

चौराहे पर रुके हुए वाहन के इंजन की निष्क्रियता से ईंधन हानि तथा प्रदूषण उत्सर्जन के निवारण हेतु उपयुक्त शमन उपायों की खोज

रवीन्द्र कुमार, पूर्णिमा परिदा एवं संजय चौधरी

सीएसआईआर-केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान, मथुरा रोड, नई दिल्ली 110 025

सारांश : भारत के शहरी क्षेत्रों में अनेक प्रकार के वाहन उपयोग में लाए जाते हैं। वाहनों की निरंतर वृद्धि से हर दिन यातायात और परिवहन के लिए नई-नई समस्याएं पैदा हो रही हैं। इन समस्याओं का बढ़ा रूप यातायात भीड़, वायु और ध्वनि प्रदूषण, दुर्घटनाओं, यात्रा समय में देरी आदि की निरंतर वृद्धि के रूप में प्रकट हुई है। यातायात सिग्नल चौराहों पर ईंधन की बढ़ती खपत, यात्रा लंबाई में वृद्धि, यात्रा के लिए व्यक्तिगत वाहनों की ओर बढ़ता आकर्षण, वाहन के प्रयोग व प्रति परिवार इनकी बढ़ती संख्या, यातायात के स्वरूप में परिवर्तन और सिग्नल चरणों के कारण ठहराव के दौरान वाहनों के इंजन की निष्क्रियता बढ़ रही है। वर्ष 2005 में सीएसआईआर-सीआरआरआई द्वारा किए गए एक अध्ययन के परिणामों से निष्कर्ष निकला है कि 600 सिग्नल यातायात संकेतों पर वाहनों के इंजन की निष्क्रियता से दिल्ली में 10,000 लाख भारतीय रुपए का ईंधन हर साल बर्बाद किया जा रहा है जो दिल्ली में सालाना खपत के कुल ईंधन का 15% के आसपास था। इसके अलावा यात्रियों के समय का नुकसान भी उनकी यात्रा में होने वाली देरी के साथ जुड़ा हुआ है। निष्क्रियता के दौरान चालू रखे गए इंजन जो उत्सर्जन उत्पन्न करते हैं, वह मानव स्वास्थ्य और पारिस्थितिकी दोनों के लिए हानिकारक हैं। ईंधन संरक्षण के तरीकों में से एक तरीका अपने वाहन की कुल ईंधन खपत संबंधी अपव्यय को कम करना है। अतः देश में सिग्नल चौराहों पर ईंधन के नुकसान और वाहन के इंजन से उत्पन्न प्रदूषण उत्सर्जन की मात्रा को समझने की आवश्यकता है। विभिन्न इंजीनियरिंग/प्रबंधन के उपायों को लागू करके ईंधन की बर्बादी और संबद्ध उत्सर्जन को कम किया जा सकता है। वर्तमान में वाहन के इंजन की निष्क्रियता और यातायात देरी से संबंधित ईंधन नुकसान और उत्सर्जन की मात्रा बता सकने में कोई मॉडल सक्षम नहीं है। इस शोध पत्र में ईंधन की बर्बादी और संबद्ध उत्सर्जन के निवारण हेतु सिग्नल चौराहों में सुधार के लिए उपयुक्त शमन उपायों से संबंधित अध्ययन की एक समीक्षा प्रस्तुत की गई है।

Finding suitable exploratory measures to reduce fuel and emission due to idling of engine at intersection

Ravindra Kumar, Purnima Parida & Sanjay Chaudhary

CSIR-Central Road Research Institute, Mathura Road, New Delhi 110 025

Abstract

There are many types of vehicles ply in urban parts of India. The continuous increase in their number or ownership of vehicles are creating various types of traffic and transportation problem every day. The results of such problems are visualised in terms of increased congestion, air and noise pollution, accidents, and delays in journey time. Idling of engines at signal is increasing loss of fuel, increased journey time due to increase in number of personalised mode per family. In 2005, CSIR-CRRI study reported loss of 10,000 lakh Indian rupies at 600 intersections of Delhi due to fuel loss in idling of engine at intersection, which is approximately 15% of total fuel consumption. Apart from that delay was also observed in their journey time. Emissions coming at the time of idling of engines are hazardous to both human and ecosystem. One of the ways to conserve the fuel is to reduce the loss of fuel. Therefore, it is important to understand the quantity of emission and fuel loss due to idling at intersection. Numerous engineering and management measures can be applied to reduce fuel and its related emission. Currently there is no model which can estimate the fuel loss and emission of engine due to delay at intersection. To reduce fuel loss and related emission of engine at intersection, various suitable exploratory measures have been reviewed and presented in this research study.

प्रस्तावना

मोटर वाहनों का ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन सूची में प्रमुख योगदान है। सिग्नल चौराहों पर वाहनों के प्रदूषण उत्सर्जन को समझना और उपयुक्त शमन उपायों की खोज करना, ग्लोबल वार्मिंग, धुंध, ओजोन रिक्तीकरण और सांस की बीमारी को कम करने की ओर एक महत्वपूर्ण कदम है। राष्ट्रीय और स्थानीय स्तर पर सड़कों पर वाहन प्रदूषण उत्सर्जन द्वारा काफी मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड, हाइड्रोकार्बन, नाइट्रोजन ऑक्साइड और पार्टिकुलेट मैटर निकलते हैं²। समय की एक छोटी अवधि में सिग्नल चौराहों पर वाहन के रुकने को वाहन के इंजन की निष्क्रियता के रूप में परिभाषित किया गया है।

व्यक्तिगत वाहनों का उपयोग, यात्रा लंबाई में वृद्धि और चौराहे पर वाहनों की भीड़ के कारण महानगरों में ईंधन की खपत में लगातार वृद्धि हुई है। जब ड्राइवर चौराहे खाली करने के लिए अपनी बारी का इंतजार कर रहे होते हैं तब ड्राइवर आमतौर पर अपने वाहन के इंजन को चालू रखते हैं। इसके परिणामस्वरूप रुके हुए वाहन के इंजन द्वारा ईंधन की और अतिरिक्त खपत हो जाती है या इसे बर्बाद कर दिया जाता है।

ईंधन की इस छोटी राशि को प्रति घंटा, प्रति दिन, प्रति माह के दिनों की संख्या के चक्र और शहर के सभी सिग्नल चौराहों की संख्या के अनुसार एकत्रित रूप में जोड़ने पर यह एक बड़ी राशि बन जाती है। सीआरआरआई की रिपोर्ट में वाहनों के इंजन की निष्क्रियता के दौरान हर रोज 0.37 मिलियन किग्रा. की सीएनजी, 0.13 मिलियन लीटर डीजल और 0.41 लीटर पेट्रोल ईंधन के नुकसान की सूचना है। मौद्रिक संदर्भ में इन आंकड़ों को बदलने पर कुल घाटा प्रति दिन रु. 27.25 लाख और प्रतिवर्ष रु. 9944.5 मिलियन है। उपचारात्मक उपायों के कार्यान्वयन के बाद, यातायात प्रवाह में सुधार से उपार्जित आर्थिक नुकसान ईंधन की बचत के रूप में कुल 67.78% और मौद्रिक संदर्भ में कुल 71.12% की बचत कराता है³।

