, Sidewalks, pedestrian delay.

[*] **Associate Professor - Transportation Engineering Department, Civil Engineering Faculty, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Master Student - Transportation Engineering Department, Civil Engineering Faculty, Tishreen University, Lattakia , Syria.**

مقدمة:

تعد المرافق الخاصة بالمشاة من أرصفة ومعابر، من العناصر الهامة في شبكة الطرق ضمن المدن لما تقدمه من خدمات لهم بتسهيل الحركة، وتنظيمها بالشكل الأمثل لمنع حدوث تصادمات، واختناقات في نظام المرور، وبالتالي منع حدوث أي خلل أو ضرر في هذه الأنظمة، ولتقييم أداء خدمة المشاة استخدم الباحثون منهج HCM2010، والذي يعتمد التصنيف الكمي لقياس الأداء وبالتالي جودة الخدمة[1]، حيث يتم تقسيم مستويات الخدمة في HCM2010 من A الأفضل نزولاً حتى F الأسوأ وفق عدة معايير هندسية ومرورية، (سرعة حركة المشاة، زمن تأخير المشاة، وسطي المساحة المخصصة للمشاة)، وتقسيم المشاة لعدة فئات حسب العمر، والجنس [1]، وتلعب كل فئة عمرية دوراً مؤثراً في حركتهم من حيث السرعة وأزمنة التأخير.

إن تطور المدن وازدهارها، وزيادة أعداد السكان، والأعمال التجارية، والصناعية، والخدمية، وعدم وجود تخطيط مستقبلي لتلافي آثار الازدحام الحاصل نتيجة الكثافة السكانية، أثر على حركة المرور بشكل عام، وحركة المشاة بشكل خاص، ومن هنا أتت أهمية القيام بهذه الدراسة من أجل إيجاد طرق ووسائل لتقييم مرافق المشاة، وتطويرها لتحقيق الوظيفة المرجوة منها.

أهمية البحث وأهدافه:

هدف البحث:

يهدف البحث إلى تحديد المعايير الخاصة بتقييم أداء حركة المشاة من سرعة الحركة، أزمنة التأخير، المساحة المخصصة لحركتهم في ظروف المدن السورية، بالإضافة إلى الوصول للتنظيم الجيد لحركة المشاة.

أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من خلال تقييم مستوى خدمة حركة المشاة على الأرصفة في منطقة الدراسة، وحركة المشاة بهدف تطوير منهجية خاصة لتحديد مستوى الخدمة انطلاقا من منهجية HCM2010 لتساهم في تحسين حركة المشاة.

المشكلة البحثية:

تعاني حركة المشاة في مدينة اللاذقية من قلة التنظيم، وتداخلها مع حركة العربات، إضافة إلى وجود إعاقات، وأزمنة تأخير كبيرة، وخاصةً في المناطق التجارية، والتي تتطلب تقييم أداء الخدمة بهدف تطويرها، وتسهيل حركة المشاة الأمر الذي يؤدي إلى رفع سوية الخدمات المقدمة، وتحقيق مستوى أفضل من الكفاءة المرورية.

طرائق البحث ومواده:

تم تحديد شارع المغرب العربي في محافظة اللاذقية كمنطقة للدراسة، حيث يقع هذا الشارع بالقرب من مركز المدينة، ويمتد من ساحة 6 تشرين شرقاً بالقرب من جسر الشيخضاهر حتى نهاية الكورنيش الشمالي دوار حطين غرباً بطول 875 m، وهو شارع باتجاهين يحوي أيضاً على تقاطع منظم بإشارة ضوئية (تقاطع مضر)، ويعدُ من الشوارع الهامة لاحتوائه على العديد من الفعاليات التجارية والمؤسسات الحكومية الهامة، ونقطة وصل هامة لمركز انطلاق كراج الفاروس، وبالتالي يعاني من ازدحام مروري كبير وحركة مشاة كثيفة.

الشكل (1) مسقط أفقي لمنطقة الدراسة

من خلال المسح الميداني لمنطقة الدراسة تبين وجود مشاكل عديدة في التجهيزات الخاصة بالمشاة، الأرصفة تعاني من الحفريات، وسوء الرصف، بالإضافة لسوء التصميم في بعض النقاط.

تبين وجود حركة مشاة عشوائية أثرت بذلك على الالتزام بالمعابر النظامية، ووجود عبور عشوائي للشارع من قبلهم، كلما قل الوعي المروري لدى المشاة زادت العشوائية، وعدم الالتزام بقانون السير. [2]

الشكل (2) جزء من الرصيف في منطقة الدراسة يبين العيوب في الرصف.

تم تعداد المشاة في ساعة ذروة نهارية (11-12) وفق طريقتين الأولى باستخدام كاميرا فيديو، وهي الطريقة الأمثل، حيث تعطي دقة أكبر في البيانات مع الانتباه للزاوية الصحيحة للتصوير، وتحتاج لدقة وانتباه أثناء تحليل البيانات.[3]

