

امکان سنجی معابر شهری برای مسیر دوچرخه سواری

رضا اسدالهی¹، بابک میربها²

- 1- کارشناس ارشد راه و ترابری، مرکز تحقیقات حمل و نقل طراحان پارسه
- 2- دانشجوی دکتری راه و ترابری، مرکز تحقیقات حمل و نقل طراحان پارسه

خلاصه

در مطالعات حمل و نقل و ترافیک شهری، مطالعات طراحی مسیر دوچرخه نیز در کنار مطالعات طراحی مسیرهای سواره رو انجام می-گیرد. در شرایطی که هدف، طراحی مسیرهای دوچرخه سواری برای شبکه حمل و نقل موجود باشد ضروری است که برخی پارامترهای مهم و مؤثر در انتخاب مسیرهای دوچرخه سواری بررسی شده و مسیرهای بالقوه دوچرخه سواری شناسایی شوند. روش-های مختلفی برای اندازه گیری و سنجش معابر شهری برای امکان دوچرخه سواری مطرح شده اند. این مقاله، به معرفی و مقایسه روش های سنجش معابر برای امکان دوچرخه سواری پرداخته و روش های مربوطه را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. نتایج بررسی و مقایسه روش های موجود نشان می دهد که برای یک سنجش جامع لازم است که همه روش ها مورد استفاده قرار گیرد تا آثار مختلف پارامترهای مؤثر لحاظ گردد.

کلمات کلیدی: دوچرخه سواری، معابر شهری، امکان سنجی، مسیر دوچرخه

1- مقدمه

مزایای منحصر بفرد دوچرخه به عنوان یک وسیله حمل و نقل شهری، امروزه در بسیاری از شهرهای دنیا شناخته شده است. این وسیله نقلیه سالم، مفید و با صرفه در سفرهای کوتاه و متوسط شهری به عنوان یک جایگزین برای اتومبیل سواری مطرح شده است. با این وجود در بسیاری از شهرهای کشور، علی‌رغم وجود فرهنگ دوچرخه سواری در گذشته و شرایط محیطی مناسب، این شیوه جابجایی شهری مورد کم- توجهی قرار گرفته است. گسترش دوچرخه سواری مستلزم رفع موانع توسعه آن است. این موانع عمدتاً شامل مسائل فرهنگی، کمبود تسهیلات دوچرخه سواری و ملاحظات اقتصادی است [1]. طراحی و ارائه یک الگوی شبکه حمل و نقل دوچرخه بر اساس معیارها و پارامترهای مؤثر در تسهیلات دوچرخه سواری یکی از اقدامات زیربنایی است که در جهت توسعه و گسترش حمل و نقل دوچرخه نسبت به سایر روش- های متداول حمل و نقلی است [2].

عواملی همچون شکل دوچرخه، قابلیت‌های انسانی، توپوگرافی منطقه، آب و هوای مساعد، ملاحظات شهری، ایمنی، امنیت، ملاحظات اجتماعی و عوامل اقتصادی در کاربرد دوچرخه تأثیر دارند. جهت استفاده از حمل و نقل دوچرخه سواری بایستی تمامی عوامل مؤثر در کاربرد آن مورد بررسی قرار گیرد. برخی از این عوامل بصورت کمی و برخی دیگر بصورت کیفی مطرح می‌شود. برای اینکه در یک کلان- شهر، یک شبکه حمل و نقل یکپارچه دوچرخه سواری طراحی و پیاده‌سازی شود، لازم است تمامی معیار مستعد و دارای پتانسیل مسیر دوچرخه مورد ارزیابی قرار گیرد. معیارها و پارامترهای هندسی و فیزیکی مسیرهای دوچرخه (شامل شیب منطقه، عرض معبر، رویه مسیر، تعداد تقاطع‌ها، حجم و سرعت ترافیک، حجم عبور عابر پیاده و یکطرفه بودن خیابان‌ها) عمدتاً دارای مقادیر کمی بوده و پارامترهای شهرسازی (شامل وضوح، ایمنی و امنیت، کیفیت هوا، سرپناه، نگهداری و نظافت، جاذبه و تمایل) عمدتاً دارای مقادیر کیفی هستند [4]. در این مقاله تعریفی از روش‌های موجود سنجش امکان‌پذیری معابر شهری برای مسیر دوچرخه سواری ارائه می‌شود و در ادامه این روش‌ها از لحاظ دوچرخه سواری مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته و ملاحظات اصلاحی پیشنهاد می‌گردد.