ईंधन हानि में कमी का अनुमान

दिल्ली के चयनित 12 चौराहों पर देरी में बचत का अनुमान लगाने के लिए और उपार्जित बचत कम, मध्यम और उच्च मात्रा

क्षमता चौराहों के आधार पर कुल 600 चौराहों पर उपचारात्मक इंजीनियरिंग/प्रबंधन लागू उपाय क्रियान्वित किए गए। उदाहरण के लिये, फ्लार्डओवर और इंटरचेंज का निर्माण, आवाजाही प्रतिबंध, समय चक्र का अनुकूलन, सड़कों को चौड़ा करने और सिंक्रनाइज यातायात संकेतों में बदलाव की बचत का अनुमान लगाया था (चित्र 1)। सीएनजी की 13,58,69,632.0 किग्रा., डीजल की 4,73,57,100.2 लीटर, 14, 784, 05, रुपये मूल्य के पेट्रोल की 94.7 लीटर दिल्ली के 600 चौराहों पर 9945 लाख वाहनों की इंजन की निष्क्रियता के कारण बर्बाद हो जाता है⁴।



चित्र 1 — दिल्ली के सर्वेक्षण स्थल

चेन कुन और यू लेई ने वाहनों के उत्सर्जन का आकलन करने के लिए एक एकीकृत सूक्ष्म यातायात उत्सर्जन अनुकरण मंच विकसित किया जो तात्कालिक वाहनों की मोडल (क्रियाभाव घटक) गतिविधियों का प्रतिनिधित्व कर सकते हैं और मोटर वाहनों और वाहनों के ऑपरेटिंग मोड (चलन प्रकार) के बीच संबंध और उत्सर्जन मात्रा बता सकते हैं⁵। उनके अध्ययन से यह साफ हुआ है कि वाहनों से होने

सारणी 1 — दिल्ली में 600 चौराहों पर वाहनों के इंजन की निष्क्रियता के कारण ईंधन की यातायात हानि

चौराहे (सिग्नल) के प्रकार	सिग्नल चौराहों की संख्या	सीएनजी (लीटर)	डीजल (लीटर)	पेट्रोल (लीटर)	हानि मिलियन रु. में
छोटा	69	8387157.6	1354699.7	7570698.5	504.18
मध्यम	118	17747734.1	4982682.5	18146889.3	1215.58
उच्च	413	109734740	41019718	122123006.9	8224.93
कुल	600	135869632	47357100.2	147840594.7	9944.69

वाला उत्सर्जन इनके ऑपरेटिंग मोड (चलन प्रकार), खासकर त्वरण के दौरान अधिक होता है। इसके अलावा, भिन्न-भिन्न समय पर तात्कालिक गति और त्वरण के दौरान विभिन्न यातायात परिस्थिति में उत्सर्जन के विभिन्न परिणाम मिलते हैं। उन्होंने यातायात उत्सर्जन पर विभिन्न यातायात नियंत्रण रणनीति के प्रभावों का विश्लेषण कर अध्ययन किया। वाहन उत्सर्जन, वाहन के स्थानीय झाड़विंग चक्र पर निर्भर होता है। वाहनों का प्रदूषण उत्सर्जन स्थानीय सड़क-यातायात, वाहन, स्थानीय झाड़विंग चक्र और उनके विलंब पर अत्यधिक निर्भर होता है क्योंकि स्थानीय सड़क, यातायात, वाहन और उनके विलंब और झाड़विंग के पैटर्न वाहन उत्सर्जन को काफी प्रभावित करते हैं। यातायात नियंत्रण उपकरणों की चरण वार समय के बंटवारे की प्रकृति और सिग्नल चौराहों पर टकराव से बचने के लिए सिग्नल चरणों का प्रयोग करने के चलते चौराहों पर विलंब आसन्न है। चौराहों पर देरी को कम करने के लिए विभिन्न यातायात इंजीनियरिंग और प्रबंधन के उपायों को लागू किया गया है। उदाहरण के लिये, फ्लाईओवर और इंटरचेंज का निर्माण, आवाजाही प्रतिबंध, समय चक्र का अनुकूलन, सड़कों को चौड़ा करने और सिंक्रनाइज यातायात संकेतों में बदलाव आदि उपाय आते हैं⁶।

यातायात चौराहों के पास वाहनों से होने वाले उत्सर्जन पर यातायात और वाहन विशेषताओं का प्रभाव समझने के लिए उत्सर्जन और सबसे अधिक प्रभावित करने की औसत दर्जे की विशेषताओं के बीच एक संबंध है। चौराहे पर विशेष यातायात वाहन के संबंध और वाहनों से होने वाले उत्सर्जन निकास के साथ और यातायात प्रवाह के संदर्भ में वाहन प्रदूषण उत्सर्जन मॉडल विकसित किया गया है। यातायात चौराहों के पास वाहनों से होने वाला प्रदूषण उत्सर्जन, यातायात निकास बेड़े की गति, मंदी/त्वरण की गति, लाल बत्ती का समय, यातायात की पंक्तिबद्धता, गति, पंक्ति की लंबाई, यातायात प्रवाह दर और परिवेश की स्थिति के साथ इंजन की निष्क्रियता की समय अवधि पर काफी हद तक निर्भर करता है। इसके साथ-साथ वाहन मॉडल और संरचना भी उत्सर्जन को प्रभावित करते हैं। इन मानकों को उत्सर्जन मॉडल में कुछ मात्रा में निर्धारित कर शामिल किया जा सकता है। झाड़विंग व्यवहार, पैदल यात्री की गतिविधि और सड़क की स्थिति कुछ रूप में गैर औसत दर्जे के मापदंडों की माप आदि किसी भी मान्य पद्धति के अभाव में सही उत्सर्जन मॉडल का कार्य चुनौतीपूर्ण पाया गया। यातायात की विशेषताओं, वाहनों और सड़क विन्यास के आधार पर कई कारक वाहनों के निकास उत्सर्जन को प्रभावित करते हैं। इन विशेषताओं का उत्सर्जन निकास पर एक संचित प्रभाव पड़ता है⁷।

हाल के अध्ययनों में गति और यातायात विशेषताओं, सड़क विशेषताओं, सड़क ग्रेड और झाड़विंग पैटर्न, वाहन की विशेषताओं,