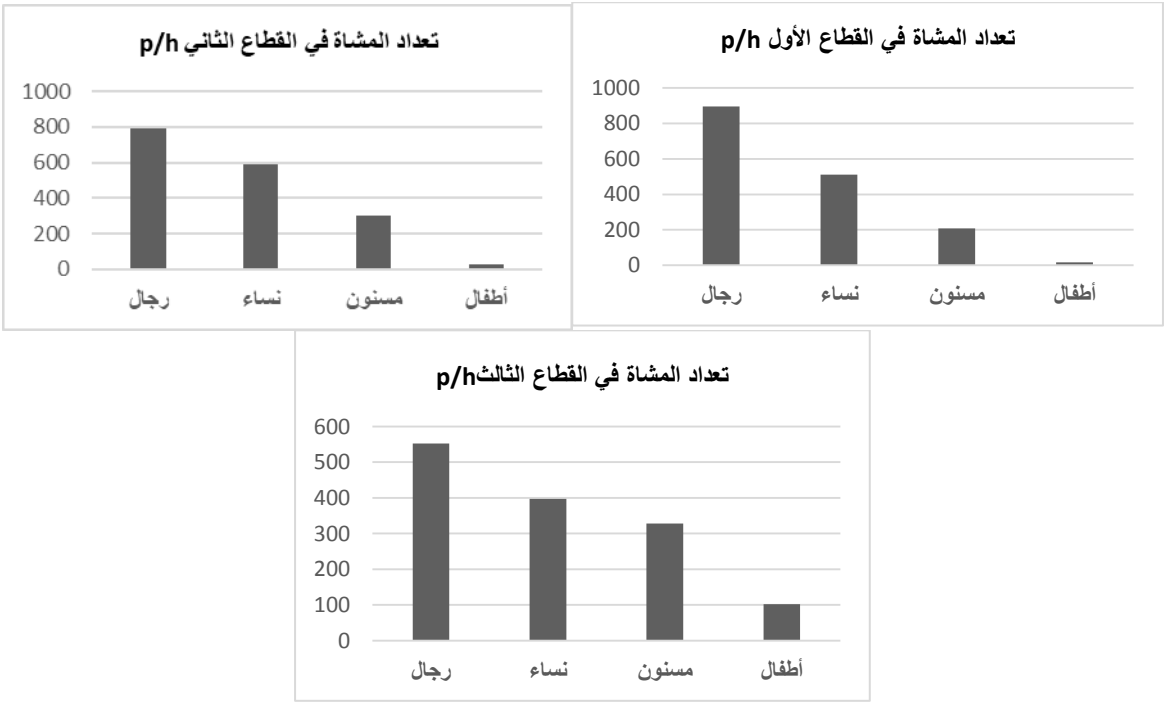
الطريقة الثانية العد اليدوي باستخدام مراقب، وتم استخدام هذه الطريقة لتعثر استخدام الطريقة الأولى في بعض النقاط.

قُسِمَت منطقة الدراسة لعدة قطاعات، حيث أُعتمِد تقسيم كل اتجاه على حدىً مع مراعاة وجود طريق فرعي بغرض الحصول على تحليل أمثل لكل قطاع وفق منهجية HCM2010 الخاصة بالشوارع الحضرية.

الشكل (3) قطاعات منطقة الدراسة (الأول، الثاني، الثالث)

قُسِم المشاة لفئات حسب العمر والجنس (رجال، نساء، مسنون، أطفال)، وقياس سرعة وزمن تأخير كل فئة، حيث يُؤثر عاملي العمر والجنس لدى المشاة على التزامهم بالقوانين.[4]

تبين المخططات التالية تعداد المشاة في القطاعات الثلاثة:



الشكل (4) تعداد المشاة(p/h)

تم قياس سرعة وزمن تأخير المشاة في كل قطاع عن طريق عينة عشوائية 20 فرد من المشاة، حُدِدَت مسافة 30 m لحساب السرعة والزمن في النقاط الأكثر ازدحاماً، وتم أخذ البيانات الشخصية لكل فرد من قبل مراقب في بداية المسافة، بالإضافة إلى تسليم كل فرد بطاقة ليسجل عليها الزمن المقطوع، وتسليمها في نهاية المسافة لمراقب آخر.

الشكل (5) المسافة المستخدمة لحساب زمن وسرعة المشاة.

تم تفريغ بيانات المشاة في الجدول التالي مع تبيان حالة الفرد بالإضافة لوصف الازدحام على الرصيف، وقياس العرض الكلي للرصيف.

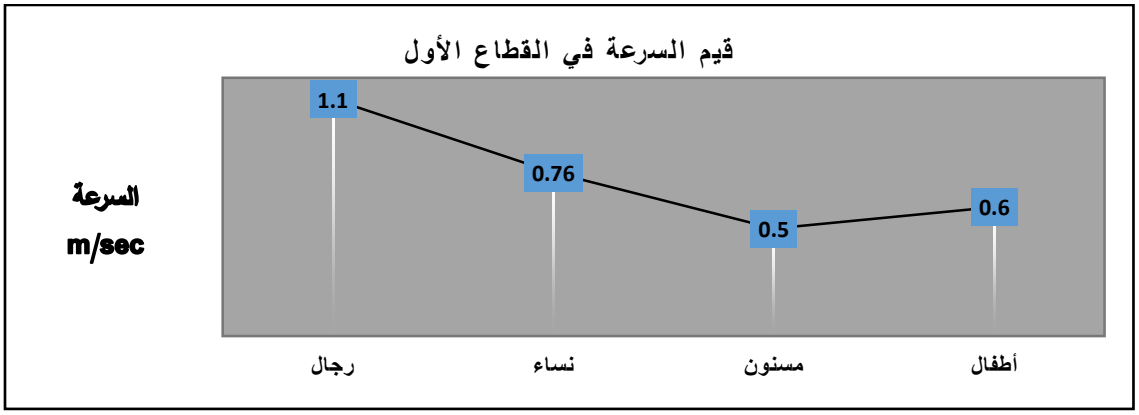
الجدول (1) بيانات المشاة الخاصة بالقطاع الأول (عمر، جنس، سرعة، زمن)