2- روش‌های تعیین معابر مناسب شهری برای دوچرخه سواری

معیار شهری بسته به شرایط فیزیکی، ترافیکی، شهرسازی و هندسی برای دوچرخه سواری می‌تواند مناسب و یا حتی خطرناک هم باشد. عمدتاً روش‌های سنجش مناسب بودن مسیر دوچرخه به درک دوچرخه سوار از مسیر بستگی دارد. این درک و شناخت شامل حجم ترافیک، سرعت ترافیک، شرایط روسازی و عرض معبر می‌شود. این شناخت یک عامل اصلی درانتخاب مسیر دوچرخه است. میزان مناسب بودن یک مسیر با سطح سرویس (LOS) بیان می‌شود که مقداری در محدوده A تا F است [5]. روش‌های سنجش مناسب بودن معابر برای دوچرخه می‌تواند در موارد زیر مورد استفاده قرار گیرد: 1- شناسایی اتصال‌های

پیدا و پنهان، 2- مقایسه انتخاب‌های گوناگون طراحی، 3- اولویت‌بندی پروژه‌های تسهیلات دوچرخه، 4- توسعه نقشه مسیرهای مناسب دوچرخه‌سواری و 5- ارزیابی پروژه‌ها و تهیه اعتبار مناسب برای ایجاد مسیرهای مناسب. از شاخص‌های مناسب بودن راه برای دوچرخه، شاخص سازگاری دوچرخه $(BCI)^1$ و سطح سرویس دوچرخه $(BLOS)^2$ است [4 و 6]. وزارت حمل و نقل ایلینوی $(IDOT)$ معیار نقشه دوچرخه‌سواری را به عنوان شاخص سنجش راه‌های مناسب برای دوچرخه و اتحادیه دوچرخه‌سواری شیکاگو (CBF) ، نیز روشی برای سنجش آن ارائه کرده است. بارسوتی و جین کیلگوره، شاخصی برای سنجش مناسب بودن مسیرهای کناری $(SPSM)$ ارائه کرده‌اند که در ادامه به بررسی و ارزیابی آنها پرداخته می‌شود.

2-1- شاخص سازگاری دوچرخه [3]

بر اساس تحقیقات سورتون و والش، شاخص سازگاری دوچرخه (BCI) در سال 1998 توسط $FHWA$ ارائه شد. این شاخص اجزای راه را مورد بررسی قرار می‌دهد، نه تقاطع‌ها را. در این شاخص هشت متغیر برای درک ایمنی مسیر مورد استفاده قرار گرفته و دوچرخه‌راه و شانه‌های روسازی شده بالای 3 فوت را مهم تلقی می‌کند. رابطه ریاضی این شاخص به شرح زیر است:

$$BCI = 3.67 - 0.966(BL) - 0.410(BLW) - 0.498(CLV) + 0.002(CLV) + 0.0004(OLV) + 0.022(SPD) + 0.506(PKG) - 0.264(AREA) + AF \quad (1)$$

که در آن: BL = اگر دوچرخه‌راه یا شانه روسازی شده بزرگتر از 0/9 متر باشد = 1، در غیر این صورت = 0

PKG = در صورت وجود خط پارکینگ با بیش از 30% تملک = 1، در غیر این صورت = 0

BLW = عرض دوچرخه راه یا شانه روسازی شده (متر) CLW = عرض خط کنار جدول (متر)

CLV = حجم خط کنار جدول در یک جهت (وسیله‌نقلیه در ساعت) OLV = حجم خطوط دیگر در جهت مشابه (وسیله‌نقلیه در ساعت)

SPD = سرعت ترافیک 85مین درصد (کیلومتر در ساعت) AREA = نوع توسعه کنار راهی: مسکونی = 1، سایر = 0

Ft = ضریب اصلاح برای حجم کامیون AF = Ft + Fp + Frt

Fp = ضریب اصلاح برای پارکینگ برگشتی Frt = ضریب اصلاح برای حجم گردش به راست

مقدار AF از جمع سه ضریب اصلاح (برای حجم کامیون، پارکینگ برگشتی و حجم گردش به راست) مطابق جدول (1) قابل محاسبه است.

جدول 1- مقادیر ضرایب اصلاح در رابطه شاخص سازگاری دوچرخه

Frt	حجم ساعتی گردش به راست	Fp	محدوده زمان پارک (دقیقه)	Ft	حجم ساعتی کامیون سنگین خط عبور کنار جدول
0.1	≥ 270	0.6	< 15	0.5	≥ 120
0	< 270	0.5	16-30	0.4	60-119
		0.4	31-60	0.3	30-59
		0.3	61-120	0.2	20-29
		0.2	121-240	0.1	10-19
		0.1	241-480	0	< 10
		0	> 480		

1. Bicycle Compatibility Index

2. Bicycle Level Of Service

جدول (2) میزان سطح سرویس و مناسب بودن دوچرخہ را بہ ازای مقادیر مختلف شاخص سازگاری دوچرخہ (BCI) ارائه می دهد. چنانچہ مشاهده می شود، شش محدوده مختلف برای مقدار این شاخص تعیین شده کہ متناظر سطوح سرویس A تا F و، بہ ترتیب، معادل بشدت بالا تا بشدت پایین است.

