

مواقف السيارات الذكية Smart parking

(١-١) مقدمة:

تعتبر مواقف السيارات أحد نماذج استعمالات الأراضي الأساسية في المدن، إذ يعتبر توفر المواقف أمراً أساسياً بالنسبة لمستخدمي السيارات وينطبق ذلك على كل من مناطق الأعمال والنشاطات التجارية، المناطق الصناعية، المناطق السكنية والمناطق الترفيهية.

تركزت مشاكل مواقف السيارات في كل أنواع المناطق والفعاليات التي تحوي تركيزاً للنشاطات البشرية، كمراكز المدن، مراكز التسوق الكبيرة، الملاعب، المشافي.

تعاني مراكز المدن من عدم القدرة على توفير المساحات الكافية لوقوف السيارات وذلك نتيجة للكثافة الكبيرة في حجم النشاطات البشرية، وبالتالي الحجم المرورية الكبيرة التي يتم جذبها إلى منطقة محدودة المساحة نسبياً بالمقارنة مع حجم النشاطات فيها .

من الضروري توفر المواقف في مراكز المدن لأنها تشكل عادة نهاية لرحلات العمل التي تلعب دوراً هاماً في عملية تخطيط النقل، ذلك لأنها تؤثر على الاقتصاد والمجتمع من خلال مشاكل الازدحام الناتج عنها وتلوث الهواء إضافة لكون رحلات العمل أكثر حساسية للكلفة ولبدائل النقل العام مقارنة مع مواقف أنواع الرحلات الأخرى.

لذلك تم إيلاء أهمية خاصة لمواقف السيارات في مراكز المدن في كثير من مدن العالم للبحث عن بدائل لتخفيف الاعتماد على السيارات الخاصة من جهة، والسيطرة على المشاكل المتزايدة لمواقف السيارات في المدن من جهة أخرى .

في المناطق السكنية يتم الاعتماد بشكل أساسي على مواقف السيارات المحاذية للأرصفة، وعلى الرغم من السعة الكبيرة التي تقدمها الطرق والشوارع لوقوف السيارات فإن هذا النمط لا يكفي لاحتواء كل السيارات بالأخص في المدن الكبيرة المزدهمة مع ازدياد معدلات ملكية السيارات واعتبارها وسيلة النقل الأساسية.

اتجه باحثو الدول المتقدمة للبحث عن حلول مبتكرة وذكية لتجنب مشاكل مواقف السيارات ومعالجتها حتى توصلوا إلى استخدام مواقف السيارات الذكية وهي أنظمة تقوم على استخدام التقنيات المتطورة لتوفير مواقف للسيارات وتحقيق الكفاءة في إدارتها.

(٢-١) أسباب مشكلة مواقف السيارات وآثارها السلبية:

١. زيادة معدل امتلاك السيارات الخاصة والاعتماد عليها في التنقل بدلاً من وسائل النقل العامة.
٢. قلة وغلاء أسعار الأراضي بمراكز المدن.
٣. سوء إدارة مواقف السيارات.
٤. عدم كفاية أنظمة النقل العام وتدني مستوى الخدمة.
٥. ضعف الرقابة وتتضمن تحويل مواقف السيارات إلى استعمالات أخرى (محال تجارية ومطاعم)، وبناء مباني ومنشآت بدون مواقف للسيارات.
٦. سوء التخطيط العمراني والتوزيع غير العادل لاستعمالات الأراضي.

(٣-١) الآثار السلبية الناجمة عن مشكلة مواقف السيارات: ينتج عن مشكلة المواقف مايلي:

١. عرقلة التدفق المروري وتشمل ازدياد الازدحام، وعرقلة حركة مرور السيارات والوقوف الممنوع من خلال اقتطاع جزء من الشارع بما يقلل من سعة الشوارع وتصريف السيارات مسبباً اختناق الحركة المرورية.
٢. زيادة الحوادث المرورية نتيجة الازدحام.
٣. أضرار اقتصادية وتشمل خسارة في الإنتاجية نتيجة التأخر عن العمل وزيادة استهلاك الوقود.
٤. زيادة معدلات تلوث الهواء.

(٤-١) مواقف السيارات الذكية Smart parking :

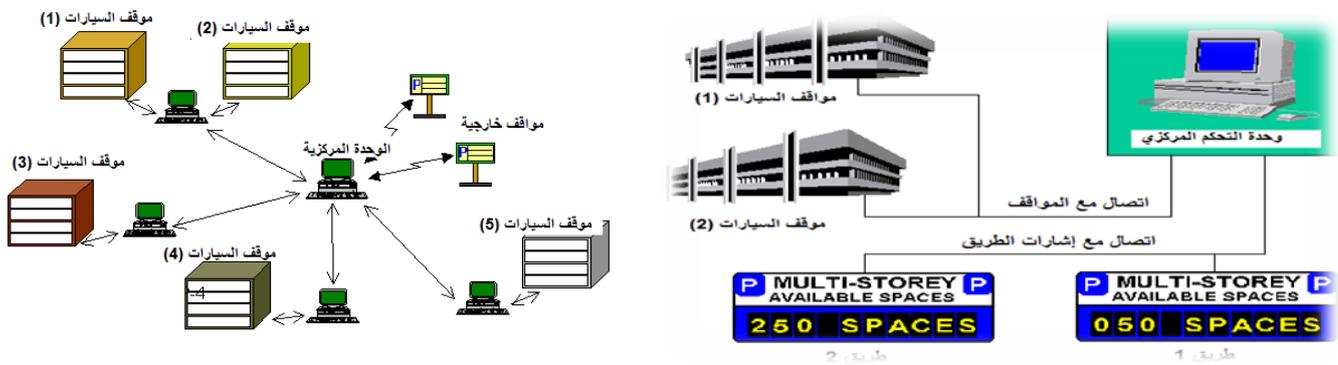
هي جزء من نظم النقل الذكية (ITS) Intelligent Transportation Systems، ويمكن تعريفها على أنها نظم تقوم على استخدام تقنيات متطورة مختلفة لتوفير مواقف السيارات ولتحقيق الكفاءة في إدارتها، تدير هذه النظم العمليات الداخلية لمرفق انتظار السيارات، ومختلف الجوانب المتعلقة بمرفق السيارات. تصنف أنظمة مواقف السيارات الذكية إلى ٥ أنظمة، ويتم مناقشة كل نظم من حيث المفهوم والملاح والمزايا وهذه الأنظمة هي:

(١-٤-١) نظم التوجيه والإعلام عن مواقف السيارات Parking guidance and information system (PGIS):

المفهوم العام: هو تقنية لإدارة مواقف السيارات، وعبارة عن نظم الكتروني أتوماتيكي يقدم معلومات محدثة لسائقي السيارات، تساعد على توجيههم إلى الأماكن والوحدات الخالية بمواقف انتظار السيارات.