الرقم	الاسم	العمر	الجنس	المسافة (m)	الزمن (sec)	السرعة (m/sec)	حالة الفرد	عرض الرصيف الكلي(m)	الازدحام على الرصيف
1	أبو محمد	66	ذكر	30	60	0.5	يحمل أغراض	3.5	يوجد
2	كريم	39	ذكر	30	24	1.25	لا يحمل	3.5	لا يوجد
3	ريم	27	أنثى	30	40	0.75	لا تحمل أغراض	3.5	لا يوجد
4	تيم	11	طفل	30	47	0.64	يحمل حقيبة	3.5	لا يوجد
5	أم رند	45	أنثى	30	35	0.86	لا تحمل	3.5	يوجد
6	فاطمة	32	أنثى	30	36	0.84	تحمل أغراض	3.5	لا يوجد
7	علي	30	ذكر	30	25	1.2	لا يحمل	3.5	لا يوجد
8	أبو نضال	50	ذكر	30	32	0.94	يحمل أغراض	3.5	يوجد
9	جهينة	41	أنثى	30	41	0.73	لا تحمل	3.5	يوجد
10	أبو أحمد	70	ذكر	30	60	0.5	لا يحمل	3.5	لا يوجد
11	حمزة	9	طفل	30	51	0.6	لا يحمل	3.5	يوجد
12	أحمد	8	طفل	30	50	0.6	لا يحمل	3.5	يوجد
13	أبو آدم	49	ذكر	30	31	0.97	يحمل أغراض	3.5	لا يوجد
14	أم حاتم	68	أنثى	30	57	0.52	تحمل	3.5	يوجد

		أغراض							
15	وديع	38	ذكر	30	28	1.07	لا يحمل	3.5	لا يوجد
16	وصال	52	أنثى	30	40	0.75	لا تحمل	3.5	يوجد
17	أبو عيسى	69	ذكر	30	59	0.51	يحمل أغراض	3.5	يوجد
18	بشار	43	ذكر	30	30	1	لا يحمل	3.5	لا يوجد
19	مازن	14	طفل	30	48	0.63	يحمل أغراض	3.5	يوجد
20	أم علي	72	أنثى	30	60	0.5	لا تحمل	3.5	يوجد

المصدر: أُعِدَ الجدول من قبل الباحث لاستكمال بيانات المشاة.

يبين المخطط التالي قيم السرعة في القطاع الأول اعتماداً على البيانات التي حصلنا عليها من المشاة في الجدول (1):

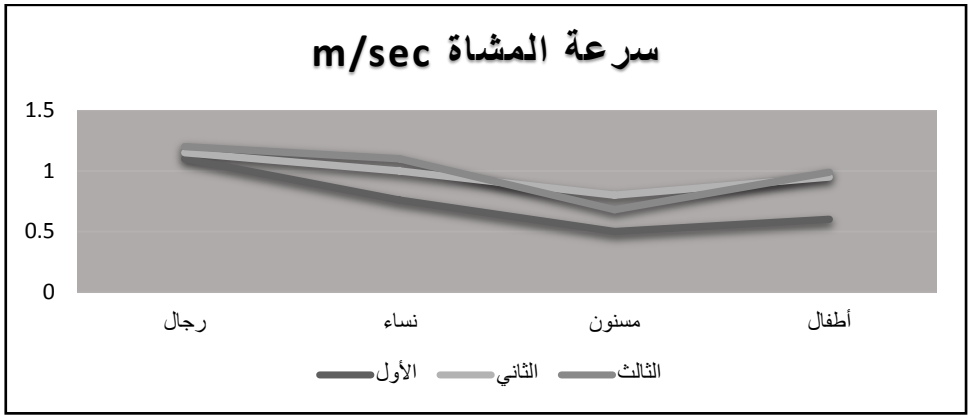


الشكل (6) قيم السرعة في القطاع الأول.

تم حساب السرعة الوسطية لكل فئة كالتالي:

الجدول (2) السرعة الوسطية للمشاة في القطاع الأول (m/sec)

المشاة	السرعة m/sec
رجال	1.1
نساء	0.76
مسنون	0.5
أطفال	0.6



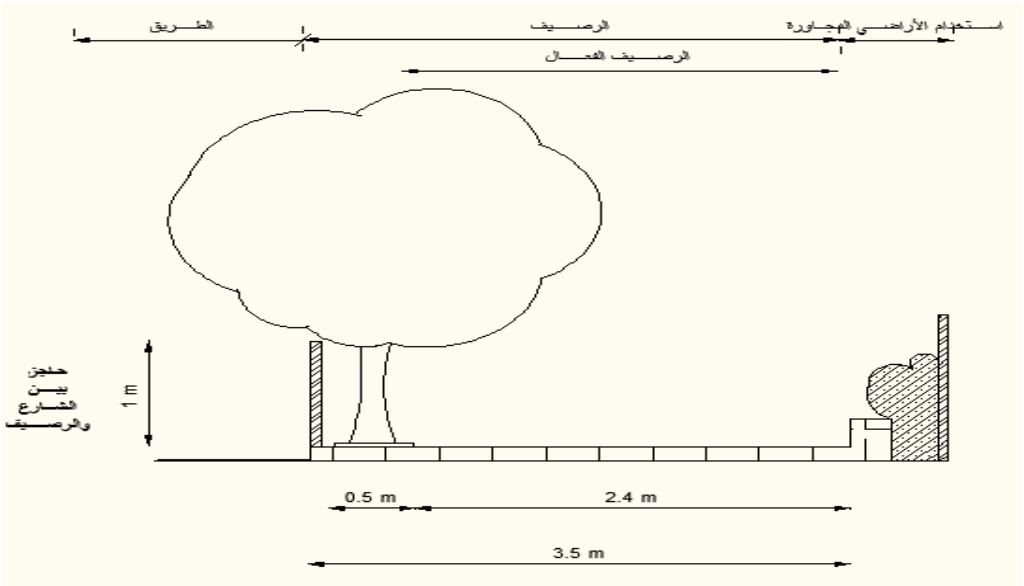
الشكل (7) سرعة المشاة الوسطية (m/sec)

تم قياس الأبعاد الهندسية لكل قطاع، وتقسيم كل قطاع لعدة نقاط، وحساب العرض الفعال لكل نقطة بغرض الحصول على العرض الوسطي الفعال لكل قطاع لاستخدامه في المنهجية.