جدول 2- میزان سطح سرویس و مناسب بودن مسیر براساس شاخص BCI

>5.30	4.41- 5.30	3.41- 4.40	2.31- 3.40	1.51- 2.30	≤1.50	مقدار BCI
F	E	D	C	B	A	سطح سرویس
بشدت پایین	خیلی پایین	نسبتاً پایین	نسبتاً بالا	خیلی بالا	بشدت بالا	میزان مناسب بودن

2-2- سطح سرویس دوچرخہ [5]

لندیس و همکاران¹ در سال 1997 با استفاده از تکنیک های مختلف محاسبه سطح سرویس دوچرخہ را توسعه داد. در این روش بجای عکس العمل راکب در یک شرایط مجازی از یک مسیر واقعی استفاده شد. سطح سرویس دوچرخہ (BLOS) خیلی شبیه BCI در حساسیت بہ عرض خط عبور کنار جدول است. در این روش وابستگی حجم ترافیک بصورت لگاریتمی با تغییر در سطح ترافیک کم و متوسط افزایش می یابد. افزایش عرض خط دوچرخہ و شانہ روسازی شدہ نسبت بہ BCI نمرة BLOS را بیشتر تحت تأثیر قرار می دهد. در این روش از نوع پارکینگ حاشیہ ای و حجم گردش بہ راست صرف نظر شدہ ولی سطح روسازی و ترافیک وسایل نقلیہ سنگین اثرات عمدہ ای در برآورد آن دارد. از این مدل بیشتر در کلان شہر ها استفاده می شود.

$$BLOS = 0.507 \ln(Vol_{15}/L_n) + 0.199 SP_t (1+10.38HV)^2 + 7.066(1/PR_5)^2 - 0.005 W_e^2 + 0.760 \quad (2)$$

کہ در آن:

$$Vol_{15} = \text{حجم ترافیک جہتی در 15 دقیقہ، برابر } (ADT * D * K_d) / (4 * PHF)$$

$$SP_t = \text{سرعت مجاز مؤثر، برابر } 1.1199 \ln(SP_p - 20) + 0.8103 \quad (\text{سرعت مجاز قبلی})$$

$$PR_5 = \text{نمرہ FHWA برای شرایط روسازی (5 بہترین شرایط روسازی)}$$

$$ADT = \text{متوسط ترافیک روزانہ}$$

$$K_d = \text{اوج ضریب روزانہ (فرض می شود = 0/1)}$$

$$L_n = \text{تعداد خطوط مستقیم جہتی}$$

$$W_e = \text{میانگین عرض مؤثر خط مستقیم کناری}$$

$$W_e = W_v + W_l (1 - 2 * OSPA) \quad \text{Wl} > 0 \text{ \& } W_{ps} = 0 \text{ جائیکہ}$$

$$W_e = W_v + W_l - 2 (10 * OSPA) \quad \text{Wl} > 0, W_{ps} > 0 \text{ جائیکہ}$$

$$W_t = \text{کل عرض خط کناری و شانہ روسازی شدہ}$$

$$W_l = \text{عرض روسازی بین لبہ خط کناری و لبہ روسازی}$$

$$W_v = W_t \quad \text{اگر } ADT > 4000 \text{ وسیلہ نقلیہ در روز}$$

$$W_v = W_t (2 - (ADT/4000)) \quad \text{اگر } ADT < 4000$$

جدول (3) سطح سرویس را بہ ازای مقادیر مختلف محدوده شاخص سطح سرویس دوچرخہ (BLOS) ارائه می دهد.

جدول 3- میزان سطح سرویس و مناسب بودن مسیر براساس شاخص BLOS

>5.50	4.51- 5.50	3.50- 4.50	2.51- 3.50	1.51- 2.50	<1.50	محدوده BLOS
F	E	D	C	B	A	سطح سرویس

3-2 - معیار نقشه دوچرخه (وزارت حمل و نقل ایلینوی) [7]

این روش قبل از سایر الگوریتمها توسط وزارت حمل و نقل ایالت ایلینوی (IDOT) ارائه شده و از سال 1994 در راههای ایالتی، استانی و شهری ایالت ایلینوی مورد استفاده قرار گرفته است. چهار معیار شامل نوع روسازی، عرض خط، شانه روسازی شده و متوسط ترافیک روزانه به سه محدوده تقسیم شده است. جدول (4) مقادیر مربوط به هر کدام از معیارهای موردنظر را در این روش نشان می دهد.

جدول 4- مقادیر عوامل پیشنهادی توسط شاخص IDOT

متوسط ترافیک روزانه در خط			عرض شانه (روسازی شده)			عرض خط			سطح راه			معیار
>2000	750- 2000	<750	none	1'-3'	≥4'	<10'	10'- 11.9'	≥12'	کثیف و روغنی	پایین	بالا	شرح
0.028	0.082	0.374	0.012	0.033	0.132	0.019	0.052	0.189	0.006	0.019	0.054	مقدار

مقادیر بدست آمده از جدول (4) را با هم جمع کرده و حاصل آن بصورت نتیجه قابل اظهار طبق جدول (5) توسط وزارت حمل و نقل ایلینوی ارائه می شود. در این روش: 1- راههای سبز / خوب: بسیار مناسب برای دوچرخه سواری بخصوص برای افراد با تجربه و متوسط است، 2- راههای زرد / متوسط: برای دوچرخه سواری مخاطره آمیز است ولی برای افراد باتجربه و افرادی که با حفظ ایمنی و مراقبت لازم توانایی دوچرخه سواری در شرایط پرترافیک را دارند مناسب است و 3- راههای قرمز / بد: باید از دوچرخه سواری در آنها جلوگیری شود.