ملاحح النظم: تطبق هذه النظم على نطاق منطقة بأكملها، وأيضاً داخل مواقف انتظار السيارات:

- نظم الـ PGIS على نطاق منطقة بأكملها، شكل(1): تساعد هذه النظم سائقي العربات القريبين من منطقة فيها مواقف للسيارات، في اتخاذ القرار بشأن اختيار الموقف المتاح والمناسب لكل منهم وذلك بأقل جهد وأقصر وقت وقبل الوصول بفترة مناسبة، عن طريق منحهم معلومات محدثة بشكل لحظي عن حالة الإشغال لمواقف الانتظار في جميع أنحاء المنطقة.
- نظم الـ PGIS داخل الموقف: يوفر معلومات تساعد سائقي العربات في اتخاذ القرار وتحديد الأماكن الخالية للانتظار داخل ساحة أو مبنى الانتظار.



شكل(1): ربط عدد من مواقف السيارات معاً والمتواجدة في نطاق واحد وفق نظم PGIS

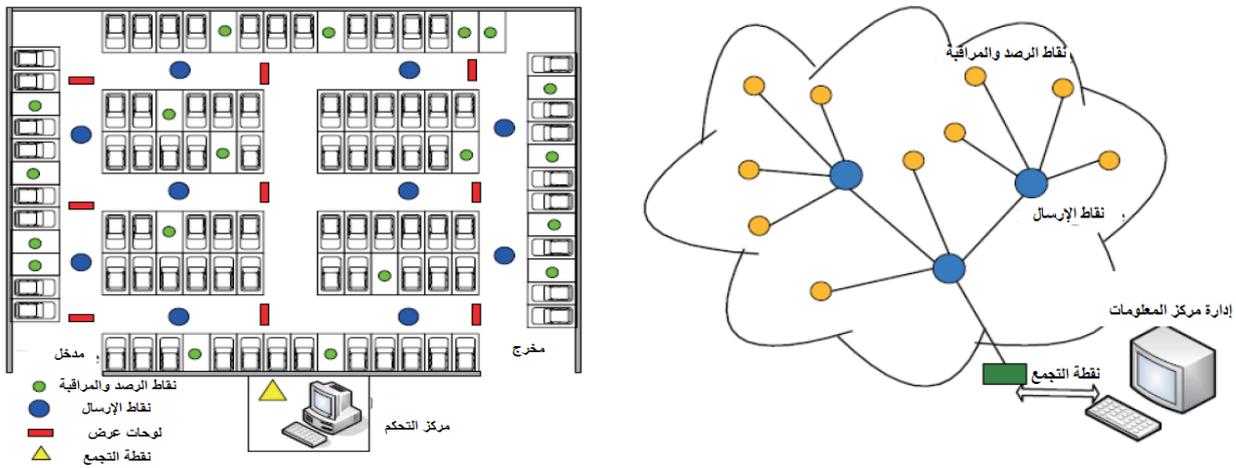
يتكون نظم PGIS من ٤ عناصر أساسية وهي:

- ❖ **تفتية جمع المعلومات Information gathering mechanism:** تقوم بجمع البيانات عن طريق شبكة استشعار Wireless sensor networks، تحتوي على ثلاثة أنواع من نقاط الاستشعار وهي نقاط الرصد Monitoring nodes ، نقاط الإرسال Routing nodes ، ونقطة التجمع Sink nodes ، تتعاون معاً لجمع المعلومات المتعلقة بالأماكن المشغولة والخالية بالموقف وإرسالها لمركز التحكم.
- **نقاط الرصد والمراقبة:** يتم تثبيتها عند بوابات الدخول والخروج للموقف وعند كل مكان مخصص للانتظار للكشف عن حالة إشغاله، ثم تقوم كافة النقاط بإرسال المعلومات لنقاط الإرسال، كما تستقبل الأوامر من مركز التحكم لتنفيذ بعض الإجراءات.
- **نقاط الإرسال:** يتم تثبيتها في منطقة الانتظار أيضاً، وتستقبل البيانات من نقاط المراقبة وتنقلها لنقطة التجمع. كما تنقل الأوامر من مركز المعلومات لكافة نقاط الرصد.

- **نقطة التجمع:** يتم تثبيتها في غرفة المراقبة، وهي تجمع المعلومات من نقاط الإرسال بمناطق الانتظار المختلفة وتوصلها إلى مركز المعلومات والإدارة، فهي بوابة مركز التحكم.

❖ **مركز التحكم أو مركز المعلومات والإدارة Information and management center:**

هو الجزء الرئيسي في نظم PGIS ، والمسؤول عن إدارة وصيانة النظم، يتم تثبيته في غرفة المراقبة، حيث يقوم المركز بعد استقبال المعلومات من شبكة الاستشعار- شكل (٢)- بحساب عدد الأماكن المشغولة والخالية اللازمة لانتظار السيارات، بالإضافة أنه يتحكم في بث وعرض المعلومات على شاشات العرض، ويقوم بتكرار تلك العملية كلما تم وقوف أو مغادرة سيارة لأحد الأماكن.



شكل (٢): يوضح التركيب البنوي لتقنية جمع المعلومات في نظم PGIS وعلاقته بمركز التحكم.

❖ **تقنيات نشر المعلومات Information disseminating mechanism:** تقوم بعرض كافة المعلومات

لإخبار سائقي العربات عن عدد الأماكن المتاحة بالمواقف أو بالأدوار المختلفة بالموقف، لمساعدتهم في اتخاذ القرار وتحديد وجهتهم في أقل وقت، ومن أهم تقنيات عرض المعلومات شكل (٣):

١. **لافتات الرسائل المتغيرة (Variable Message Signs (VMS):** يتم وضعها في مواقع مختلفة على الطرق الأساسية والفرعية وعلى مدخل موقف الانتظار.
٢. **شاشات العرض الرقمية Numeric Display Boards:** توضع داخل الموقف في مناطق الانتظار بكل دور من أدوار الموقف، وهي تحافظ على حركة المرور داخل الموقف.