الجدول(3) أبعاد الرصيف الكلية والفعلية (m)

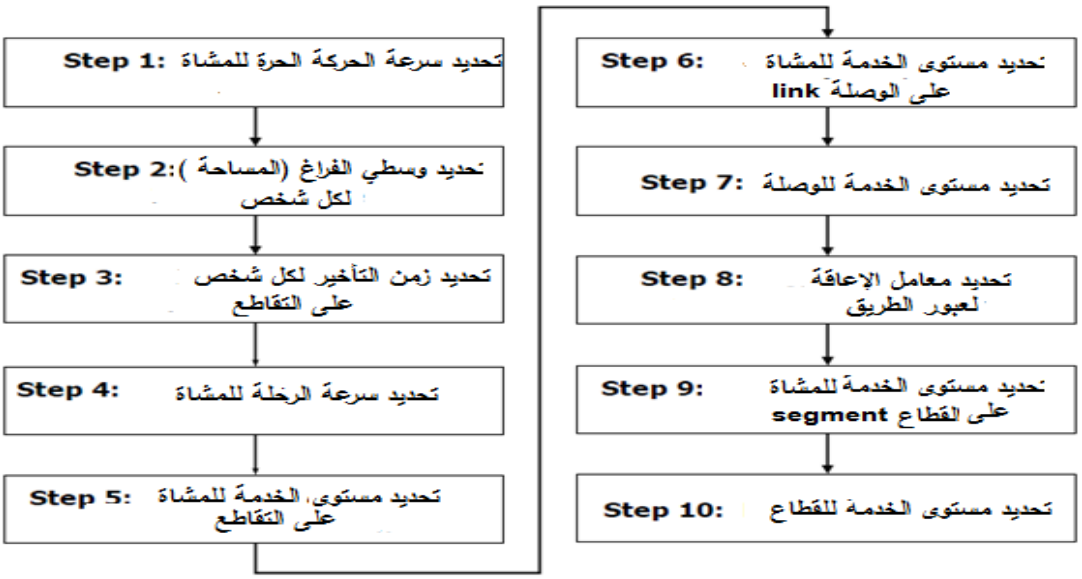
رقم القطاع	(m)عرض الرصيف الكلي	(m)العرض الفعال للرصيف
القطاع الأول	3.5	1.56
القطاع الثاني	3.5	1.89
القطاع الثالث	3.5	2.02

يبين الشكل التالي مقطع عرضي في الرصيف يوضح الأبعاد الهندسية، واستخدام الأراضي المجاورة (جدار، واجهة بناء، نوافذ)، بالإضافة إلى الأجسام الثابتة على طول الرصيف (أشجار، أعمدة إنارة، إشارات مرورية).



الشكل (8) مقطع نموذجي في الرصيف.

تم استخدام المنهجية الخاصة بالشوارع الحضرية لحساب مستوى الخدمة للشارع، وفق التالي:



الشكل (9) المنهجية الخاصة لتحديد مستوى خدمة المشاة على الشوارع الحضرية

قُسِمت المنهجية مستويات الخدمة للمشاة لعدة مستويات A الأفضل نزولاً حتى F الأسوأ، وفق التالي:

المستوي A: حركة المشاة تتميز بالحرية دون وجود تصادمات، ويوجد مساحة واسعة تتيح لهم الحركة المريحة.

المستوي B: حركة المشاة والمساحة المتاحة لهم أقل مع وجود احتمالية ضعيفة للتصادم بينهم.

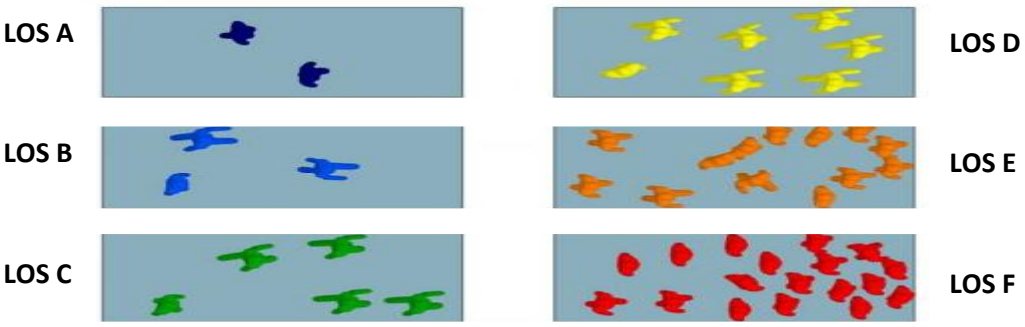
المستوي C: حركة المشاة مقيدة، وتتم باتجاه واحد غالباً والاحتكاك بينهم طفيف كون المساحة المتاحة لهم تقل أكثر.

المستوي D: تزداد القيود على حركة المشاة، وتزيد احتمالية التصادمات بينهم.

المستوي E: حركة المشاة نحو الأمام أسهل، أما الحركات المتصادمة يصعب عليها المرور.

المستوي F: تصبح حركة المشاة مقيدة بشكل كبير، والتصادمات تصبح أكبر حيث تكون سرعة المشاة بطيئة جداً.