جدول 5- سنجش مناسب بودن مسیر با شاخص IDOT

بیشتر از 2000 (یا 200 کامیون)		کمتر از 2000 (یا 200 کامیون)		متوسط ترافیک روزانه بر خط	
>0.300	≤0.300	>0.300	≤0.300	نمره IDOT	نمره IDOT
زرد / متوسط	قرمز / بد	زرد / متوسط	قرمز / بد	رتبه	رتبه

4-2 - معیار نقشه دوچرخه (اتحادیه دوچرخه سواری شیکاگو) [8]

این روش (CBF) در سال 2000 برای اتحادیه دوچرخه سواری شیکاگو و کلان شهر شیکاگو طراحی و ارائه شد. در این روش تنها پارامترهای حجم ترافیک، سرعت ترافیک و عرض خط کناری جدول (بعلاوه شانه روسازی شده/عرض دوچرخه راه) مورد استفاده قرار گرفته است. نمره ارائه شده در این روش در چهار

سطح ارائه می شود. شاخص ارائه شده به سرعت ترافیک و عرض دوچرخه راه / شانه روسازی شده بستگی دارد. همچنین ممکن است که به عرض خط کناری جدول نیز بستگی شدیدی داشته باشد. در این روش، راه های سبز پیشنهاد می شود، راه های زرد کمی قابل پیشنهاد بوده ولی راه های قرمز دارای مخاطره برای دوچرخه سواری است.

جدول 6- سنجش مناسب بودن مسیر با شاخص CBF به ازای عرض دوچرخه راه / شانه روسازی شده

بالای 5000		1250-5000			500-1250			زیر 500			ADT/Lane	
											عرض- خط	سرعت
1 1 1		1 1 1			1 1 1			1 1 1			/	
4 3 2		4 3 2			4 3 2			4 3 2				
زرد	قرمز	سبز			زرد	سبز			سبز			زیر 35 مایل بر سرعت
قرمز	غیر پیشنهادی	زرد			قرمز	سبز	زرد	سبز			35-45 مایل بر سرعت	
قرمز	غیر پیشنهادی	زرد	قرمز	غیر پیش نهادهی	سبز	زرد	قرمز	سبز	زرد	45-50 مایل بر سرعت		
غیر پیشنهادی بدون شانه روسازی شده		قرمز	غیر پیشنهادی			سبز	زرد	قرمز	سبز	زرد	بالای 50 مایل بر سرعت	

2-5- معیار مناسب بودن مسیر کناری برای دوچرخه [9]

روش معیار مناسب بودن مسیر کناری برای دوچرخه $SPSM$ ¹ که توسط بارسوتی و جین کیلگوره در سال 2001 در کنفرانس حمل و نقل شیکاگو ارائه شد، اساس کار را بر پایه ارائه شش نمره برای ارزیابی راه جهت مناسب بودن برای دوچرخه گذاشته است. شش نمره این روش به صورت زیر بدست می آید.

1. نمره ترافیک تقاطع: حجم و سرعت ترافیک بطور قابل ملاحظه تحت تأثیر تداخل وسایل نقلیه گردشی است (رابطه 3).

$$ITS = Spd * Vol * [R + (2A) + (4B)] / M \quad (3)$$

که در آن:

ITS = نمره ترافیک تقاطع

R = تعداد تقاطعات مسکونی در اجزای مسیر کناری

A = تعداد تقاطعات تجاری و خیابان های فرعی (کمتر از 1000 ADT)

B = تعداد تقاطعات تجاری و خیابان های اصلی (بیشتر از 1000 ADT)

M = طول اجزاء (مایل)

Spd = ضریب سرعت مجاز، برای خیابان های موازی: کمتر از 30 مایل بر ساعت = 1، 30-45 = 2، بیش از 45 = 2

Vol = ضریب ترافیک ADT، برای خیابان های موازی: کمتر از 2000 = 1، 2000-10000 = 2 و بیش از 10000 = 3

امتیاز مناسب بودن براساس نمره ترافیک تقاطع طبق جدول (7) خواهد بود.