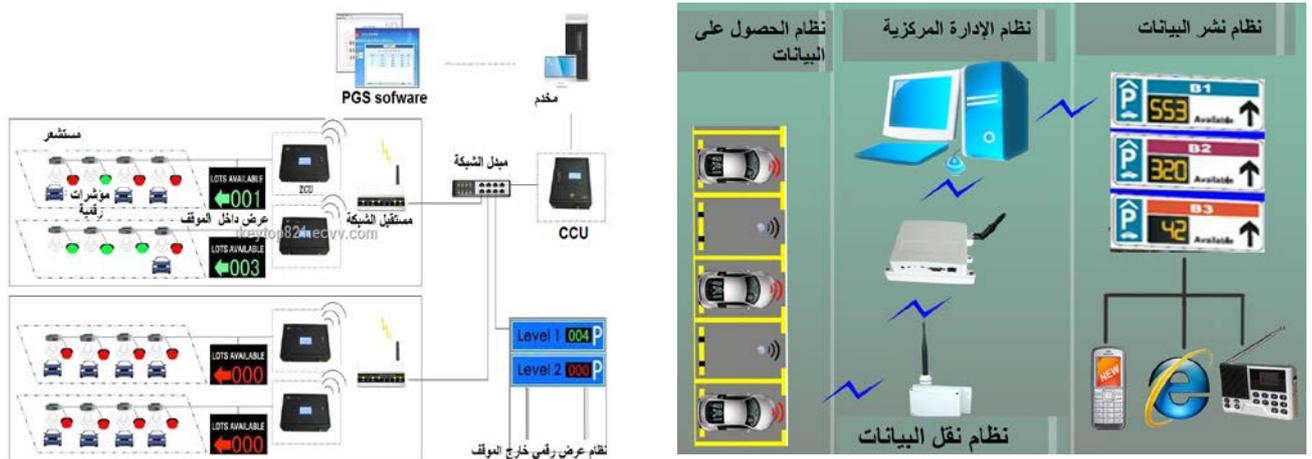


شكل(٣):تقنيات نشر المعلومات على الطرق المؤدية لموقف السيارات وعلى مدخله وبداخله

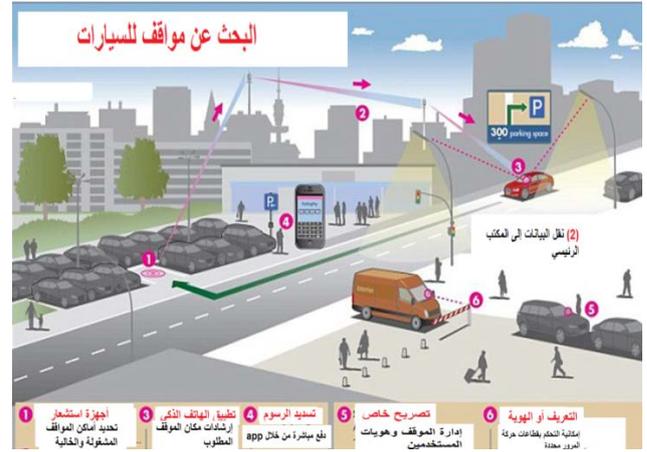
٣. الهواتف المحمولة: يتم استخدامها في التعرف على حالة مواقف العربات، وتعتمد على استخدام GPS (نظم تحديد المواقع عالمياً). حيث يقوم نظم الـPGIS بعد تحديد الموقع الحالي للسيارة عن طريق GPS بإرسال المعلومات الخاصة بحالة مواقف السيارات المجاورة للسيارة على الانترنت والهواتف المحمولة أو المساعد الرقمي الشخصي PDA.

يعرض النظم معلومات متعلقة بموقف سيارات "ممتلئ" أو تحديد عدد الأماكن المتاحة بالموقف، لإرشاد سائقي العربات للموقف المناسب والطابق المناسب وأخيراً إلى الأماكن المخصصة لانتظار السيارة.

❖ شبكات الاتصال عن بعد Telecommunication networks: تلعب شبكة الاتصالات دوراً هاماً في نظم الـPGIS حيث تسهل نقل المعلومات بين الوحدات الثلاثة الأخرى، وتعتمد تلك الشبكة على استخدام التكنولوجيا اللاسلكية في نقل البيانات.



شكل (٦): يوضح التركيب البنوي لنظم الـPGIS وعلاقة العناصر المكونة (الداخلية والخارجية) ببعضها.



شكل (٧): يوضح نظم الـ PGIS المستخدم في مواقف on-street parking، والمواقف على جانبي الطريق.



شكل (٨): يوضح مرافق الوقوف والركوب Park and ride.

يحقق نظم الـ PGIS العديد من المميزات التي يمكن تقسيمها وفق الجدول (١).

الجدول (١): يوضح النتائج المباشرة لنظم التوجيه والإعلام عن مواقف السيارات PGIS وما يترتب عليها من آثار إيجابية		
النتائج المباشرة	تحسين إدارة المواقف وجودة خدمة العملاء بها	- تسهيل الحصول على مكان خالي لانتظار السيارات. - زيادة الكفاءة التشغيلية لأماكن ومرافق انتظار السيارات.
	توفير الوقت والجهد	بتجنب المواقف المشغولة بالكامل، وتحديد الموقف الخالية.
الآثار الإيجابية الناجمة عن النتائج المباشرة	تحسين تدفق حركة المرور	- بتقليل عدد المركبات الواقفة بشكل غير قانوني على جانبي الطريق باستيعابها داخل الموقف. - تقليل حركة المرور المرتبطة بعملية البحث خارج وداخل الموقف.
	زيادة الأرباح الاقتصادية	- خفض الفاقد من استهلاك الوقود. - زيادة إيرادات مواقف السيارات نتيجة الاستغلال الأمثل لأماكن انتظار السيارات.

الحد من الاضرار البيئية والصحية	خفض الانبعاثات الناتجة عن السيارات في الهواء، بما يخفض معدلات التلوث والحد من المخاطر البيئية.
---------------------------------	--

(١-٤-٢) نظم الإعلام عن مواقف السيارات القائم على النقل Transit -based information system:

المفهوم العام: هو تقنية لإدارة مواقف السيارات، وهو عبارة عن نظم أدائه الوظيفي مشابه لنظم التوجيه والإعلام عن مواقف السيارات PGIS، ولكنه يوجه سائقي العربات إلى مرافق الوقوف والركوب Park and Ride lots. ملامح النظم:

- ❖ **مرافق Park and Ride:** هي مواقف للسيارات فيها وسائل نقل عامة، تقع في أو بالقرب من المدينة، وتشجع سائقي السيارات على ترك سياراتهم خارج المدينة أو بعيداً عن مركز المدينة مقابل تكاليف زهيدة أو بدون أي تكاليف، واستكمال رحلاتهم والتحرك بأي وسيلة من وسائل النقل العام إلى مراكز المدن شكل (٨).
- ❖ **تطبيق نظم إدارة المواقف الذكية القائم على النقل:** يعتمد على نظم الـ PGIS بشكل رئيسي، ولكنه يوفر معلومات دقيقة لحظية لسائقي السيارات المسافرين يومياً عن عدد الأماكن الخالية بمرافق Park and Ride في محطات النقل، وعن موعد رحيل كل وسيلة نقل، وعن أحوال حركة المرور بالطرق في اتجاه حركة النقل مثل الحوادث والتأخيرات على الطريق.
- يتم عرض تلك المعلومات على اللافتات على طول الطرق الشريانية المؤدية إلى تلك المرافق، لتمكن سائقي السيارات من اتخاذ القرار المناسب وتخطيط كيفية التنقل قبل الخوض في أي ارتباكات، وفي حالة قرروا قيادة السيارة لمركز المدينة يتم توجيههم للمواقف الموجودة بمساعدة لافتات نظم الـ PGIS.
- ❖ **مرافق Park and Ride:** هي امتداد لمواقف السيارات الموجودة في منطقة مركز المدينة، والغاية منها تحويل الطلب على مواقف السيارات من مركز المدينة لمواقع أبعد، ولمعالجة سوء استخدام مساحات الأراضي ذات الأسعار المرتفعة في تلك المناطق والتي تتخذ كمواقف للسيارات بما يقلل من كثافة الأنشطة بها.
- تصنف المواقع البعيدة التي تقام فيها مواقف Park and Ride طبقاً لقربها من المنطقة المركزية للمدينة إلى ثلاثة مواقع:
- **المرافق المحيطة Peripheral Lots:** تقع على حافة منطقة مركز المدينة Central Business District (CBD)، تستخدم لإبقاء السيارات الخاصة بعيداً عن الازدحام بوسط المدينة، وتوفير الوصول إلى مركز المدينة بواسطة النقل العام.

▪ مرافق الضواحي Suburban Lots: تقع خارج منطقة مراكز المدن وغالباً في أطراف المدن أو في المناطق الريفية خارج النطاق العمراني على بعد ١٥-٢٠ ميل من CBD، وتستخدم من قبل سكان الضواحي للتسوق أو للعمل في وسط المدينة. ومن أهم أسباب استخدامها هو تركز مناطق العمل على طول خطوط النقل أو الطرق الرئيسية التي يخدمها المرفق.

▪ المرافق البعيدة والنائية Remote Lots: خصائصها مماثلة لمرافق الضواحي، وتقع ضمن إطار المناطق الريفية وتبعد من ٤٠-٨٠ ميلاً عن مركز المدينة.

لتحقيق النجاح في تنفيذ النظم يجب اختيار الموقع الذي يحقق أقصر انتقال والأداء الوظيفي الأفضل، لذلك يجب تحقيق التصميم المناسب لكل موقع بحيث يوفر سهولة الوصول والأمان وتوافر خدمة النقل، وتوفير وسائل الراحة لمستخدمي المرفق.

مزايا النظم: وفقاً لما تم توضيحه عن نظم الإعلام عن المواقع القائمة على التنقل، لوحظ إنه يحقق العديد من المميزات التي تقسم إلى جدول (٢).

الجدول (٢) : يوضح النتائج المباشرة لنظم الإعلام عن مواقف السيارات القائمة على النقل وما يترتب عليها من آثار إيجابية		
النتائج المباشرة	تحسين إدارة المواقف وجودة خدمة العملاء بها	- تسهيل الحصول على مكان خالي لانتظار السيارات - زيادة الكفاءة التشغيلية لأماكن ومرافق انتظار السيارات
	الحد من معدل استخدام السيارة	- توفير مواقف السيارات في محطات النقل، سواء المرافق المحيطة أو الحضرية الهامشية أو البعيدة النائية. - تحسين مستوى خدمة وسائل النقل العام، وزيادة معدل استخدامها بالمعلومات المقدمة على الطرق.
	توفير الوقت والجهد	الحد من عملية البحث عن المواقف وأماكن الانتظار بالمنطقة المركزية.
الآثار الإيجابية الناجمة عن النتائج المباشرة	تحسين تدفق حركة المرور	- بتقليل عدد المركبات الواقفة بشكل غير قانوني على جانبي الطريق بتركها في مواقف محطات النقل. - تقليل حركة المرور المرتبطة بالتنقل بالسيارة وبعملية البحث خارج وداخل الموقف.
	زيادة الأرباح الاقتصادية	- خفض استهلاك الوقود. - زيادة إيرادات عائدات النقل، ومواقف السيارات بمحطات النقل.

<p>- زيادة الكفاءة الإنتاجية للأفراد بسبب الحد من تأخرهم عن العمل بالحد من استنفاد طاقته في عملية التنقل بالسيارة وعملية البحث، مما يؤثر على تحسين الاقتصاد.</p>		
<p>خفض الانبعاثات الناتجة عن السيارات في الهواء، بما يخفض معدلات التلوث والحد من المخاطر البيئية</p>	<p>الحد من الاضرار البيئية والصحية</p>	

(١-٤-٣) نظم دفع الرسوم الذكية بمواقف السيارات Smart payment systems:

المفهوم العام: تقنية لإدارة عملية تسديد رسوم مواقف السيارات، وهو عبارة عن أنظمة تعتمد على استخدام التقنيات الالكترونية لتسديد رسوم المواقف (EPSs) Electronic Payment Systems وحل مشاكل الدفع النقدي.

ملاحح النظم: تعتمد تقنيات التسديد الالكتروني EPSs لجمع إيرادات مواقف السيارات على عملية الدفع عن بعد Remote payments، وتشمل تقنيات التسديد استخدام البطاقات card أو شرائح استقبال الترددات اللاسلكية Transponders، والتي يحملها المستخدم وتتواصل مع أجهزة خاصة بالموقف لإجراء عملية الدفع بشكل تلقائي، سواء بعد كل استخدام للموقف أو حتى مرة واحدة في الشهر. وتطبق تقنيات التسديد الالكترونية بمواقف السيارات في العديد من دول العالم، وأكثرها شيوعاً شكل (٩).

❖ **بطاقات الدفع Payment Cards:** هي بطاقات بلاستيكية تسمح بحمل المال بشكل الكتروني، يقوم سائق السيارة باستخدامها عند كل من حاجز الدخول والخروج للموقف، وهي تقنية آمنة للغاية وغير مكلفة. وتصنف بطاقات الدفع إلى فئتين:

▪ **بطاقات التلامس Contact Cards:** هي بطاقات يتم ملامستها مع قارئ البطاقات Card Reader فيقوم بقراءتها عن طريق تلامس شريحة المعالج المدمجة بالبطاقة والتي تحتوي على المعلومات الالكترونية مع جزء خاص بالقارئ، لنقل البيانات الخاصة بحساب العميل لنظام الإدارة المركزية واحتساب الرسوم وإجراء عمليات تسديد الرسوم.

▪ **بطاقات عدم التلامس Contactless Cards:** هي بطاقات مخصصة لعمليات تسديد الرسوم من خلال تقريب البطاقة والتلويح بها أمام قارئ البطاقات بالمواقف، فيتم نقل بيانات المستخدم واحتساب الرسوم وإجراء عملية تسديد الرسوم بالإشارات اللاسلكية.