يبين الشكل التالي مسقط أفقي افتراضي لمستويات الخدمة وفق HCM2010، وكثافة المشاة وفق كل مستوي:



الشكل (10) كثافة المشاة في مستويات الخدمة وفق HCM2010

النتائج والمناقشة:

الخطوة الأولى: تُحدَد سرعة الحركة الحرة للمشاة وفق نسبة المشاة المعمرين الذين تتجاوز أعمارهم 65 عام، إذا تجاوزت النسبة 20% من عدد المشاة خلال فترة التحليل تُعطَى السرعة قيمة 1 m/sec، غير ذلك تكون القيمة 1.34 m/sec، مع الأخذ بعين الاعتبار الميل الطولي للرصيف، إذا تجاوز 10% تُخفَض السرعة بمقدار 0.09 m/sec.[1] يبين الجدول التالي قيم السرعة الحرة للمشاة S_{pf}:

الجدول(4) قيم السرعة الحرة للمشاة وفق نسبة المشاة المعمرين

رقم القطاع	نسبة المشاة المعمرين (%)	سرعة الحركة الحرة للمشاة(m/sec)
القطاع الأول	15.21	1.34
القطاع الثاني	13.05	1.34
القطاع الثالث	23.8	1

الخطوة الثانية: تعتمد المساحة الوسطية لكل شخص على العرض الفعال للرصيف، ومعدل غزارة المشاة والسرعة والمساحة الوسطيتين للمشاة، كالتالي:

يُحسَب معدل غزارة المشاة من العلاقة التالية: $v_p = \frac{v_{ped}}{60W_E}$ (p/m/min)

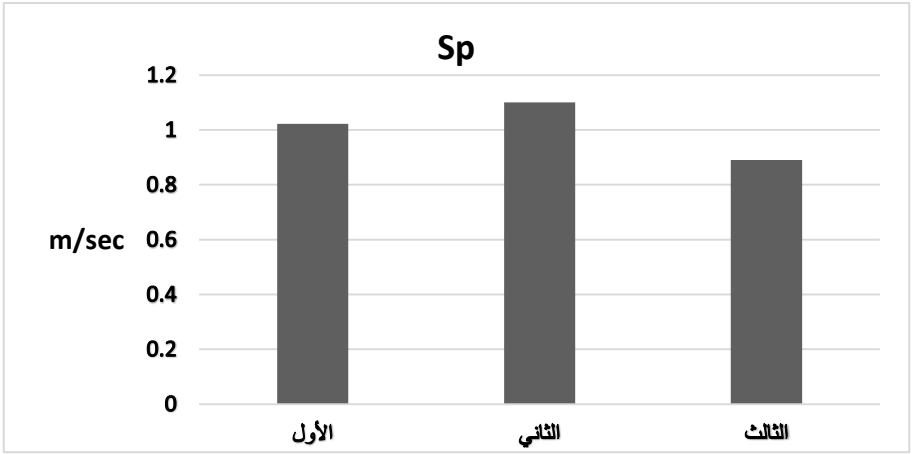
حيث: v_{ped}:معدل غزارة المشاة للرصيف المدروس(الحركة في الاتجاهين) (p/h)

W_E :العرض الفعال للرصيف (m)، تُؤخَذ قيم العرض الفعال للرصيف من الجدول (3).

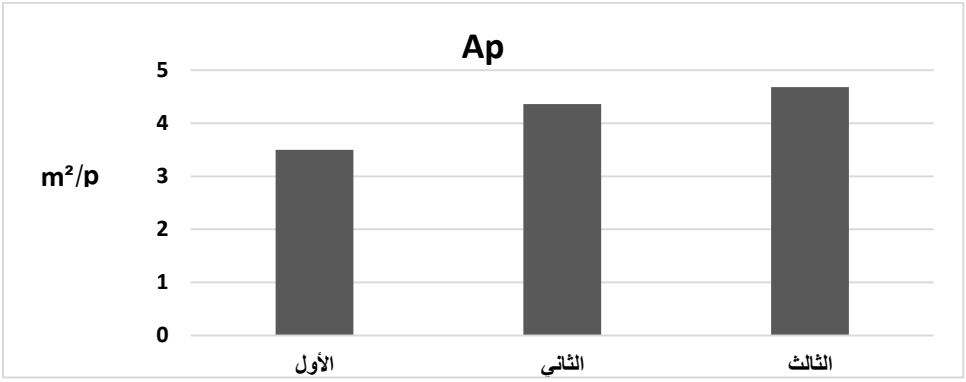
والسرعة الوسطية للمشاة من العلاقة التالية: $S_p = \left(1 - 0.00078v_p^2\right) * S_{pf} \geq 0.5 * S_{pf}$ (m/sec)

أما المساحة الوسطية$A_p = 60 * \frac{S_p}{v_p} (m^2/p)$

حصلنا على القيم التالية للقطاعات الثلاثة:



الشكل (11) السرعة الوسطية لحركة المشاة (m/sec)



الشكل (12) المساحة المخصصة للمشاة (m^2/p)

تُعطي قيم المساحة وصفاً نوعياً عن واقع الرصيف المخصص للمشاة، وفق الجدول التالي:

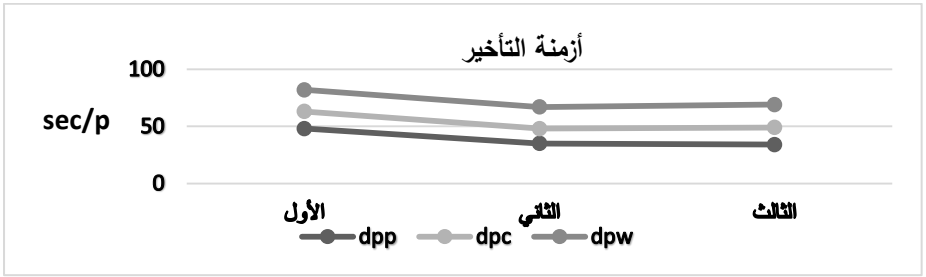
الجدول (5) وصف نوعي للمساحة المخصصة للمشاة

الوصف	مساحة المشاة m^2/p	
	تدفق منظم	تدفق عشوائي
القدرة على السير في المسار المطلوب دون الحاجة لتغيير الاتجاه.	>49.24	>5.57
الحاجة لتعريض المسار تجنباً للتصادمات.	>8.36-49.24	>3.72-5.57
حاجة ملحة لضبط المسار تجنباً للتصادمات.	>3.71-8.36	>2.23-3.72
السرعة و المقدرة على تجاوز المشاة مقيدة.	>2.14-3.71	>1.4-2.23
السرعة مقيدة والمقدرة لتجاوز المشاة مقيدة جداً.	>1-2.14	>0.74-1.4
السرعة مقيدة جداً ويوجد تصادم متكرر مع المشاة الآخرين.	≤1	≤0.74

المصدر: HCM2010.