جدول 7- امتیاز مؤثر در مناسب بودن مسیر براساس نمره ترافیک تقاطع ITS

>240	201-240	161-200	121-160	81-120	41-80	1-40	0	نمره ترافیک تقاطع ITS
7	6	5	4	3	2	1	0	امتیاز

- پیوستگی: عدم پیوستگی وضعیت نامطلوب تلقی شده و در صورت وجود ناپیوستگی اصلی در مسیر، چهار امتیاز به آن اضافه می شود.
- برش در جدول کناری: اگر جدول کناری دارای برش نباشد باعث می شود تا دوچرخه سوار فقط در تقاطع ها دقت بیشتری داشته باشد. در غیر این صورت توجه دوچرخه سوار در تقاطع ها، از مشاهده برش جدول کمتر قابل احساس خواهد بود. لذا در صورت وجود برش در جدول کناری نیز سه امتیاز اضافه می گردد.
- استفاده عابر پیاده: عموماً مسیر کناری مورد استفاده همزمان دوچرخه سوار و عابر پیاده قرار می گیرد. افزایش نامناسب عرض مسیر موجب افزایش سرعت دوچرخه سوار شده و احتمال بروز تصادف با عابر پیاده می شود. جدول (8) مقدار افزایش امتیاز به نمره کل شاخص براساس افزایش عرض مسیر کناری (در سه تقسیم بندی اغلب، بعضی اوقات و نادر) در طول مسیر را نشان می دهد.

جدول 8- امتیاز مؤثر در مناسب بودن مسیر براساس معیار افزایش عرض مسیر کناری

نرخ افزایش عرض		اغلب (زیاد)		بعضی اوقات (متوسط)		نادر (کم)	
عرض مسیر (فوت)	0-5	6-7	>7	0-5	6-7	0-5	>5
امتیاز	4	2	1	2	1	0	0

- وجود خط کشی عرضی عابر پیاده: در این روش در صورت نیاز به خط کشی ولی عدم وجود خط کشی برای عابرین پیاده دو امتیاز، در صورت وجود برخی خطوط خط کشی یک امتیاز و در صورت وجود تمام معابر پیاده روی بصورت خط کشی شده صفر امتیاز اضافه می شود و برای هر اجزاء این مقادیر میانگین گرفته می شود.
 - مسیر کناری تقاطعات/ جداکننده راه: طبق پیشنهاد AASHTO مسیرهای کناری بایستی در تقاطعات از راه های موازی بسته باشند. در این روش پنج امتیاز در شرایط توقف کامل، سه امتیاز برای وجود عرض های بسته کافی برای راه موازی و یک امتیاز برای حالت تمام بسته در نظر گرفته می شود.
- نمره نهایی مناسب بودن مسیر، از جمع امتیازات شش گانه برای دوچرخه سواری به صورت جدول (9) خواهد بود.

جدول 9- مناسب بودن مسیر با شاخص *SPSM*

نمبره	0-7	8-9	10-11	12 و بیشتر
مناسب بودن مسیر کناری	بسیار مناسب	کمی مناسب	کمتر مناسب	نامناسب

3- مقایسه روش‌های امکان‌سنجی معابر شهری برای دوچرخه‌سواری

معیارهای اصلی در شاخص‌های سنجش مناسب بودن مسیر شامل عرض خطوط عبور و دوچرخه‌راه، حجم و سرعت ترافیک موجود، کاربری کناری مسیر و کیفیت روسازی می‌شود. در شاخص *BCI* وجود دوچرخه‌راه در نمره نهایی اثر قابل ملاحظه‌ای دارد. حجم ترافیک و بخصوص سرعت ترافیک نیز بطور قابل ملاحظه در آن مؤثرند. متمایزترین معیار مؤثر در این شاخص نسبت به شاخص‌های دیگر، نوع کاربری کناره راه (مسکونی) است، که البته جای بررسی داشته و آن اینکه کاربری مراکز تفریحی و خوش منظره مثل پارک‌ها، فضاهای سبز، کنار رودخانه‌ها و حریم راه‌آهن در تعیین میزان مناسب بودن مسیر برای دوچرخه‌سواری در این شاخص در نظر گرفته نشده است. در عوض توجه ویژه‌ای به حجم کامیون‌ها، نوع و شیوه پارک حاشیه‌ای و نیز حجم گردش به راست به عنوان عوامل مختل در دوچرخه‌سواری شده است. این شاخص با تعیین شش محدوده برای شاخص سازگاری دوچرخه‌سواری، سطح سرویس *A* تا *F* را به ترتیب بشدت مناسب تا بشدت نامناسب تعیین می‌کند. اشکال عمده این روش را می‌توان در عدم تأثیر کیفیت روسازی، وجود تقاطعات همسطح، حجم عبور عابرین پیاده و نوع کاربری‌های مختلف کناری مسیر بیان کرد. همچنین در این روش و حتی روش‌های دیگر اثر زیبایی شناختی و ملاحظات شهرسازی در تعیین میزان مناسب بودن مسیر برای دوچرخه‌سواری در نظر گرفته نشده است.