झाड़विंग के तरीके जैसे विशेषताओं के सीमित मानकों पर ध्यान केंद्रित किया गया है। कुछ अध्ययनों में गंभीर रूप से मौजूदा प्रदूषण उत्सर्जन नियंत्रण रणनीति के प्रभावों और वाहनों के बेड़े का नवीकरण, बसों, भूमि के उपयोग के लिए विशेष रूप से अलग लेन के सुझाव का आकलन और शहरी इलाकों में हवा की गुणवत्ता में सुधार यातायात नियोजन नियमों को शामिल किया गया है। हालांकि, यातायात चौराहों पर उत्सर्जन का आकलन करने में उचित पद्धति की कमी, जिसमें सभी गतिशील मापदंड शामिल हैं, ने उत्सर्जन मॉडलिंग के क्षेत्र में प्रगति को धीमा कर दिया है। नतीजतन, प्रसरण मॉडलिंग भी अनिश्चितताओं की एक बड़ी मात्रा से प्रभावित है। इसके अलावा, मौजूदा मॉडल यातायात के प्रवाह गणना को शामिल नहीं करते हैं। यह माना जा सकता है कि उत्सर्जन और प्रवाह मॉडल को उत्सर्जन के बेहतर अनुमान के लिए एक साथ जोड़ा जा सकता है कि और भविष्य में शहरी परिवहन और हवा की गुणवत्ता नियोजन प्रणाली को एक साथ एकीकृत किया जा सकता है।

झांग यिंगयिंग, चेन जूमेई, जांग जिओ, गीत Guohua, HAO Yanzhao और यू लेई ने यातायात सिग्नल नियंत्रण रणनीति के प्रभाव का आकलन करने के लिए सूक्ष्म यातायात सिमुलेशन मॉडल और उत्सर्जन मॉडलिंग को एकीकृत करके इनका मूल्यांकन किया। उनका अनुसंधान, यातायात उत्सर्जन का एक एकीकृत सूक्ष्म अनुकरण मंच का विकास था जो अंत में दो यातायात नियंत्रण रणनीति, उत्सर्जन पर वैकल्पिक संकेत समय और यातायात के प्रवाह के प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए इस्तेमाल किया गया था।

हमने इस शोध में विभिन्न साहित्य की समीक्षा के आधार पर उत्सर्जन और ईंधन व्ययों को कम करने के लिए नियंत्रण रणनीति के तहत उपयुक्त शमन तरीकों को वर्गीकृत करके निम्नानुसार प्रस्तुत किया है।

विभिन्न उपयुक्त शमन उपायों की खोज

• **सिग्नल समय का समन्वयन और इष्टतमीकरण** : संयुक्त राज्य अमरीका में यातायात सिग्नल समय में सुधार, सबसे व्यापक यातायात भीड़ प्रबंधन का प्रकार है। एक पूरे कॉरिडोर में सिग्नल समय में सुधार की योजना के परिणामस्वरूप सिग्नल समन्वयन में साधारण परिवर्तन को जटिल कंप्यूटर नियंत्रित तंत्र शामिल कर सकते हैं। परिणाम के रूप में कारगर सिग्नल (संकेत) समय में सुधार से यातायात भीड़ कम हो जाती है जिससे जनता की सुरक्षा बढ़ जाती है और वातावरण में उत्सर्जन की मात्रा भी कम हो जाती है। संयुक्त राज्य अमरीका के अटलांटा में किए गए एक अध्ययन में यातायात सिग्नल संकेतों को समन्वित करने से कार्बन मोनोऑक्साइड के उत्सर्जन में महत्वपूर्ण कमी देखी गई है⁸। लेई यू, Fengxiang Qiao और Fatemeh Soltani ने अपने अध्ययन में विस्तार से बताया है कि समन्वित

सिग्नल से यात्रा समय, वाहनों के रुकने के समय में कमी आती है, वाहन उत्सर्जन और सेवा के स्तर में आंशिक सुधार होता है जो समग्रतः यातायात के प्रवाह में सुधार करते हैं^{10,11}।

चेन कुन और यू ली ने रिपोर्ट में बताया है कि सिग्नल समय योजना के इष्टतमीकरण, यातायात संचालन में सुधार के साथ ही यातायात के उत्सर्जन को कम कर सकते हैं। झांग यिंगयिंग, चेन Xumei, जांग जिओ, गीत Guohua, HAO Yanzhao, यू लेई ने बीजिंग में वाहन उत्सर्जन पर यातायात सिग्नल नियंत्रण रणनीति के प्रभाव का आकलन किया। उन्होंने बीजिंग शहर में दो नियंत्रण रणनीति के तहत सिग्नल समन्वय और गैर सिग्नल समन्वय के तहत, उत्सर्जन का स्तर और वितरण विशेषताओं का विश्लेषण एकत्र किया और वास्तविक दुनिया में उत्सर्जनों की तुलना की। उनके अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि गैर-समन्वित सड़क के उत्सर्जन कारकों के साथ तुलना में, समन्वित सिग्नल नियंत्रित सड़क के हाइड्रोकार्बन और कार्बन मोनोऑक्साइड उत्सर्जन कारकों की 50% और 30% की कमी हुई है, लेकिन नाइट्रोजन ऑक्साइड में 10% की वृद्धि हुई⁵।

उन्होंने अपने परिणाम में दिखाया कि सिग्नल समन्वय का उपयोग प्रभावी ढंग से हाइड्रोकार्बन और कार्बन मोनोऑक्साइड उत्सर्जन को कम कर सकते हैं, लेकिन यह रणनीति नाइट्रोजन ऑक्साइड के प्रदूषण को बढ़ा देते (चित्र 2) हैं। त्वरण के दौरान सभी प्रकार के प्रदूषण उत्सर्जन दर बहुत अधिक हैं इसलिए त्वरण के तहत उत्सर्जन को कड़ाई से नियंत्रित किया जाना चाहिए। यह पाया गया कि समन्वित सिग्नल नियंत्रित करने के बाद सड़क पर उत्सर्जन कारकों में लगभग 10% की वृद्धि हुई जबकि यात्रा के समय में 5% की वृद्धि हुई है। दूसरी ओर, सड़क को गैर-समन्वित करने के बाद औसत वाहन की गति में 5% की कमी आई। इसलिए विलंब को कम करने के लिए केवल गैर-समन्वित सिग्नल का प्रयास हमेशा वायु प्रदूषण उत्सर्जन में समग्र कटौती को प्राप्त करने में सफल नहीं हो सकता है।