تقبل كل من تقنية التلامس وعدم التلامس استخدام أنواع مختلفة للبطاقات كبطاقات الائتمان Credit Cards، وبطاقات السحب الآلي Debit Cards، والبطاقات الذكية Smart Cards (هي بطاقة بحجم بطاقة الائتمان

تحتوي شريحة المعالج على المعلومات الشخصية، والحساب المالي للمستخدم بصورة مشفرة ومحمية بكلمة مرور لضمان الأمن ويتم إعادة شحنها.

❖ **بطاقات الـ RFID Tags RFID:** تطبق تكنولوجيا الـ RFID في مواقف السيارات لتحديد هوية السيارات بشكل تلقائي (Automated Vehicle Identification (AVI) وجمع رسوم وقوف السيارات بدون الحاجة لإيقاف السيارات ودفع مبالغ نقدية في كل مرة.

❖ **الأجهزة المحمولة Mobile Devices:** هي وسيلة لدفع رسوم مواقف السيارات، وتتم عملية الدفع باستخدام الأجهزة المحمولة (الهواتف الذكية أو الأجهزة اللوحية المحمولة Tablets) إما عن قرب Proximity payments أو عن بعد Remote payments.

تتم عملية الدفع عن بعد Remote payments: عن طريق الاتصال بالإنترنت بمتصفح WAP browser أو عن طريق تطبيقات الهاتف المحمول أو خدمة الرسائل القصيرة SMS، حيث يتم إعداد الفاتورة وإرسالها لمستخدم الموقع، ومن ثم تجري عملية تسديد الرسوم بإدخال بيانات الدفع وتحويل الرسوم أو تأكيدها عبر الأجهزة المحمولة وذلك باستخدام أنظمة بطاقات الدفع أو تحويل الائتمان أو الحسم المباشر من الخدمات المصرفية على الإنترنت.

عملية الدفع عن قرب Proximity payments: تتم عند حاجز الخروج بالموقف وتعتمد على استخدام تكنولوجيا الاتصال عن قرب (Near Field Communication (NFC)، وفيها تزود الأجهزة المحمولة برقائق NFC chips تمكن استخدام الهاتف كمحفظة إلكترونية، والتي يتم التعرف عليها من خلال قارئ NFC Reader والذي يعمل بنظام الاتصال اللاسلكي قصير المدى (يصل لـ ١٠ سم).



شكل (٩): تسديد رسوم مواقف السيارات الإلكترونية

تتطلب جميع أنظمة تسديد الرسوم السابقة سواء بطاقات الدفع أو RFID Tags أو الأجهزة المحمولة عن قرب:
١. وجود حواجز عند بوابات الدخول والخروج تتحكم الأجهزة القارئة للنظم في فتحها وإغلاقها.

٢. وجود مركز للبيانات عن بعد فيه قاعدة للبيانات المركزية المتعلقة بوقوف السيارات لتسجيل البيانات المتعلقة بتاريخ وزمن الدخول والخروج وحساب الزمن المقضي بالمرفق و ثم حساب إجمالي الرسوم. تتم عملية التسديد وفق مايلي:
١. عند وصول السيارة لحاجز الدخول، يقوم Reader الخاص بقراءة البطاقات أو الأجهزة التي يحملها المستخدم لتحديد هويته وهوية السيارة.
٢. إنشاء سجل في قاعدة البيانات عن بعد لنقل وتخزين بيانات السيارة وتسجيل توقيت الدخول لها ووضع علامة توضح وجود السيارة داخل المرفق، و ثم يفتح حاجز الدخول للسيارة.
٣. أما عند وصول السيارة إلى حاجز الخروج، يتم تحديد هويتها وهوية المستخدم مرة أخرى من خلال القارئ بنفس طريقة الدخول، و يبدأ البحث داخل قاعدة البيانات عن السجل المرتبط بالسيارة واحتساب زمن الوقوف وإجمالي الرسوم بدقة، و ثم يفتح حاجز الخروج بعد سحب الرسوم وتجميعها في نهاية كل شهر (RFIDTags).

مزايا النظم: يحقق نظم تسديد الرسوم الذكية العديد من المميزات التي تقسم إلى الجدول (٣).

الجدول (٣): يوضح النتائج المباشرة لنظم الإعلام عن مواقف السيارات القائمة على النقل وما يترتب عليها من آثار إيجابية		
النتائج المباشرة	تحسين إدارة المواقف وجودة خدمة العملاء بها	- تقليص زمن الدخول والخروج بمواقف السيارات.
الآثار الإيجابية الناجمة عن النتائج المباشرة	توفير الوقت والجهد	- الحد من الإجراءات التقليدية لعملية الدخول والتسديد، فالمستخدمون يلمسوا أو يلوحوا ببطاقاتهم أو يقربوا أجهزتهم المحمولة أمام أجهزة الموقف. - الحد من عملية البحث عن الأماكن الخالية بالموقف، لأن مركز البيانات عن بعد لا يسمح بدخول السيارات عند نفاذ أماكن الانتظار.
	تحسين تدفق حركة المرور	- الحد من الازدحام والطوابير أمام حواجز الدخول والخروج لمرافق السيارات.
	زيادة الأرباح الاقتصادية	- زيادة إيرادات مواقف السيارات الناتجة عن تسديد الرسوم بشكل آمن وسريع.

<p>- خفض الفاقد من استهلاك الوقود في الدخول والخروج من الموقف.</p> <p>- توفير في تكاليف العمالة اللازمة للتشغيل ومراقبة المداخل والمخارج.</p> <p>- زيادة الكفاءة الإنتاجية للأفراد بسبب الحد من تأخرهم عن العمل.</p>		
<p>خفض الانبعاثات الناتجة عن السيارات في الهواء، بما يخفض معدلات التلوث والحد من المخاطر البيئية</p>	<p>الحد من الاضرار البيئية والصحية</p>	

(١-٤-٤) نظم مواقف السيارات الإلكترونية (E-parking (electronic parking):

المفهوم العام: هو تقنية لإدارة مواقف السيارات، تعمل باعتبارها خدمة الوسيط لمواقف العربات Parking Brokerage Service، وهي عبارة عن سوق الكتروني تفاعلي، يتيح إجراء حجز مكان لانتظار السيارة وتسديد الرسوم بالأنظمة الذكية، لأنها تركز على تطوير مفهوم التجارة الإلكترونية e-business.

ملاحح النظم:

❖ **E-parking:** يتيح لسائقي العربات الاستفسار عن الأماكن المتاحة بالمواقف وحجزها لضمان توفر مكان خالي عند الوصول، وتسديد الرسوم بنظم الدفع الذكية.