در شاخص *BLOS* به حجم ترافیک عبوری و بخصوص عرض خط کناری توجه ویژه‌ای شده است. تا حدودی می‌توان گفت که این شاخص براساس حجم و سرعت ترافیک، عرض خطوط و کیفیت روسازی پایه‌گذاری شده است. هرچند عرض مؤثر در پارکینگ حاشیه‌ای در تعیین نمره نهایی شاخص مؤثر است، ولی وجود پارکینگ حاشیه‌ای در تعیین میزان مناسب بودن مؤثر نیست. همچنین اثر معیارهای دیگری از جمله کاربری کناری مسیر، وجود تقاطعات همسطح، حجم عابرین پیاده، زیبایی‌شناختی مسیر و سایر ملاحظات شهرسازی در این شاخص دیده نشده است. وجود دوچرخه‌راه در این روش به اندازه روش *BCI* در تعیین میزان مناسب بودن مسیر مؤثر نیست. این شاخص نیز با تعیین شش محدوده برای سطح سرویس دوچرخه، میزان مناسب بودن مسیر را می‌سنجد. شباهت زیادی در تعیین محدوده‌ها و بدست آوردن سطح سرویس میان دو شاخص اخیر وجود دارد ولی به نظر می‌رسد دقت اندازه‌گیری در روش *BCI* بیشتر از روش *BLOS* می‌باشد.

در شاخص *IDOT* به حجم ترافیک عبوری نسبت به سایر معیارهای دیگر توجه ویژه‌ای شده است. این شاخص براساس معیارهای کیفیت روسازی، عرض خط عبوری، عرض شانه روسازی شده و حجم ترافیک

عبوری استوار است. نسبت به شاخص اخیر، این شاخص‌ها برای سنجش میزان مناسب بودن مسیر دوچرخه‌سواری محدود به چند معیار بوده و به گستردگی آنها نیست. در این شاخص اثری از سرعت وسایل نقلیه نیست، که عامل مهمی در تعیین میزان استفاده از مسیر برای دوچرخه‌سواری است. همچنین سایر پارامترهای مؤثر در شاخص سنجش از جمله پارکینگ حاشیه‌ای، کاربری کناری مسیر، حجم کامیون عبوری، تعداد تقاطعات، حجم عابرین پیاده و زیباشناختی مسیر در نظر گرفته نشده است. تفاوت عمده دیگری که این روش نسبت به روش *BLOS* دارد در نوع تأثیر و نحوه سنجش کیفیت روسازی مسیر است. در روش *BLOS* کیفیت روسازی براساس 5 نمره‌ای است که آشتو در تعیین کیفیت روسازی ارائه کرده است. ولی در این روش 3 دامنه برای سنجش کیفیت روسازی بصورت کیفیت بالا، کیفیت پایین و کثیف و روغنی در نظر گرفته شده است. در نهایت این روش با ارائه سه دامنه برای نمره نهایی *IDOT*، سه وضعیت قرمز، زرد و سبز را برای امکان دوچرخه‌سواری در نظر گرفته است. از آنجا که این شاخص به حجم ترافیک عبوری حساس است، در صورتی که میانگین ترافیک روزانه در خط بیش از 2000 باشد، امکان دوچرخه‌سواری مناسب و خوب (سبز) نخواهد بود و فقط دو حالت زرد و قرمز برای نمره به ترتیب بیش از 0/3 و کمتر از 0/3 در نظر گرفته می‌شود.

شاخص *CBF* مشابه شاخص *IDOT* می‌باشد با این تفاوت که در این شاخص کیفیت روسازی در نظر گرفته نشده ولی سرعت ترافیک عبوری یکی از پارامترهای مؤثر در تعیین میزان مناسب بودن مسیر برای دوچرخه‌سواری است. معیارهای عمده تشکیل‌دهنده این شاخص شامل حجم و سرعت ترافیک عبوری است ولی عرض خط عبور در حجم و سرعت بالا مؤثر است. از جمله اشکالات این روش عدم لحاظ سایر پارامترها بخصوص در حجم و سرعت پایین است. معیارهایی مثل عرض دوچرخه‌راه، کاربری کناری مسیر، وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای، کیفیت روسازی، حجم عابرین پیاده، تعداد تقاطعات و زیباشناختی در این روش لحاظ نشده است. این روش شاخص مناسبی برای تعیین اثر حجم ترافیک عبوری و سرعت وسایل نقلیه بر روی مسیر جهت دوچرخه‌سواری است. این روش چهار وضعیت را برای امکان دوچرخه‌سواری پیشنهاد می‌کند: وضعیت‌های سبز، زرد، قرمز و غیر پیشنهادی، چهار جواب میزان مناسب بودن مسیر برای دوچرخه‌سواری است. دامنه تعیین میزان مناسب در این روش نسبت به روش اخیر یک مورد بیشتر بوده ولی نسبت به دو شاخص اول (با شش دامنه یا سطح سرویس) کمتر است.