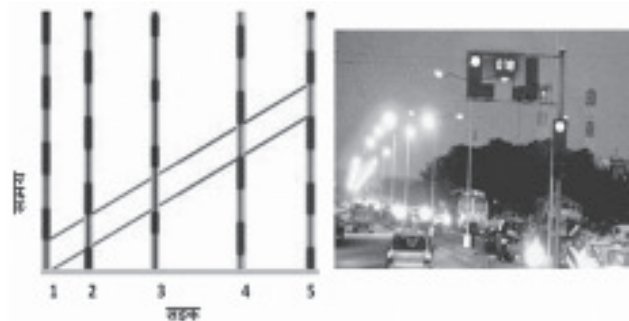
• **सार्वजनिक परिवहन के साधनों का उपयोग करने वाले ग्राहक को संरक्षण :** सार्वजनिक परिवहन प्रणाली के ग्राहकों में वृद्धि के माध्यम से ईंधन संरक्षण के लिए अपेक्षित रणनीति को प्राप्त किया जा सकता है। सार्वजनिक परिवहन का विकास शहरों में यातायात की भीड़ एवं प्रदूषण को कम करने के साथ-साथ शहरी परिवहन की समस्याओं का अधिक कुशलतापूर्ण समाधान प्रस्तुत करता है। नागरिकों के लिए बेहतर और सुरक्षित वातावरण बना कर यह शहरों में कम से कम कीमत का परिवहन साधन और न्यूनतम ऊर्जा का समाधान प्रदान करता है। सड़क आधारित सार्वजनिक परिवहन को मजबूत करने के लिए कई उपाय उठाए जा रहे हैं जैसे, प्रमुख मार्ग पर अलग बस लेन/बस तरीकों का आरक्षण, बस प्राथमिकता संकेतों के प्रावधान,

बैटरी संचालित बसों को प्रोत्साहन, प्रीमियम बस सेवा की शुरुआत, क्षमता वृद्धि और मूल्य भेदभाव आदि लाने के लिए निजी भागीदारी की वृद्धि और ऐसे सभी उपायों का लक्ष्य व्यक्तिगत वाहन मालिकों को सार्वजनिक परिवहन का प्रयोग करने के लिए प्रेरित करना है।

चेन कुन और यू लेई ने यातायात उत्सर्जन पर विभिन्न यातायात नियंत्रण रणनीति के प्रभावों का विश्लेषण किया। उन्होंने सूचना दी कि बस के लिए विशेष लेन की स्थापना, नेटवर्क में सड़कों के यातायात संचालन में सुधार के द्वारा बसों की कार्बन मोनोऑक्साइड, हाइड्रोकार्बन और नाइट्रोजन ऑक्साइड के उत्सर्जन को क्रमशः 2.58%, 5.02% और 2.67% कम कर सकते हैं हालांकि, बस के लिए विशेष लेन की स्थापना से कारों और LGVs का कार्बन मोनोऑक्साइड उत्सर्जन क्रमशः 13.26% और 16.52% बढ़ जाता है⁵।

उन्होंने यातायात संचालन में सुधार के साथ-साथ सिग्नल समय योजना के इष्टतमीकरण द्वारा यातायात के उत्सर्जन को कम करने के लिए सुझाव दिए। सारांश में, यातायात संचालन में सुधार करने के लिए उपयोग में लाई जाने वाली कुछ-कुछ यातायात नियंत्रण रणनीतियां यातायात उत्सर्जन में वृद्धि भी कर सकती हैं। इसलिए, यातायात के पूर्ण रूप से कार्यान्वयन, नियंत्रण और प्रबंधन रणनीति के अंतर्गत यातायात भीड़ को कम करने के साथ-साथ यातायात के उत्सर्जन को कम करने पर भी विचार करना चाहिए। राष्ट्र के सतत् विकास के लिए तेजी से घट रहे ईंधन भंडार का संरक्षण अनिवार्य है। ईंधन संरक्षण के सबसे कारगर उपायों में से एक है, इसके उपयोग और अपव्यय को कम करना। मोटर चालित साधनों की मांग को कम करने की रणनीति ईंधन की खपत को कम करने का सबसे प्रभावी तरीका है।

सार्वजनिक परिवहन के साधनों का उपयोग करने वाले ग्राहक को संरक्षण और बढ़ावा देने से यातायात सिग्नल चौराहों पर बर्बाद ईंधन में बचत प्राप्त की जा सकती है जो कि दिल्ली में परिवहन क्षेत्र में कुल ईंधन खपत का लगभग 15% है। यह इस तथ्य के बावजूद दिल्ली में आवाजाही काफी सुव्यवस्थित और अच्छी तरह से प्रबंधित है। साथ ही, दिल्ली के क्षेत्र की लगभग 16% भूमि परिवहन उपयोग के लिए



चित्र 2 — सिग्नल समय का समन्वयन और इष्टतमीकरण

उपलब्ध है। हालांकि दिल्ली बहुत बड़ा शहर है और इसे अनेक विशेषाधिकार प्राप्त हैं जबकि भारत के अन्य बड़े तथा मध्यम आकार के शहरों को ये विशेषाधिकार प्राप्त नहीं है। अतः इसका मतलब यह निकलता है कि अन्य शहरों में ईंधन की बर्बादी का प्रतिशत दिल्ली में ईंधन की बर्बादी की तुलना में निश्चित रूप से अधिक होगा।

• **भूमि उपयोग और परिवहन नीति** : स्थानीय और वैश्विक, इन दोनों पैमानों पर वाहन और ईंधन के परिप्रेक्ष्य में स्थायी शहरीकरण के साथ मेल खाती टिकाऊ प्रौद्योगिकी का उपयोग, जीवाश्म ईंधन और वायु प्रदूषण वृद्धि रोकने के लिए महत्वपूर्ण है। स्थायी शहरीकरण की दिशा में भूमि का न्यायसंगत उपयोग सुनिश्चित करना एक महत्वपूर्ण दृष्टिकोण है। इसके लिए भू-उपयोग और परिवहन एकीकरण में एक निश्चित स्तर की सौम्यता प्राप्ति की आवश्यकता है।

शहरों की परिवहन समस्याएं अनेक कारकों से प्रभावित हैं जिनमें से सबसे प्रमुख कारक शहरों की अनुचित भूमि उपयोग योजना और इसकी अव्यवहारिक परिवहन व्यवस्था और इसका प्रबंधन है। अधिकांशतः नगर नियोजकों ने अपने कार्य को मात्र भूमि-उपयोग की योजना बना कर या परिवहन प्रणाली के लिए बहुत कम संज्ञान लेने तक सीमित कर दिया है।

इसके अलावा, मोनो केंद्रित शहरों में पुरानी संकीर्ण सड़कों के साथ मुख्य सड़कों (आर्टीरियल) के निर्माण कार्य को उपलब्धि या प्रदर्शन के रूप में लेकर शहरों में इनकी सबसे अधिक वृद्धि हुई है। आवासीय क्षेत्रों, कार्य-स्थानों और शिक्षा केन्द्रों के स्थानिक पृथक्करण का परिणाम यह हुआ है कि शहर की सड़कों पर यात्रा की लंबाई एवं यात्रा समय में भी वृद्धि हुई है। इसका असर ऊर्जा के उपयोग तथा वाहनों के उत्सर्जन पर दिखता है। वर्तमान समय में भूमि उपयोग विन्यास तथा आर्थिक और जनसंख्या की सांख्यिकीय विशेषताओं को देखते हुए यात्रा की मांग अधिक रहने की उम्मीद है। लंबी दूरी के दृष्टिकोण से बेशक भूमि उपयोग और उनके विन्यास के परिवर्तन में बढ़ावा मिलेगा (चित्र 3)।