يتم إجراء كافة العمليات عبر وسائل الاتصال الإلكتروني المختلفة ومن أهمها:

- **شبكة الانترنت:** يقوم العميل بإنشاء حساب خاص على موقع على الانترنت خاص بمواقف العربات باستخدام جهاز الحاسب أو الجهاز المحمول ويحدد احتياجاته بموقف العربات.
- **الهاتف المحمول:** يتم استخدامه بعدة طرق إما بأن يقوم العميل بالاتصال بهاتف خاص بموقف العربات لإجراء الحجز أو عن طريق خدمة الرسائل القصيرة لتحديد متطلباته لوقوف العربات.

من خلال تلك الوسائل، يحصل المستخدم على إشغال مواقف السيارات، ويرسل طلب حجز لتحديد مكان الوقوف والمدة الزمنية للوقوف، كما يقوم بإضافة تفاصيل السيارة وتسجيل بيانات هويته الشخصية ومعلومات الدفع لتسديد رسوم الموقف، ويمكن إجراء الحجز مسبقاً بفترة كافية تصل إلى ساعتين.

❖ يمكن دمج نظم PGIS مع نظم E-parking فيعد استعراض حالة إشغال مواقف السيارات من خلال اللافتات على الطرق تتم عملية حجز مكان الانتظار، ويطبق نظم E-parking على مستوى موقف سيارات واحد أو عدة مواقف.

❖ يتكون نظام E-parking من ثلاثة عناصر تتضمن:

١. العملاء Users: هم سائقو العربات الذين يرسلون طلباتهم لإجراء عملية الحجز.

٢. نظم إدارة مواقف العربات الذكية Parking System : يتواصل مع العملاء في كافة المراحل كالحجز والإلغاء والدفع.

يحتوي هذا النظام على قاعدة بيانات لكافة المعلومات كحالة إشغال أماكن الانتظار وطلبات الحجز وبيانات العملاء وغيرها، ويقوم بتسجيل كافة الأحداث لإجراء التحليلات اللازمة، كما يحدد أسعار الوقوف وفقاً لمستوى الازدحام العرض والطلب ثم إذاعتها للعملاء (الأسعار ديناميكية لتحقيق أقصى عائدات للمواقف ولتحقيق توازن المصالح بين العملاء وموفري الخدمة).

٣. مشغل نظم موقف العربات Operator: وهو المسؤول عن إدارة أماكن وقوف العربات سواء لموقف واحد أو لعدة مواقف وتخصيصها للعملاء ويتواصل مع قاعدة بيانات النظم.

يقوم المشغل (Operator) بالتعامل مع العميل (request) إما برفض الطلب أو قبوله بإرسال رسالة بذلك، حيث يقوم بالتعرف على حالة إشغال أماكن الانتظار من قاعدة البيانات، واختيار المكان الملائم ثم إرسال رد للعميل يحتوي على معلومات الحجز ورقم مكان الانتظار وعرض سعر مكان الوقوف.

في بعض أنظمة E-parking تحدد هوية العميل والذي قام بالحجز عند وصوله للموقف، بإرسال كود خاص بدخول العميل للموقف من المعلومات السابق ذكرها. فعندما يتلقى العميل العرض يقيمه ويتخذ القرار بشأن قبوله أو رفضه، وفي حالة القبول يقوم بإرسال رد بتأكيد الحجز وبناءً عليه يتم حجز المكان للعميل ويتم تحديث معلومات حالة الإشغال تبعاً للحجز.

وأما في حالة الرفض، يقوم العميل بتكرار الحجز وإرسال طلب آخر ليحصل على اقتراح جديد (عندما يضم النظم عدة مواقف)، ويتم التعامل مع الطلب بتسلسل الخطوات المذكورة سابقاً وتسمى تلك العملية عملية التفاوض الآلي Automated Negotiation.

٤. بالإضافة لدمج تقنيات مختلفة في طرق الحجز، يتم دمج العديد من التقنيات لضمان حجز المكان ومنع سائقي العربات غير المصرح لهم بدخول الأماكن التي تم حجزها، من خلال استخدام حواجز قابلة للطي أو

قوائم تبرز من أسفل مكان الانتظار أو استخدام نظام ضوئي، مدمج بكل منها وحدات التحكم التي تسمح بوقوف العربة بعد التعرف على هويتها.

كما يتم دمج العديد من التقنيات لتحديد سيارات العملاء الذين قاموا بالحجز عند وصولهم للموقف، وتتضمن فحص كود تأكيد الوصول الذي تم إرساله للعميل، أو عن طريق تقنية البلوتوث والاتصال اللاسلكي التي تتيح للعميل التفاعل مع أجهزة الموقف فتنقل المعلومات للنظم لتمييز تلك السيارات، ومن ثم يصل العميل لمكان الوقوف المحجوز.

وبالإضافة لكافة التقنيات السابقة لتنفيذ التفاصيل المختلفة لنظم E-parking، يتم أيضاً دمج الأنظمة المختلفة للدفع الذكي كبطاقات الدفع المختلفة m-payment و... غيرها من أساليب الدفع الإلكتروني المذكورة سابقاً والتي توفر اختيارات مرنة للدفع لإجراء الخطوة الأخيرة لـ E-parking .

مزايا النظم: وفقاً لما تم توضيحه عن مفهوم وملامح نظم مواقف السيارات الإلكترونية، لوحظ إنها تحقق العديد من المميزات التي تقسم إلى: جدول (٤)

الجدول (٤): يوضح النتائج المباشرة لنظم مواقف السيارات الإلكترونية وما يترتب عليها من آثار إيجابية		
النتائج المباشرة	تحسين إدارة المواقف وجودة خدمة العملاء بها	- تسهيل الحصول على مكان خالي لوقوف السيارات. - زيادة الكفاءة التشغيلية لأماكن ومرافق انتظار السيارات. - تقليص زمن الدخول بتسجيل بيانات المستخدم خلال عملية الحجز، وتقليص زمن الخروج باستخدام التسديد الإلكتروني، حيث يسمح لسائقي العربة عدم فتح النافذة لأخذ تذكرة أو إعداد النقدية لدفع الرسوم، وبالتالي كفاءة عملية الدخول والخروج.
الآثار الإيجابية الناجمة عن	توفير الوقت والجهد	- بتجنب المواقف المشغولة بالكامل، التي يتم التعرف على حالتها أثناء الحجز. - الحد من عملية البحث عن الأماكن الخالية بالموقف. - الحد من الإجراءات التقليدية لعملية الدخول والتسديد.
النتائج المباشرة	تحسين تدفق حركة المرور	- بتقليل عدد المركبات الواقفة بشكل غير قانوني على جانبي الطريق باستيعابها داخل الموقف. - تقليل حركة المرور المرتبطة بعملية البحث خارج وداخل الموقف. - الحد من الازدحام أمام حواجز الدخول والخروج للموقف.