شاخص *SPSM* که برای سنجش میزان مناسب بودن مسیر کناری برای دوچرخه‌سواری بکار می‌رود برپایه شش اصل استوار است. در این روش عرض خط کناری، حجم ترافیک، سرعت عبوری، تعداد تقاطعات، شرایط جدول کناری و حجم عابرین پیاده بیشترین اثر را در سنجش مسیر دربر می‌گیرند. پیوستگی مسیر کناری و عدم توقف‌های مکرر در اثر وجود تقاطعات در مسیر در تعیین نمره نهایی شاخص مؤثر است. عامل مهم دیگری که بر خلاف روش‌های دیگر در این روش مورد استفاده قرار گرفته است اثر عرض زیاد مسیر کناری در افزایش فضای کاذب به دوچرخه‌سواران و افزایش بی‌رویه سرعت دوچرخه‌سواری

است. این عامل در سایر روشها اصولاً مورد توجه قرار نگرفته است. در این روش تعداد تقاطعات در نوع کاربری‌های کناری عاملی است که در امتیاز ترافیک تقاطع مؤثر است ولی کاربری کناری مسیر در نمره نهایی آن بی‌تأثیر است. تأثیر معیارهایی از جمله عرض دوچرخه‌راه و شانه، وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای، حجم کامیون عبوری و کیفیت روسازی در نظر گرفته نشده است این روش نیز همانند روش اخیر چهار دامنه برای نشان دادن میزان مناسب بودن مسیر برای دوچرخه‌سواری ارائه کرده است. هرچند در این روش به وضعیت جدا بودن مسیر کناری از سایر خطوط اهمیت ویژه‌ای داده شده است ولی به نظر می‌رسد که دو معیار کیفیت روسازی و کاربری کناری مسیر نیز از عوامل مؤثر در تعیین میزان مناسب بودن مسیر می‌باشند. در جدول (10) مقایسه اهم عوامل مؤثر در تعیین میزان مناسب بودن مسیر صورت گرفته است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود سطح هم‌پوشانی بین شاخص‌ها عمدتاً در عرض خط کناری، حجم و تا حدودی در سرعت ترافیک عبوری است. همچنین مشاهده می‌شود که هیچ یک از شاخص‌های ارائه شده جهت سنجش یک مسیر برای دوچرخه‌سواری کامل و پوشش‌دهنده تمامی پارامترها نبوده و هر یک از آنها بر پایه یک یا چند مورد از پارامترها بوده و اثر سایر پارامترها را یا کم‌رنگ در نظر گرفته و یا اینکه نادیده گرفته است. مشخصاً هیچ یک از این پارامترها در مورد زیباشناختی مسیر و جاذبه آن صحبت به میان نیاورده و از اثر ایمنی و امنیت در تعیین میزان مناسب بودن مسیر چشم‌پوشی شده است. حال آنکه علاوه بر ضوابط هندسی و ترافیکی، عوامل جاذبه‌ای و شهرسازی نیز در مناسب بودن یک مسیر برای دوچرخه‌سواری مؤثر است.

جدول 10- مقایسه عوامل مؤثر در شاخص‌های سنجش انواع روش‌ها

شاخص سنجش مناسب بودن					پارامتر	ردیف
SPSM	CBF	IDOT	BLOS	BCI		
					عرض دوچرخه‌راه	1
					عرض شانه روسازی شده	2
					عرض خط کناری	3
					حجم ترافیک	4
					سرعت ترافیک	5
					وجود خط پارکینگ	6
					نوع کاربری کنار راه	7
					زمان پارک	8
					حجم گردش به راست	9
					حجم کامیون سنگین خط کناری	10
					تعداد خط عبور در یک جهت	11
					کیفیت روسازی	12
					تعداد تقاطع‌ها	13
					شرایط جدول کناری	14
					شرایط عابر پیاده	15
					زیبایی شناختی	16
					ایمنی و امنیت	17

روشهای *BCI* و *BLOS* از روش‌های قابل اعتماد و عمومی برای سنجش میزان مناسبت مسیر می‌باشند. سایر روش‌ها نیز دارای اهمیت و جایگاه سنجش بوده و مورد استفاده ایالت‌ها و مجریان طرح‌های توسعه مسیر دوچرخه‌سواری می‌باشد. ولی همان‌طور که در جدول (10) نشان داده شده هر کدام از این روش‌ها در استفاده از پارامترهای مؤثر، اساس را بر پایه تأثیر پارامترهایی گذاشته‌اند که در شاخص دیگر صورت نگرفته است. این خود عاملی است که بتوان اثر هر یک از این پارامترها را توسط شاخص مربوط به آن پارامتر سنجید. برای اینکه یک مسیری از نظر تمامی پارامترها برای امکان دوچرخه‌سواری سنجیده شود لازم است که توسط تمامی شاخص‌ها سنجیده شده و تأمین‌کننده تمام پارامترها باشد. لازمه این کار این است که دامنه تعیین میزان مناسب بودن این شاخص‌ها به یک محدوده مشترک تقسیم‌بندی شود تا میزان مناسب بودن به صورت یک مقدار معین برای هر یک از شاخص‌ها معین گردد. بدین منظور بهتر است که دامنه روش‌های *CBF*، *IDOT* و *SPSM* که دارای سه یا چهار محدوده می‌باشد در قالب دو روش اول شش محدوده تعیین شده و بصورت سطح سرویس بیان گردد. هرچند بعضی از پارامترها مثل ایمنی و امنیت دوچرخه‌سوار در هیچ یک از شاخص‌ها در نظر گرفته نشده است ولی می‌توان برای پارامترهای تعیین شده در پنج شاخص معرفی شده یک قضاوت مناسبت مسیر برای دوچرخه‌سواری انجام داد مشروط بر آنکه آن مسیر توسط تک تک این شاخص‌ها سنجیده شده و دارای یک مقدار مشترک حاصل از سنجش این شاخص‌ها باشد.

4- جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مقاله پنج شاخص اندازه‌گیری مناسب بودن مسیر از روش‌های موجود، برای دوچرخه‌سواری مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. با بررسی و مطالعه این شاخص‌ها ویژگی‌های نسبی هر یک مشخص شد. *BLOS* بیشتر تحت تأثیر حجم ترافیک وسایل نقلیه سنگین است و هر چند شباهت زیادی به روش *BCI* دارد ولی روش *BCI* نیز متأثر از عرض خط و نیز شرایط پارکینگ حاشیه‌ای است. در روش *IDOT* فقط پارامترهای ترافیک، عرض خط و شرایط روسازی مؤثر است ولی در روش *CBF* سرعت و حجم ترافیک دو عامل مؤثر هستند. در روش *SPSM* نیز که برای مسیر کناری نمره‌دهی می‌شود عمدتاً نقش تقاطع در تعیین نمره بیش از سایر پارامترهای دیگر است. هدف تمام این شاخص‌ها سنجش میزان مناسب بودن مسیر برای دوچرخه‌سواری است، ولی هر کدام براساس پارامترهای مختلف و با ضریب متفاوت به این سنجش پرداخته‌اند. از اینرو، باتوجه به هدف مورد نظر (در صورت تأکید بر یک پارامتر) باید از این شاخص‌ها استفاده شود. در غیر این صورت و در شرایط ثابت، روش دقیق و جامع برای اندازه‌گیری مناسب بودن مسیرهای موجود برای دوچرخه‌سواری استفاده از تمام این شاخص‌هاست. برای این منظور یکسان‌سازی دامنه خروجی شاخص به یک محدوده مشترک جهت ارزیابی و مقایسه نتایج الزامی است. بدین ترتیب مسیرهای مورد مطالعه برای مناسب بودن دوچرخه‌سواری توسط یکایک این شاخص‌ها مورد

ارزیابی قرار گرفته و نمره نهایی آن حاصل میانگین نمرات بدست آمده توسط شاخص‌های مذکور خواهد بود. در ادامه پیشنهاد می‌شود که جهت انعطاف و قدرت بیشتر، ترکیبی از شاخص‌های فوق جهت سنجش راه‌ها برای امکان دوچرخه‌سواری تدوین شده و مورد استفاده قرار گیرد. در این زمینه بنظر می‌رسد که بخصوص استفاده از مفاهیم مجموعه‌های فازی مفید و موثر باشند.

5- مراجع

1. مهندسین مشاور گذرراه، 1384، "تسهیلات دوچرخه سواری، مبانی و معیارهای فنی برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری"، معاونت آموزش سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران.
2. شیخ‌الاسلامی، ع، 1374، "مطالعات طرح ایجاد شبکه دوچرخه‌سواری به عنوان یک روش حمل و نقل شهری"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهندسی راه و ترابری، دانشگاه علم و صنعت ایران.
3. Chicago Area Transportation Study, Destination 2020, "Summary of Destination 2020. An overview of the Regional Transportation Plan". (Chicago, IL 1997)
4. American Association of State Highway and Transportation Officials, Guide for the Development of Bicycle Facilities (Washington DC, AASHTO, 1999).
5. Landis, Bruce, "Real-Time Human Perceptions: Toward a Bicycle Level of Service," Transportation Research Record 1578 (Washington DC, Transportation Research Board, 1997).
6. " Federal Highway Administration University Course on Bicycle and Pedestrian Transportation, Final Report," Publication No. FHWA-HRT-05-133 , July 2006
7. Illinois Department of Transportation memo by Craig Williams, September 5, 1994
8. Chicagoland Bicycle Federation memo by Randy Neufeld and Ed Barsotti, August 2000
9. Ed Barostti, Gin Kilgore, "The Road Network is the Bicycle Network: Bicycle Suitability Measures for Roadways and Sidepaths" 2001)

Cycling feasibility of the urban roads

R. Asadollahi, M.Sc, Tarrahan Parseh Transportation Research center
B. Mirbaha, PhD candidate, Tarrahan Parseh Transportation Research center
rezaasadollahi@yahoo.com
bmirbaha@gmail.com

Abstract:

In urban Transportation & traffic studies, bikeway design studies are carried out along with roadway design studies. In case that the goal is to design the bikeway paths for the existing transportation network, it is necessary to study the critical & effective parameters in selecting bikeway routes & to identify the potential routes suitable for biking. Various methods have been introduced to measure the feasible urban paths for biking. This article will assess the measurement indices of bikeways & analyze & compare the existing methods. The results of the comprehensive study show that an accurate evaluation needs all of the indices be estimated to understand the individual impacts of effective parameters.

Keywords: Bicycling, urban roads, feasibility, Bikeway.