نلاحظ من قيم المساحة للقطاعات الثلاثة وجود حاجة لتعريض المسار تجنباً للتصادمات.

الخطوة الثالثة: تحديد تأخير المشاة على التقاطع، تم حساب أزمنة التأخير للمشاة عن طريق قياس الزمن المستغرق حقلياً في انتظار الثغرات لعبور الطريق، والسير بين العوائق الموجودة على الرصيف.



الشكل (13) أزمنة تأخير المشاة (sec/p)

d_{pp}: زمن تأخير المشاة في مسار مواز لمحور القطاع.

d_{pc}: زمن تأخير المشاة الذين يعبرون عبر أقرب تقاطع منظم.

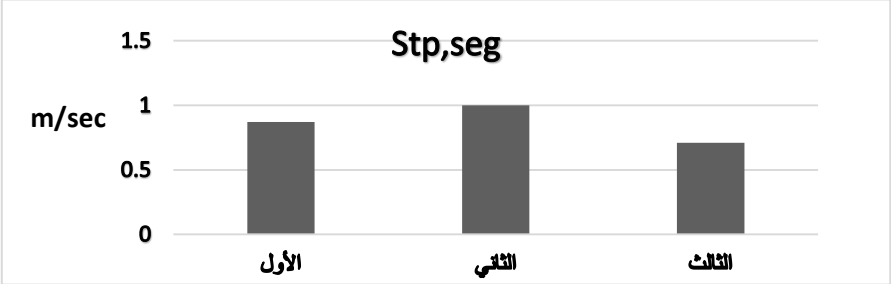
d_{pw}: زمن تأخير المشاة الذين يعبرون عبر معبر غير منظم.

الخطوة الرابعة: تحديد سرعة رحلة المشاة، تمثل هذه السرعة على طول القطاع آخذة بعين الاعتبار التأخير الناجم عن السير بمسار مواز لمحور القطاع والسرعة الوسطية للمشاة، تُحسَب من العلاقة التالية:

$$S_{Tp,seg} = \frac{L}{\frac{L}{S_p}+d_{pp}}(\text{m/sec})$$

حيث:L : طول القطاع (m)

عموماً تعتبر السرعة الأفضل1.2 m/sec الأسوأ 0.6 m/sec ،تم الحصول على نتائج سرعة رحلة المشاة وتبين أن قيم السرعة سيئة، وفق التالي:



الشكل (14) سرعة الرحلة للمشاة عبر القطاع (m/s)

الخطوة الخامسة: تحديد مستوى الخدمة للمشاة على التقاطع المجاور للوصلة وفق منهجية HCM2010 الخاصة بالتقاطعات المنظمة بإشارة ضوئية، في حال وجود تقاطع منظم بإشارة قف تكون القيمة صفر.

الجدول(6) نتيجة مستوى الخدمة للتقاطع المجاور لحدود القطاع

رقم القطاع	قيمة مستوى الخدمة للمشاة على التقاطع $I_{p,int}$	ملاحظة
القطاع الأول	0	لا يوجد على حدود القطاع تقاطع منظم
القطاع الثاني	3.7	يوجد تقاطع منظم بإشارة ضوئية على حدود القطاعين وحصلنا على القيمة وفق منهجية HCM2010 الخاصة بالتقاطعات الضوئية
القطاع الثالث	3.7	

الخطوة السادسة: تحديد مستوى الخدمة للمشاة على الوصلة link. تعتمد هذه القيمة على المقطع العرضي للرصيف، ومعدل غزارة العربات، وسرعتها، بالإضافة للنسبة المشغولة من الطريق بمواقف السيارات.

$$I_{p,link} = 6.0468 + F_w + F_v + F_s$$

$I_{p,link}$: علامة مستوى الخدمة للوصلة.

F_w: معامل تصحيح المقطع العرضي (ترتبط قيمته بعرض الرصيف ونسبة الإشغال من الشارع بوقوف العربات)، يُحسَب من العلاقة التالية:

$$F_w = -1.2276 * \ln(W_v + 0.5W_1 + 50P_{pk} + W_{buf} * f_b + W_{aA} * f_{sw})$$

W_v: العرض الفعال الإجمالي لخط الحارة الخارجية (m).

W_1: العرض الفعال لحارة الدراجات مع الأكتاف (m).

P_{pk}: النسبة المشغولة على الشارع بمواقف السيارات.

W_{buf}: عرض المنطقة بين الطريق والرصيف الجانبي(m).

f_b: معامل المساحة للمنطقة =5.37 من أجل حاجز مستمر بارتفاع على الأقل 0.9 m يتوضع بين الرصيف الجانبي والطرف الخارجي للطريق، وتؤخذ القيمة 1 خلاف ذلك.

W_{aA}: العرض المصحح للرصيف الجانبي $(\min(W_A, 10))$ (m).