<p>- خفض الفاقد من استهلاك الوقود في عملية البحث وفي الدخول والخروج من الموقف.</p> <p>- زيادة إيرادات مواقف السيارات نتيجة الاستغلال الأمثل للمواقف، التحكم في سعر مكان الوقوف، دفع الرسوم آمن وسريع.</p>	<p>زيادة الأرباح الاقتصادية</p>	
<p>خفض الانبعاثات الناتجة عن السيارات في الهواء، بما يخفض معدلات التلوث والحد من المخاطر البيئية</p>	<p>الحد من الأضرار البيئية والصحية</p>	

(١-٤-٥) نظم مواقف السيارات الذكية Automated parking system:

المفهوم العام: هي هياكل لوقوف السيارات ذات نظم ميكانيكي يستخدم آلات وروبوتات، يتم التحكم فيها من خلال أجهزة الحاسب الآلي لإيقاف السيارات داخل المبنى واستردادها في أقصر وقت ممكن وبشكل آمن ومريح. وتلك الهياكل يتم تصميمها للحد من المساحة المخصصة لوقوف السيارات مع ضمان الحد الأقصى لعدد أماكن الانتظار.

ملامح النظم:

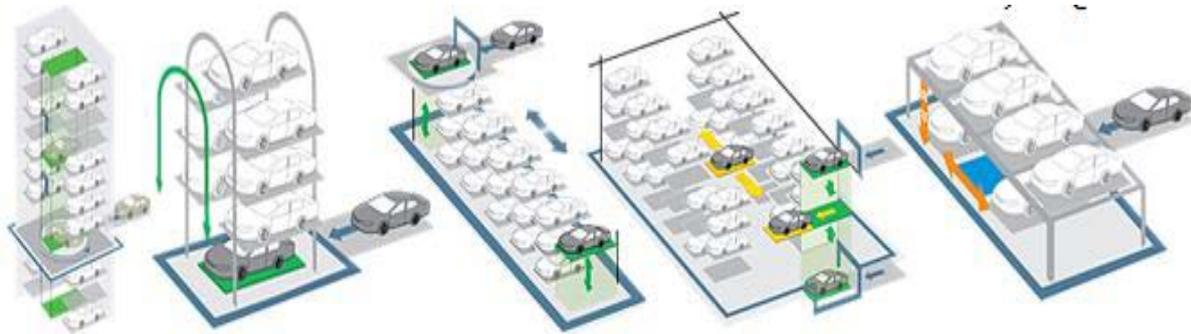
- ❖ يعتمد موقف السيارات الآلي في تصميمه على نظام الوحدات وهي المعيار الأساسي للتصميم. يتم إيقاف السيارات في تلك الوحدات بطريقة رأسية واحدة فوق الأخرى على مستويات متعددة، ويتم ترتيب تلك الوحدات الرأسية وتركيبهم معاً بعدة طرق مرنة ومتنوعة تؤدي إلى التنوع في تصميم تلك الهياكل، وفي طريقة الدخول والخروج، وفي كيفية تعاملها مع سطح الأرض فمنها ما يبني أعلى سطح الأرض أو أسفل سطح الأرض أو في هياكل مختلط بينهم شكل (١٠)، وذلك لضمان الإشغال الأمثل لأماكن الانتظار.
- ❖ واجهت مواقف السيارات الآلية خلال تطورها، ظهور العديد من تقنيات نقل السيارات ومنها الأسطح الدوارة Turntable، الأذرع الروبوتية Robotic arm، ألواح التحميل Platforms، والمصاعد lifts وغيرها من التقنيات. لذلك تنوعت المصطلحات المستخدمة لوصف أنظمة المواقف الآلية وتستخدم بشكل مترادف معها، ومنها على سبيل المثال، شكل (١١):

- نظم الروبوتيك Robotic Parking System
- نظم التكديس Stacker Parking System
- نظم الوحدات المتحركة Puzzle Parking System



شكل (١٠): طرق تطبيق المواقف الآلية (أعلى سطح الأرض / تحت سطح الأرض / هيكل مختلط بينهم).

ويتم التحكم ومراقبة تلك الأنظمة عبر الحاسب الآلي لضمان وضع السيارة واستردادها بشكل ناجح وآمن، وعرض حركة السيارات بشكل لحظي لضمان عدم توقف تشغيل المرفق، كما ويوفر الحاسب نظام للتشخيص والكشف المبكر عن أي أعطال ميكانيكية للتدخل السريع لحل أي مشاكل تحدث في النظم لزيادة كفاءته.



شكل (١١): يوضح التقنيات المستخدمة في نقل السيارات من وإلى وحدات الانتظار بالمواقف الآلية.

❖ بغض النظر عن التقنية المستخدمة في نقل السيارات، فإن عملية إيقافها واستردادها تحدث بنفس الكفاءة. وتبدأ عملية الإيقاف بوصول سائق السيارة لمرفق الانتظار الآلي وبعد التعرف على هويته من خلال أجهزة الكشف، يسمح له بالدخول إلى منطقة استقبال واسترداد السيارة وتسمى Bay، ثم يقوم العميل بإيقاف تشغيل السيارة، وغلقها والضغط على لوحة التحكم لبدء إيقافها داخل المرفق، فيقوم الكمبيوتر المركزي بتوجيه الآلات المتعددة المستويات ذات القدرة على الحركة الأفقية والرأسية للتحرك نحو السيارة وحملها من مستوى الوصول، والسير بها لوضعها في إحدى وحدات الانتظار. أما بالنسبة لعملية استعادة السيارة، تتم بإدخال العميل رقم الكود والرقم السري الخاص به في لوحة المفاتيح، فيقوم النظم بتحديد مكان السيارة وإرسال إشارة إلى الأجهزة لاستردادها ووضعها في المنطقة الرئيسية Bay مع توجيه مقدمتها باتجاه الشارع لسهولة الخروج، وبمجرد وصول السيارة يغادر العميل الموقف مباشرة.

مزايا النظم: وفقاً لما تم توضيحه عن مفهوم وملاحم نظم مواقف السيارات الآلية، لوحظ إنه يحقق العديد من المميزات التي تقسم إلى الجدول (٥)، وكافة المزايا تجعل نظم المواقف الآلية ناجح في قلب المناطق المزدهمة ومراكز ووسط المدن، التي يعاني من نقص المساحات المخصصة لمواقف السيارات.