दीर्घकालिक शहरी योजना के तहत विकास के उद्देश्य से औद्योगिक और वाणिज्यिक गतिविधियों के लिए एकीकृत समुदायों के साथ-साथ आवासीय गतिविधियों के पूर्ण रूप से संयोजन की जरूरत है। काम, व्यापार या खरीदारी के लिए वर्तमान में लंबी दूरी की मोटर चालित यात्राओं को कम दूरी की यात्रा के लिए और गैर-मोटरचालित साधन के उपयोग में परिवर्तित किया जा सकता है। इन यात्राओं में से कुछ को अच्छी तरह से दूरसंचार (Telecommunication) द्वारा प्रतिस्थापित किया जा सकता है।

रीना तिवारी, रॉबर्ट करवेरो और ली शिपर ने ऑस्ट्रेलिया के लिए टिकाऊ विकास परिवहन और शहरी डिजाइन रणनीतियों का मिश्रित



चित्र 3 — भूमि उपयोग और परिवहन नीति का परिदृश्य

उपयोग कार्बन डाइऑक्साइड में कमी लाने के लिए इस्तेमाल किया। स्थायी शहरीकरण के लिए उन्होंने करवेरो द्वारा अग्रेषित घनत्व, विविधता और डिजाइन (Density, Diversity, Design&DDD) का 'डीडीडी' सुझाव दिया¹²।

उन्होंने वाहन किलोमीटर यात्रा (VKT) और कार्बन डाइऑक्साइड की कटौती के लिए एक लेखा परीक्षा के उपक्रम की ऑडिट की और निष्कर्ष में वाहन किलोमीटर यात्रा (VKT) और कार्बन डाइऑक्साइड में कमी लाने के लिए तीन परिदृश्य प्रस्तुत किए 1. हल्की रेल परिदृश्य, जो निहायत महंगा था, 2. बस आधारित परिदृश्य एवं 3. बीआरटी, जो हल्की रेल के लिए एक सस्ता विकल्प है। हालांकि, इसकी सफलता की कुंजी एक उच्च संरक्षण समग्र कार्बन पदचिह्न (कार्बन फुटप्रिंट) कम करने के साथ-साथ प्राप्त प्रति सवार इसे चलाने की लागत को कम करना है (चित्र 4)।

इसके अलावा, आम जनता और उपयोगकर्ता के लिए सार्वजनिक परिवहन को अनुकूल करने के लिए सबसे अपील करना इस योजना की सफलता का हिस्सा हो सकता है। यह एक जनसंपर्क अभियान के तहत किया जा सकता है। साथ ही साथ बीआरटी को सुधार कर निजी वाहनों से यात्रा को कम करने के लिए तेजी से प्रयास किया जा सकता है।



चित्र 4 — सार्वजनिक परिवहन बीआरटी में सुधार

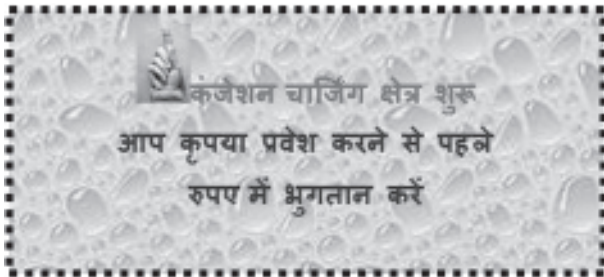
लेखकों ने योजना के सफल होने के लिए कई चुनौतियों को संबोधित किया जिनमें निम्नलिखित शामिल हैं :

- भूमि अधिग्रहण के निहितार्थ वित्तीय और संभावित राजनीतिक लागत।
- एरिया में हितधारकों के हितों का संतुलन बनाए रखना।
- एक संतुलित जनसांख्यिकीय मिश्रण के लिए घर (हाउसिंग) प्रावधान (छात्र और श्रमिक)।

ऐसा करने में विफलता का मतलब है कि विशेष जनसांख्यिकी के लिए और/या अध्ययन की सफलता के लिए करीब रहने से यात्रा बचत की हानि होगी और सीमा के लिए विविधता का नुकसान होगा।

• **मोटर यातायात पर प्रतिबंध** : मोटर यातायात पर रोक/प्रतिबंध परोक्ष रूप से गैर-मोटरचालित की प्राथमिकता और यातायात व्यवस्था के संचालन में गैर मोटर चालित साधनों को प्राथमिकता प्रदान करता है। परिवहन प्रणाली की प्रबंधन तकनीक (टीएसएम) के माध्यम से भीड़-भाड़ वाले क्षेत्रों और केन्द्रीय व्यापार जिलों के लिए केवल सार्वजनिक परिवहन साधनों और गैर-मोटरचालित साधनों के प्रवेश की अनुमति और मोटर साधनों का प्रवेश प्रतिबंधित किया जाना चाहिए (चित्र 5)। भीड़-भाड़ वाले क्षेत्रों में मोटरचालित निजी साधनों पर सड़क उपयोगकर्ता शुल्क (कंजेशन चार्जिंग) और पार्किंग शुल्क लगाया जाना चाहिए। शहरी भराव की रणनीति का मिश्रित उपयोग करना उच्च घनत्व वाले शहर को विकास का अवसर प्रदान करता है। यह विशेष रूप से उन जगहों में, जहां पहले से ही बुनियादी ढांचे और सुविधाएं हैं, उनका भविष्य के विकास के लिए उपयोग किया जा सकता है।

• **गैर-मोटरचालित वाहनों को प्रोत्साहित करना** : भारत की आजादी के बाद से सरकारी योजनाओं और नीतियों में मशीनीकरण के विकास पर बल दिया है, जिसमें विकसित देशों द्वारा अपनाए गए मॉडल का पालन किया गया है। गैर-मोटरचालित परिवहन साधन को शहरी परिवहन प्रणाली में एक बाधा माना जाता है - यह दृष्टिकोण भारतीय



चित्र 5 — उपयोगकर्ता शुल्क (कंजेशन चार्जिंग) क्षेत्र शुरू इंगित करता साइन बोर्ड

परिस्थितियों की वास्तविकता के विरोध में है। भारत जीवाश्म ईंधन और तेल के आयात पर काफी निर्भर करता है, कम जीवाश्म ईंधन और कम तेल भंडार वाला यह एक विकासशील देश है। यह विदेशी मुद्रा भंडार और पूंजी संसाधनों की कमी का भी सामना कर रहा है, लेकिन जनशक्ति संसाधनों में समृद्ध है। इन परिस्थितियों में गैर-मोटरचालित परिवहन भारतीय शहरों के लिए टिकाऊ और अनिवार्य है और उपयुक्त सतत् परिवहन प्रणाली मिश्रण का एक हिस्सा हैं (चित्र 6 एवं 7)।