W_A: عرض الرصيف الجانبي (0 في حال عدم وجود الرصيف)، و $W_T - W_{buf}$ (في حال وجود الرصيف).

f_{sw}: معامل عرض الرصيف الجانبي$(6 - 0.3W_{aA})$.

F_v:معامل تصحيح غزارة العربات (ترتبط قيمته بمعدل غزارة العربات)، يُحسَب من:

$$F_v = 0.0091 * \frac{v_m}{4 * N_{th}}$$

v_m: معدل غزارة العربات في الجهة الأقرب للرصيف الجانبي المدروس (veh/h).

N_{th}: عدد حارات الحركة المستقيمة من جهة الحركة المدروسة.

F_s: معامل تصحيح سرعة العربات(ترتبط قيمته بسرعة العربات الحقلية)، يُحسَب من:

$$F_s = 4 * \left(\frac{S_R}{100}\right)^2$$

يوضح الجدول التالي قيم علامة مستوى خدمة الوصلة التي حصلنا عليها بتطبيق العلاقات السابقة:

الجدول(7) قيم علامة مستوى الخدمة للوصلة

$I_{p,link}$	F_s	S_R (mile/h)	F_v	v_m (veh/h)	F_w	W_{aA} (m)	P_{pk} (%)	رقم القطاع
1.95	0.0961	15.5	0.51	680	−4.46	3	0	1
1.5	0.0961	15.5	0.26	343	−4.9	3	25	2
1.53	0.0961	15.5	0.29	393	−4.9	3	25	3

الخطوة السابعة: تحديد مستوى الخدمة للمشاة على الوصلة، تعتمد على القيمة من الخطوة السابقة، والمساحة الوسطية المخصصة للمشاة.

الخطوة الثامنة: تحديد معامل صعوبة عبور الطريق(F_{cd})، من العلاقة التالية:

$$F_{cd} = 1 + \frac{0.1 * d_{px} - (0.318I_{p,link} + 0.22I_{p,int} + 1.606)}{7.5}$$

يُعبِر هذا المعامل عن الصعوبة الناتجة عن قطع الطريق نتيجة العوائق الموجودة في مسار المشاة، ويرتبط المعامل بالتأخير الناتج عن العبور(d_{px})، وبوجود ممرات وتقاطعات منظمة على حدود القطاع ، تتراوح قيمته [0.8−1.2].

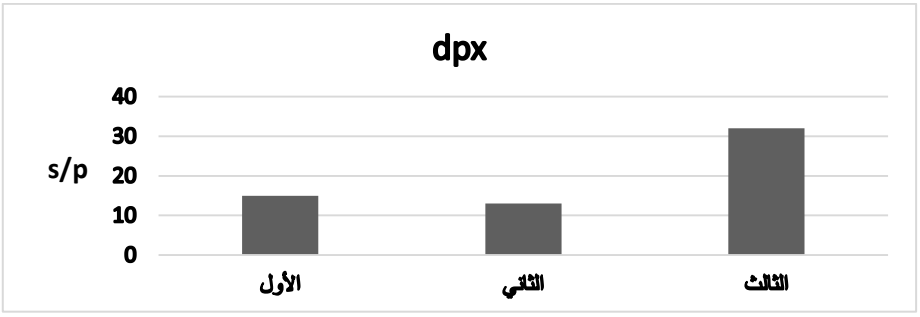
يُحسَب زمن التأخير الناجم عن العبور من $d_{px} = \min(d_{pd}, 60)$ (s/p)

حيث: $d_{pd} = \frac{D_d}{S_p} + d_{pc}$ ، D_d مسافة التحويل إلى أقرب معبر منظم(m)، وتم قياسها حقلياً.

الجدول(8)قيم مسافة التحويل وزمن التأخير الناجم عن العبور

d_{px}	d_{pd}	D_d	رقم القطاع
15	15	0	1
13	13	0	2
32	32	15	3

يبين المخطط التالي قيم زمن التأخير الناجم عن العبور:



الشكل (15) زمن التأخير الناجم عن العبور (s/p)

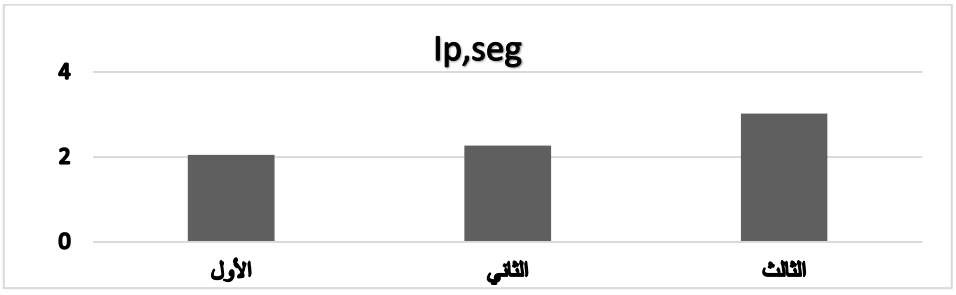
وتم الحصول على قيم معامل صعوبة عبور الطريق:

الجدول(9) قيم معامل صعوبة عبور الطريق

رقم القطاع	معامل صعوبة عبور الطريق F_{cd}
القطاع الأول	0.9
القطاع الثاني	0.787
القطاع الثالث	1.04

الخطوة التاسعة: تحديد نتيجة مستوى الخدمة للمشاة على القطاع، نحصل على النتيجة من العلاقة التالية:

$$I_{p,seg} = F_{cd} * \left(0.318 I_{p,link} + 0.22 I_{p,int} + 1.606\right)$$



الشكل (16) نتيجة مستوى الخدمة للمشاة على القطاع

الخطوة العاشرة: تحديد مستوى الخدمة للقطاع، نحصل على قيمة مستوى الخدمة اعتماداً على قيم $I_{p,seg}, A_p$. نتيجة مستوى خدمة المشاة في الجدول التالي هي قيم $I_{p,seg}$ التي حصلنا عليها من الخطوة التاسعة، والقيم الأخرى في الجدول هي المساحة المتوفرة للمشاةA_p التي حصلنا عليها من الخطوة الثانية.