الجدول (٥): يوضح النتائج المباشرة لنظم مواقف السيارات الآلية وما يترتب عليها من آثار إيجابية		
النتائج المباشرة	توفير في مساحة الأرض المطلوبة لبناء المواقف	<ul style="list-style-type: none"> - الاستفادة القصوى من المساحة الأفقية للمرفق، بإلغاء الطرقات والمنحدرات اللازمة لسير السيارات والمساحات المطلوبة حتى يتم إيقافها ويتضاعف عدد أماكن الانتظار في نفس المساحة، أو استخدام نفس سعة الموقف مع خفض المساحة بنسبة كبيرة قد تصل إلى النصف. - الاستفادة من المساحة الرأسية بدلاً من المساحة الأفقية المحدودة، ففي نظم المواقف الدوارة Rotary Parking يتم استغلال أصغر المساحات (تكفي لسيارتين) المجاورة للمنشآت الخدمية القائمة، لإيقاف أعداد مضاعفة من السيارات. شكل (١٠) - استغلال فراغ باطن الأرض في إنشاء المرافق الآلية متعددة المستويات سواء أسفل الحدائق أو أسفل الشوارع أو على جانبي الطريق (تسمح بإيقاف ضعف أو ثلاثة أضعاف العدد). شكل (١٣) لاستغلال الفراغ السطحي كمناطق خضراء أو في إقامة مباني أخرى.
كفاءة إدارة المواقف وجودة خدمة العملاء بها.		<ul style="list-style-type: none"> - تسهيل الحصول على مكان خالي لانتظار السيارات. - تقليص زمن الدخول والخروج بمواقف السيارات، بتوفير عدة مداخل للتعامل مع العديد من السيارات في وقت واحد وتسهيل عملية دخول وخروج العملاء من المواقف. - الاستغلال الأمثل لأماكن وقوف السيارات فالتحكم الآلي يتيح رص وتخزين السيارات.
توفير الوقت والجهد		<ul style="list-style-type: none"> - القضاء على عملية البحث عن الأماكن الخالية بالموقف باستخدام الآلات في إيقاف واسترجاع السيارات بأقصر وقت.

<ul style="list-style-type: none"> - تقليل حركة المرور المرتبطة بعملية البحث خارج وداخل الموقف. - تضاعف عدد أماكن الانتظار بالمرفق وبالتالي استيعاب عدد المركبات الواقفة بشكل غير قانوني على جانبي الطريق داخله. 	<p>تحسين تدفق حركة المرور</p>	<p>الآثار الإيجابية الناجمة عن النتائج المباشرة</p>
<ul style="list-style-type: none"> - تخفيض الفاقد من استهلاك الوقود في عملية البحث. - زيادة إيرادات المواقف الناتجة عن تضاعف عدد أماكن الانتظار والاستغلال الأمثل لها. - توفر عائد ومصدر للدخل من خلال استغلال وتوظيف واجهاته كمساحة إعلانية، بتهيئة شاشات الإعلانات عليها والتي تدر عائداً أيضاً على الاستثمار. - انخفاض تكاليف العمالة اللازمة للتشغيل ومراقبة المكان. - توفير في تكاليف عمالة البناء حيث يستغرق بناؤها أقصر وقت. - توفير في تكاليف البناء، حيث تتطلب أقل مساحة من الأرض وأقل حجم للمبنى. - زيادة الكفاءة الإنتاجية للأفراد بسبب الحد من تأخرهم عن العمل بالحد من استنفاد طاقتهم في عملية البحث مما يؤثر على تحسين الاقتصاد. 	<p>زيادة الأرباح الاقتصادية</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - خفض الانبعاثات الناتجة عن السيارات في الهواء، بما يخفض معدلات التلوث والحد من المخاطر البيئية 	<p>الحد من الأضرار البيئية والصحية</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - توفر الأمن والسلامة للأشخاص حيث يقلل من خطر الحوادث والإصابة الشخصية. 		<p>مميزات إضافية</p>



شكل (١٣): استغلال المساحات المجاورة للمنشآت الخدمية لإنشاء مواقف سيارات طباقية.



مواقف السيارات الآلية متعددة الطوابق على جانبي الطريق



مواقف السيارات الآلية متعددة الطوابق أسفل باطن الأرض

شكل (١٤): مواقف السيارات متعددة الطوابق

واستناداً إلى تصنيف مواقف السيارات الذكية المذكورة سابقاً، فإن مرافق انتظار السيارات القائمة أو ما يتم إنشائها يمكنها استخدام أحد الأنظمة أو المزج بين العديد من الأنظمة المذكورة أعلاه والتكامل بينها لخدمة عملائها بشكل أفضل.

التوصيات:

١. ضرورة وعي كل من الأجهزة المعنية ومصممي مواقف العربات بأهمية دور أنظمة النقل الذكية للمواقف في مواجهة تفاقم مشكلة مواقف العربات.
٢. الاستغلال الأمثل لأصغر المساحات المجاورة للمنشآت الخدمية القائمة ببناء مواقف السيارات الدوارة Rotary Parking System حيث يمكن استيعاب أعداد مضاعفة من السيارات، وذلك في إطار توفير مواقف للسيارات.
٣. عدم منح التراخيص لأي بناء لا يوجد فيه مساحة مخصصة لوقوف السيارات تبعاً للمعايير التخطيطية لمواقف السيارات، ومع أنظمة الرقابة بشكل صارم وفرض غرامات لمن يقوم بتحويل مكان وقوف السيارات لاستخدام آخر.
٤. ضرورة الحاجة إلى رؤية وتصور ثابت لمواقف السيارات، تقوم على إدارة العلاقة بين العرض والطلب.
٥. ضرورة تأسيس خدمات نقل جماعي متنوعة ومتطورة وعالية المستوى بحيث تشكل منافساً جذاباً للسيارات الخاصة، وتوفير أماكن لوقوف السيارات Park and Ride في محطات النقل الجماعي، وإقامتها في

مواقع خارج مركز المدينة وذلك لتشجيع مالكي العربات على ترك سياراتهم بتلك المواقع واستبدالها بأي وسيلة من وسائل النقل العام للوصول للجهة المقصودة.

إعداد المهندسة عبير محمد اسماعيل:

- ماجستير في الهندسة المدنية اختصاص نقل ومواصلات.

- مهندسة في وزارة النقل.

المراجع العلمية:

- ١.م. هالة أديب فهمي حنا، مواقف السيارات الذكية الخطوة الأولى نحو تحسين حياة المدينة، جامعة حلوان، ٢٠١٦.
- ٢.م. بنت الشاطئ عثمان عبد الواحد ابو بكر، التحديات والحلول لفضاء مواقف السيارات في الخرطوم/ ماجستير في العمارة في التصميم الحضري، ٢٠١٥.

3. Divya jyoti , Prof. Sharad wagh, "Management of Parking Guidance Information System based on WSN", International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 4, Issue 2, February 2014, P. 553
- 4.] Susan A. Shaheen, Charlene Kemmerer, "Smarter Parking at Transit Stations", ACCESS, Number 31, Fall 2007, P.p.27.
5. Caroline J. Rodier, Susan A. Shaheen, "Transit-based smart parking: An evaluation of the San Francisco Bay area field test" Transportation Research Part C 18 (2010), P. 226