चित्र 6 — मेट्रो स्टेशन के बाहर गैर-मोटरचालित वाहन



चित्र 7 — गैर-मोटरचालित वाहन

ऊर्जा पर आत्मनिर्भरता, पर्यावरण की चिंताओं, सामर्थ्य, रोजगार और सुरक्षा के विचार से इन विधियों की महत्वपूर्ण भूमिका है। गैर-मोटरचालित वाहन साधनों ने देश की परिवहन प्रणाली में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाना जारी रखा है। शहर का आकार और इसकी आर्थिक आधार की आपूर्ति का स्तर, स्थानिक कवरेज, सामग्री और गैर-मोटरचालित संचालन की संरचना पर एक प्रशंसनीय प्रभाव पड़ता है। यहां तक कि संगठित सार्वजनिक बस सेवा महानगरों में मैनुअल रूप से संचालित परिवहन के स्थानीय उपयोग दर्शाती है (चित्र 8)। गैर-मोटरचालित श्रम और गैर-ईंधन पर निर्भरता भारतीय परिस्थितियों के लिए सर्वश्रेष्ठ विकल्प हैं लेकिन उनके संचालन के लिए हमारे यहां बुनियादी सुविधाओं की कमी है।

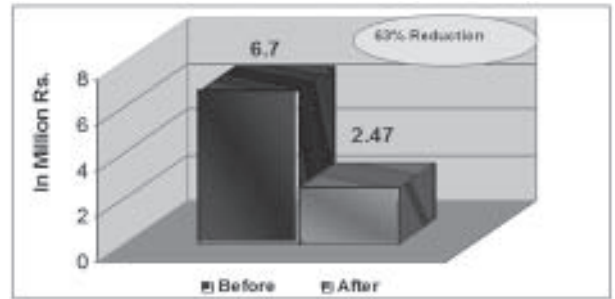


चित्र 8 — पैदल रास्ता

• **रेड लाइट चरण के दौरान स्विच बंद वाहन और उन्नत चालक चेतावनी प्रणाली का उपयोग :** मंग ली, Kanok Boriboonsomsin, Guoyuan वू, वी बिन जांग, और मैथ्यू बार्थ ने बताया कि यातायात सिग्नल के अचानक बदलाव के जवाब में कठिन ब्रेक लगाना वाहनों में अनावश्यक धीमी गति उत्पन्न करता है जिससे ऊर्जा के दुरुपयोग के रूप में महत्वपूर्ण राशि की हानि और उत्सर्जन में वृद्धि होती है। ड्राइवर के व्यवहार में फेरबदल संभावित वाहन ऊर्जा/प्रदूषण उत्सर्जन में कटौती करने के लिए योगदान दे सकते हैं। उन्होंने एक उन्नत ड्राइविंग चेतावनी प्रणाली का प्रस्ताव रखा जो ड्राइवरों द्वारा चौराहों पर कठिन ब्रेक लगाने से बचाने में मदद करने के लिए यातायात सिग्नल संकेत स्थिति की अग्रिम जानकारी प्रदान करता है¹⁴।

सिग्नल चौराहों पर बर्बाद ईंधन का उच्च प्रतिशत संकेत पर हरे रंग के लिए इंतजार करते समय चल रहे इंजन की वजह से होता है, जैसाकि चित्र 9 में स्विच बंद के कारण सी.पी. चौराहे पर ईंधन की 63% बचत को दर्शाया गया है। अगर चौराहों पर प्रतीक्षा समय 20 सेकंड से अधिक है तो वाहनों का इंजन तुरंत बंद करना चाहिए।

दिल्ली में न्यूनतम 20 सेकंड लाल बत्ती संकेत का दृश्य चित्र 10 में दिखाया गया है। ईंधन की बचत के लिए पेट्रोलियम कंजर्वेशन रिसर्च एसोसिएशन (पीसीआरए) भारत के प्रिंट और इलेक्ट्रॉनिक मीडिया के माध्यम से निरंतर जागरूकता कार्यक्रम चला रहा है। इस तरह की गंभीर स्थिति में वाहन चालकों के लिए अवगत होने की जरूरत है जिसके द्वारा वे इसे बेहतर बना सकते हैं।



चित्र 9 — स्विच बंद के कारण सी.पी. चौराहे पर ईंधन की बचत



चित्र 10 — दिल्ली में न्यूनतम 14 सेकंड लाल बत्ती का संकेत

सन् 2007 में जाउ रोंग-चांग, हेनशर डेविड, वू युआन-चान, लियू जिन लांग ने बताया कि एक अभियान के हिस्से के रूप में ताइवान में लाल बत्ती पर वाहनों द्वारा उत्पादित CO₂ उत्सर्जन को कम करने के लिए मोटरसाइकिल की सुस्त इंजन बंद करने के लिए इच्छानुसार समय में छूट की जरूरत का अध्ययन किया गया था। ताइवान में मोटरसाइकिल को छोड़कर सभी वाहनों के लिए वाहन के रुकने पर इंजन बंद करने की नीति पारित की गई। इस अध्ययन के लिए एक चुनाव प्रयोग कार्यान्वित किया गया था ताकि यह पता चल सके कि मोटरसाइकिल चालक नई नीति के साथ अनुपालन के बदले में कितने समय मुआवजा स्वीकार करने को तैयार हैं। परिणाम बताते हैं कि उनके मध्य सिग्नल साइकिल की अवधि की इच्छा से स्वीकृत लंबाई 150 सेकंड से लेकर 49.17 सेकंड की है¹⁵।

• **बचपन से ही बच्चों का जागरूकता अभियान :** यातायात शिक्षा यातायात अनुशासन (ट्रैफिक डिस्प्लिन) को प्राप्त करने में एक बहुत महत्वपूर्ण प्रयास है। ट्रैफिक शिक्षा स्कूल स्तर पर प्रदान करने की आवश्यकता है ताकि अल्पायु से ही नियम और अनुशासन की पालन की आदत बच्चों को आए। बच्चों को वाहन के निष्क्रिय/बंद इंजन से उत्पन्न प्रदूषण उत्सर्जन के दुष्प्रभावों से सतर्क किया जा सकता है ताकि वे माता-पिता को प्रभावित कर उन्हें व्यक्तिगत मोटर चालित परिवहन का कम उपयोग करने का अनुकूलन कर सकते हैं (चित्र 11)।



चित्र 11 — बच्चों का जागरूकता अभियान

• **सिग्नल चौराहों के बजाय गोल चक्कर व फ्लाईओवर का निर्माण :** श्रीनिवास, मागरिट जे, यूजीन आर ने शोध रिपोर्ट में बताया कि पारंपरिक चौराहों के कारण वाहनों की गति धीमी हो जाती है और इसके कारण ये चौराहे अलग-अलग पैटर्न में ठहरे वाहनों के उत्सर्जन की वृद्धि में भारी योगदान देते हैं। अमरीका में आधुनिक गोलचक्करों से कई चौराहों के प्रदर्शन और सुरक्षा में वृद्धि हुई है और विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा किए गए कई अध्ययन इस तथ्य का समर्थन करते हैं। ये आधुनिक गोलचक्कर न केवल अच्छी तरह से यातायात के प्रवाह में सुधार करने में सक्षम हैं, अपितु ऐसे आधुनिक गोलचक्कर चौराहों पर वाहन के निष्क्रिय समय को कम करने तथा पर्यावरण पर सकारात्मक प्रभाव बनाकर वाहनों से होने वाले उत्सर्जन और ईंधन की खपत में कटौती करते हैं¹⁶।