الجدول (10) تحديد مستوى الخدمة حسب المساحة المتوفرة ونتيجة مستوى خدمة المشاة في حال وجود رصيف

نتيجة مستوى خدمة المشاة	مستوى الخدمة حسب المساحة المتوفرة للمشاة (m^2/p)					
	>5.57	>3.72-5.57	>2.23-3.72	>1.4-2.23	>0.74-1.4	≤0.74
≤2	A	B	C	D	E	F
>2-2.75	B	B	C	D	E	F
>2.75-3.5	C	C	C	D	E	F
>3.5-4.25	D	D	D	D	E	F
>4.25-5	E	E	E	E	E	F
>5	F	F	F	F	F	F

المصدر: HCM2010.

بالاعتماد على الجدول السابق تم الحصول على نتائج مستوى الخدمة للقطاعات الثلاثة وفق الآتي:

الجدول (11) نتائج تقييم مستوى الخدمة

LOS	A_p	$I_{p,seg}$	رقم القطاع
C	3.5	2.05	1
B	4.36	2.27	2
C	4.68	3.02	3

تُبين النتائج السابقة مستوى الخدمة المقدم للمشاة جيد نسبياً، على الرغم من وجود تصادم بين المشاة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. من خلال تطبيق خطوات المنهجية السابقة على شارع المغرب العربي في مدينة اللاذقية، تبين أن نتائج تقييم مستوى خدمة أداء الأرصفة جيد نسبياً، ووجود تصادم بين المشاة، وذلك نتيجة لضيق المساحة المخصصة لحركتهم على الأرصفة مما يقلل من السرعة، وبالتالي وجود إعاقة في حركتهم.
2. عدم وجود معابر كافية لعبور المشاة بشكل آمن وسليم، أدى ذلك للقطع العشوائي للشارع من المشاة، منهم من يقف بجانب الرصيف منتظر العبور، وآخر يمشي بجانب الرصيف، أي عدم وجود التزام كاف بالقوانين المرورية نتج عنه زيادة في التأخير، وبالتالي تقليل مستوى الخدمة.
3. بينت نتائج المسح الميداني لمنطقة الدراسة خلال أشهر عديدة، وجود إشغالات عديدة على الأرصفة من قبل المحلات التجارية، إضافةً إلى العربات الجوالة، والعربات المتوقفة على الرصيف والمعابر بدلاً من وقوفها بالمواقف المعتادة، بالإضافة لوجود خلل في بناء الرصيف، كما أن زراعة أشجار غير مناسبة من حيث النوع وطريقة التوزع الجذري لها، ووجود حفر مختلفة نتيجة أعمال الهاتف وغيرها أثرت سلباً على الأرصفة، وعلى حركة المشاة وسرعتهم.
4. تحديد المعايير الخاصة بحركة المشاة في شوارع المدن السورية، من سرعة ومساحة وسطية، بالإضافة لمعرفة التحديات والمشاكل التي تواجه حركة المشاة.
5. تقييم حركة المشاة باستخدام HCM2010 لم يأخذ بعين الاعتبار التصميم الجيد للأرصفة، لم يطرح المواصفات الخاصة بالأرصفة بل اعتمد بالتقييم على معايير محددة منها عمر المشاة، جنسهم، المساحة المخصصة لهم.

التوصيات:

1. صيانة الرصيف وإعادة بنائه في بعض المواقع، ليناسب حركة المشاة وتقديم خدماته بالشكل الأفضل.

2. منع وجود الإشغالات على الرصيف، أو تنظيمها بحيث لا تؤثر على العرض الفعال للرصيف.

3. تنظيم وقوف العربات بجانب الرصيف، وتحديد مساحات إضافية لتكون مواقف للعربات، للحد من الوقوف العشوائي والغير قانوني للعربات على الأرصفة والمعابر.

4. تنظيم العبور العشوائي للطريق من قبل المشاة بوضع معابر نظامية لهم في بعض النقاط، ووضع قواعد صارمة لمنعه في بعض النقاط الخطرة، وتنظيم المعابر النظامية بشاخصات مرورية وطلاء طرقي.

References:

1- Highway Capacity Manual, chapter17, Urban street, Transportation Research Board of the National Academies, USA, 2010.

2- ALMASRE,I. *Evaluating The Infantry Facilities Passing Through The Aljamat area and Alsaraya intersection.*Emarefa.2012.

3- CHAGAS,D.M؛ RYAN,G؛ LINDSAY S,A؛ DAVIDR,R. *Pedestrian Counting Methods at Intersections.* eScholarship, 2007 , 4-8.

4- PERUMAL, V. *Study on Pedestrian Crossing behavior at Signalized intersections*. Journal of Traffic and Transportation Engineering India, 2, 2014.

5- ZHENGY, Y؛ ELEFTERIADOU, L؛ CHASE, T؛ SCHROEDER, B؛ SISIOPIKU, V. *Pedestrian Traffic Operations in Urban Networks. Elsevier B.V, 2016, 137-149.*

6- OSKARBSKI, J؛ GUMINSKA, L؛ MISZEWSKI, M؛ OSKARBSKA, I. *Analysis of Signalized Intersections in the Context of Pedestrian Traffic*. Elsevier.com, 2016.

7- CHEN, Y؛ He, Y؛ SUN, X. *Impact of Pedestrian Traffic on Saturation Rate of Protected Left-Turn at Urban Intersections*. Open Journal of Applied Sciences,2015.