उनके शोध का प्राथमिक लक्ष्य वाहनों से होने वाले उत्सर्जन में कमी लाकर आधुनिक गोलचक्करों के प्रभाव का अध्ययन करना था। विभिन्न यातायात आयतन-प्रसार (ट्रैफिक वॉल्यूम रेंज) वाले छह

स्थानों पर नियंत्रित चौराहों को बंद कर और एक आधुनिक गोलचक्कर प्रतिस्थापित कर उनका परिणाम जानने हेतु अध्ययन के लिए चुना गया। चौराहों पर सड़कों का यातायात-संचालन वीडियो टेप से किया गया और यातायात प्रवाह का आंकड़ा निकाला गया। इन टेपों का चौराहे के डिजाइन और अनुसंधान सहायता सॉफ्टवेयर से विश्लेषण किया गया। सॉफ्टवेयर में पर्यावरणीय प्रभाव का विश्लेषण करने के लिए चार प्रभावशीलता के उपाय चुने गए।

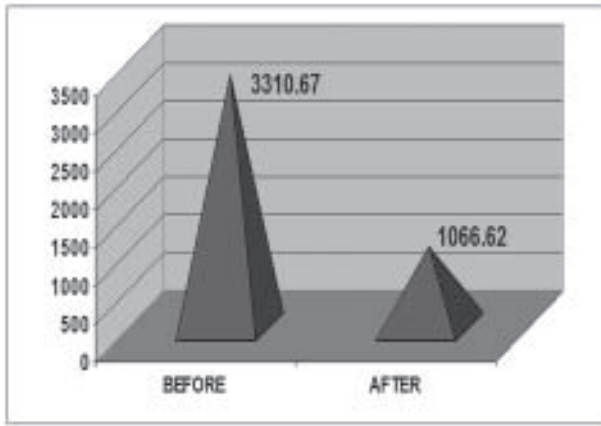
चुने हुए चार परिणाम हाइड्रोकार्बन, कार्बन मोनोऑक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड और कार्बन डाइऑक्साइड के उत्सर्जन की दर ग्राम/घंटा के रूप में प्राप्त किए गए। सभी प्रभावशीलता के उपाय की सांख्यिकीय रूप से तुलना की गई और देखा गया कि किस चौराहे पर नियंत्रण का कौन-सा तरीका बेहतर प्रदर्शन दे रहा था। सभी स्थानों पर प्रभावशीलता के उपायों की तुलना करने के बाद यातायात के पहले और बाद के परिणामों की मात्रा की गिनती कर के यह पाया गया कि पर्यावरण पर सकारात्मक प्रभाव बनाने में आधुनिक गोलचक्कर मौजूदा सिग्नलयुक्त चौराहे की तुलना में वाहनों से होने वाले प्रदूषण उत्सर्जन में कमी लाकर बेहतर प्रदर्शन करते हैं (चित्र 12)।

यह देखा गया है कि एक आधुनिक गोलचक्कर व्यावहारिक रूप से वाहनों से होने वाले उत्सर्जन में कटौती तथा पर्यावरण के अनुकूल चौराहे बनाने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। सीआरआरआई के अध्ययन में बताया गया कि चौराहों पर देरी को कम करने के लिए विभिन्न प्रबंधन के उपायों जैसे विभिन्न प्रकार के यातायात इंजीनियरिंग प्रबंधन, मोटर चालित वाहन की आवाजाही पर प्रतिबंध, सिग्नल के साइकिल समय चक्र का अनुकूलन, सड़कों का चौड़ीकरण तथा सिंक्रनाइज यातायात संकेतों में बदलाव, फ्लाईओवर तथा इंटरचेंज का निर्माण प्रमुख उपाय हैं।

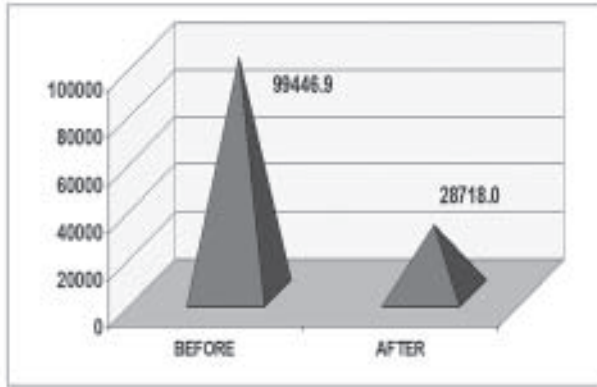


चित्र 12 — गोलचक्कर, फ्लाईओवर के निर्माण का लाभ

सीएसआईआर-सीआरआरआई के उपर्युक्त अध्ययन में चयनित 12 चौराहों पर, आश्रम के अलावा, यातायात इंजीनियरिंग उपायों के उपयोग से देरी में बचत का अनुमान लगाया गया था। अनुमान लगाने के लिए कुल 600 सिग्नल चौराहों (कम, मध्यम तथा उच्च मात्रा चौराहों) पर यदि इसी प्रकार के सुधारात्मक उपाय वहां कार्यरत रहे हैं तो ईंधन की बचत के रूप में 67.78% का कुल लाभ प्राप्त किया जाएगा (चित्र 13क) तथा आर्थिक नुकसान के रूप में 71.12% बचत अर्जित की जाएगी (चित्र 13ख)।



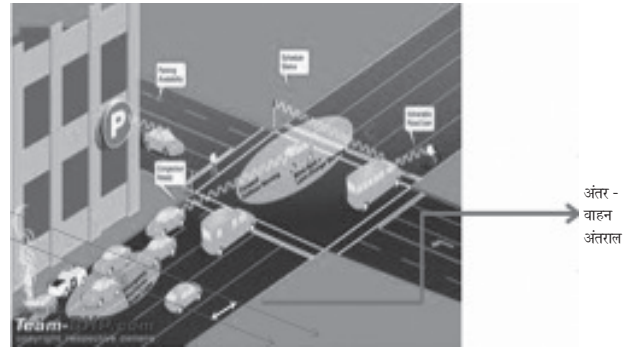
चित्र 13 (क) — सुधारात्मक उपाय करने से पहले और बाद में कुल वार्षिक नुकसान (लाखों लीटर में)



चित्र संख्या 13 (ख) — सुधारात्मक उपाय करने से पहले और बाद में कुल वार्षिक नुकसान (मिलियन रुपये में)

• **भीड़भाड़ में वाहन के रुकने के स्थिति में अंतर - वाहन अंतरालन को बनाए रखने का प्रयास :** ए मैक्ना बोल, बी.एम. ब्रॉडरिक, L.W. गिल के अध्ययन की रिपोर्ट में दोनों प्रयोगात्मक तथा संख्यानुसार भारी यातायात की स्थिति में वाहन के रुकने पर कार यात्रियों के वाहन में

वायु प्रदूषण के जोखिम पर अंतर-वाहन अंतरालन स्थिति के प्रभाव को दर्शाता है। उन्होंने पाया कि भीड़-भाड़ में वाहन के रुकने/धीमे चलने की स्थिति में जब पूर्ववर्ती वाहन पीछे के वाहन की तुलना में लगभग 1 मीटर की दूरी बनाए रखते हैं और उसी स्थिति में लगभग 2 मीटर की दूरी बना लेते हैं तो वाहन में चालक पर वायु प्रदूषण जोखिम का असर VOC % और PM 2.5 प्रदूषण सांद्रता पर 19-31% की कमी का पता चला। यदि व्यापक रूप से इस तरह का एक समान ड्राइविंग व्यवहार अपनाया गया तो वाहनों के बीच अंतराल की वजह से स्वास्थ्य प्रभावों में एक परिणामस्वरूप कमी होगी। उन्होंने यह भी अनुमान लगाया कि ऐसा ड्राइविंग व्यवहार यातायात भीड़ के उच्च स्तर को बढ़ावा दे सकता है जिसका असर सड़क सुरक्षा तथा ईंधन की अर्थव्यवस्था पर पड़ता है (चित्र 14)¹⁷।



चित्र 14 — अंतर - वाहन अंतराल

निष्कर्ष

चौराहे पर इंजन को बंद न करने से वाहनों के इंजन की निष्क्रियता अवधि में प्रदूषण उत्सर्जन के कारण राष्ट्र ईंधन और मौद्रिक नुकसान में है। इसलिए उपयुक्त शमन उपायों का कार्यान्वयन नुकसान में कमी लाने के लिए आवश्यक है। कई लेखकों ने अनेक उपयोगी शमन उपायों का सुझाव दिया है। सिग्नल समय के समन्वय तथा इष्टतमीकरण की रणनीति, लालबत्ती चरण के दौरान इंजन स्विच को बंद करना, गैर-मोटरचालित साधनों को प्रोत्साहित करना, भीड़-भाड़ वाली जगह में मोटर वाहनों का यातायात निरोध, बी.आर.टी. जैसे सार्वजनिक परिवहन प्रणाली की वृद्धि तथा उपभोक्ता संरक्षण, उचित भूमि उपयोग तथा परिवहन नीति के माध्यम से ईंधन के संरक्षण, भीड़-भाड़ में वाहन के रुकने की स्थिति में अंतर-वाहन अंतरालन को बनाए रखने का प्रयास, कम उम्र के बच्चों के लिए प्रशिक्षण, सिग्नलयुक्त चौराहे के बजाय गोल चक्कर और फ्लाईओवर (पुलिया) का निर्माण, चालक का प्रशिक्षण, अग्रिम ड्राइवर चेतावनी प्रणाली, चौराहे पर वाहनों के इंजन की निष्क्रियता अवधि में प्रदूषण उत्सर्जन कम करने के लिए उपयुक्त खोजपूर्ण एवं शमन के उपाय सिद्ध हुए हैं।

संदर्भ

1. Colyar J D & Roupail N M, "Measured distributions of control delay on signalized arterials", *Transportation Research Record*, (1852) 2003 1-9.
2. EPA EPA's, "New Generation Mobile Source Emissions Model : Initial Proposal and Issues", Report No. EPA420-R-01-007, (2001).
3. Parida Purnima & Gangopadhyay S, "Estimation of Fuel Loss during Idling of Vehicles at Signalized Intersections of Delhi, Technical Report, Dept. Traffic and Transportation Planning, CRR I, New Delhi, (2005).
4. Parida Purnima & Gangopadhyay S, "Estimation of Fuel Loss during Idling of Vehicles at Signalized Intersections of Delhi" *Journal of Indian Roads Congress*, Paper No. 539 (2008) 61-70.
5. CHEN Kun & YU Lei, "Microscopic Traffic Emission Simulation and Case study for evaluation of traffic control strategies", *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, **7** (1) (2007).
6. Kumar Ravindra, Durai B K, Saleh Wafaa & Boswell Colin, "Comparison and evaluation of emissions for different driving cycles of motorcycles : A note", *Transportation Research Part D*, 2011 (2011) 61-64.
7. Pandian Suresh, Gokhale Sharad, Ghoshal Alope Kumar, "Evaluating effects of traffic and vehicle characteristics on vehicular emissions near traffic intersections" *Transportation Research Part D*, **14** (2009) 180-19.
8. ZHANG Yingying, CHEN Xumei, ZHANG Xiao, SONG Guohua, HAO Yanzhao & YU Lei, "Assessing Effect of Traffic Signal Control Strategies on Vehicle Emissions", *Systems Engineering And Information Technology*, **9** (1) 2009.
9. Hallmark S L, Knapp K K & Grant C D, "Evaluating speed differences between cars, light-duty trucks and vans for emissions modeling". *Journal of Transportation Engineering - ASCE* **130** (2004) 814-817.
10. Feng X & Chen S L, "An ITS method to decrease motorvehicle pollution in urban area", *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, **2(2)** (2002) 73-77.
11. Lei Yu, Fengxiang Qiao & Fatemeh Soltani, "Testing and Modeling of Truck Emissions While Idling, SWUTC/06/167650-1, Center for Transportation Training and Research Texas Southern University burne Avenue Houston, Texas 77004, (2006).
12. Tiwari Reena, Cervero Robert, Schipper Lee, "Driving CO₂ reduction by Integrating Transport and Urban Design strategies", *Cities*, June 2011, doi:10.1016/j.cities. (2011) 05.005.
13. Schipper Lee, C Marie-Lilliu & Gorham R, "Flexing the Link Between Urban Transport and CO₂ Emissions", Prepared for the Environment Division, World Bank.Paris. International Energy Agency, (2000).
14. Meng Li, Kanok Boriboonsomsin, Guoyuan Wu, Wei-Bin Zhang & Matthew Barth, " Traffic Energy and Emission Reductions at Signalized Intersections : A Study of the Benefits of Advanced Driver Information", *International Journal of ITS Research*, **7** (1) (2009).
15. Jou Rong-Chang , Hensher David b, Wu Yuan-Chan a & Liu Jin-Long. "The willingness-to-accept in time compensation for turning off the idling engine of motorcycles at red lights in Taiwan: A short note", *Transportation Research Part D*, **16(3)** 251-256 , (2011).
16. Srinivas Mandavillia, Margaret J Rysb & Eugene R Russella "Environmental impact of modern roundabouts", *International Journal of Industrial Ergonomics*, **38** (2008) 135-142.
17. McNabola A, Broderick B M & Gill LW, "The impacts of inter-vehicle spacing on in-vehicle air pollution concentrations in idling urban traffic conditions" *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, **14(8)** (2009) 567-575.