

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# مهندسی ترابری و ترافیک

(جلد اول - ترابری)

«چاپ سوم»

نگارندگان:

سی. جوتین خیستی و بی. کنت لال

مترجم: دکتر محمود صفارزاده

1395



سرشناسه: خیستی، سی، جوتین، 1928 - م. Khisty, C. Jotin

عنوان و نام پدیدآور: مهندسی ترابری و ترافیک/نگارندگان سی، جوتین خیستی، بی. کنت لال؛ مترجم محمود صفارزاده.

وضعیت ویراست: [ویراست 2].

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه تربیت مدرس، مرکز نشر آثار علمی، 1395.

مشخصات ظاهری: ج 2: مصور، جدول، نمودار.

شابک: دوره: 3-31-3-978-600-5394-31-3؛ ج 1: 0-32-0-978-600-5394-32-0؛ ج 2: 2-33-7-978-600-5394-33-7

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی: Transportation engineering an introduction, 3rd ed., c2003.

یادداشت: کتاب حاضر نخستین بار تحت عنوان «مهندسی ترابری و ترافیک» در سال 1381 به چاپ رسیده است.

یادداشت: چاپ سوم. یادداشت: کتابنامه یادداشت: واژه نامه یادداشت: نمایه.

مدرجات: ج 1. ترابری. -- ج 2. ترافیک. عنوان دیگر: مهندسی ترابری. موضوع: حمل و نقل -- مهندسی

شناسه افزوده: لال، بی. کنت، شناسه افزوده: Lall, B. Kent. شناسه افزوده: صفارزاده، محمود، 1342-، مترجم

شناسه افزوده: دانشگاه تربیت مدرس. مرکز نشر آثار علمی.

رده‌بندی کنگره: 9 م 9 ک / TA1145 رده‌بندی دیویی: 04/629 شماره کتاب‌شناسی ملی: 2315765

### مهندسی ترابری و ترافیک (جلد اول - ترابری) «چاپ سوم»

نگارندگان: سی، جوتین خیستی و بی، کنت لال

مترجم: دکتر محمود صفارزاده

ویراستار ادبی و فنی: حمید سی ستار

طراح جلد: دکتر سید نجم الدین امیر شاه کرمی

حروفچینی: فرشته نجفی

شماره انتشار: 125

شماره پیاپی: 245

تاریخ انتشار: 1395

شمارگان: 1000

شابک: 0 - 32 - 5394 - 600 - 978 ISBN: 978-600-5394-32-0

ناشر: مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس

نوبت چاپ: سوم

کارشناس اجرایی: لیلا نجفی زمان

ناظر چاپ: مصطفی جانجانی

لیتوگرافی: ایران گرافیک

چاپ و صحافی: قشقایی

مرکز پخش: تقاطع بزرگراه‌های آل‌احمد و دکتر چمران،

دانشگاه تربیت مدرس، مرکز نشر آثار علمی، صندوق پستی: 14115-318

تلفن: 82883096 دورنگار: 82883032

بها: 300000 ریال

صحت ترجمه کتاب بر عهده مترجم و صحت مطالب کتاب بر عهده نگارندگان است.

تقدیم به:

روح بلندپر و فداکاری مادرم

و همه معلمان ارجمند و استادان ارزشمندی

که امیدوار بودن را به من آموختند.



## فهرست مطالب

جلد اول: مهندسی ترابری

پیشگفتار چاپ سوم مترجم .....	س
پیشگفتار چاپ دوم مترجم .....	ف
پیشگفتار چاپ اول مترجم .....	ق
پیشگفتار چاپ سوم نگارنده .....	ش
پیشگفتار چاپ اول نگارنده .....	ث
فصل 1 نظام حمل و نقل .....	1
1- مقدمه .....	1
1-1 تعامل فردی و اجتماعی حمل و نقل .....	2
2-1 پیشرفت‌های حمل و نقل .....	3
3-1 نظام شهری و حمل و نقل .....	5
2- گستره مهندسی حمل و نقل .....	7
3- مهندسی حمل و نقل در عمل .....	8
4- ماهیت مهندسی حمل و نقل .....	9
5- نگرش نظام‌مند به حمل و نقل .....	10
6- سیاست‌گذاری حمل و نقل .....	12
7- جابه‌جایی و حمل و نقل .....	14
8- نگاهی کلی به ویژگی‌های نظام‌های حمل و نقل .....	16
9- نظام‌های حمل و نقل، سلسله مراتب و طبقه‌بندی .....	21
10- ارتباطات، حمل و نقل و چالش‌های ترابری .....	25
11- حمل و نقل و مسائل مربوط به آن .....	29
12- حمل و نقل و پایداری .....	32
13- فناوری حمل و نقل .....	34
14- قانون بهبود کارایی حمل و نقل زمینی چند شیوه‌ای سال 1991 (ISTEA) .....	35
37- خلاصه .....	37
38- مراجع .....	38
40- تمرین‌ها .....	40
فصل 2 اقتصاد حمل و نقل .....	43

43	1- گستره اقتصاد حمل و نقل .....
45	2- تقاضای حمل و نقل .....
47	3- عرضه، تقاضا و تعادل .....
49	4- حساسیت تقاضای سفر .....
52	5- عوامل مؤثر بر کشش ها .....
52	5-1 کشش های درآمدی .....
53	5-2 کشش های قیمتی .....
54	5-3 کشش و درآمد کل .....
56	6- مدل کرافت برای تقاضا .....
59	7- کشش های مستقیم و متقابل .....
60	8- مازاد مصرف کننده .....
64	9- هزینه ها .....
65	9-1 قوانین مربوط به هزینه ها .....
65	9-2 هزینه متوسط .....
67	9-3 هزینه نهایی .....
71	10- سیاست های قیمت گذاری و یارانه .....
75	خلاصه .....
76	مراجع .....
76	تمرین ها .....
85	<b>فصل 3 کاربری زمین / نظام حمل و نقل .....</b>
85	1- مقدمه .....
86	2- اجزای سیستم شهری .....
88	3- مفاهیم و تعاریف .....
91	4- معیارهای سنجش و مقایسه ساختار شهری .....
93	5- برخی از نظریه ها و موضوعات منتخب .....
94	5-1 قابلیت دسترسی .....
98	5-2 نظریه مکانیابی .....
104	5-3 آثار حوزه بندی .....
104	5-4 ارزش زمین .....
105	6- کاربری زمین و حمل و نقل .....
110	7- رشد و انحطاط شهری .....
112	8- ویژگی های پیش بینی کاربری زمین .....
113	8-1 طبقه بندی مدل های کاربری زمین .....
113	8-2 مدل های توسعه کاربری زمین .....



فهرست مطالب

114	3-8 مدل قابلیت دسترسی هانسن
116	4-8 روش شیب اشباع - تراکم
122	5-8 مدل‌های عملکردی کاربردی زمین
124	خلاصه
126	مراجع
127	تمرین‌ها
137	فصل 4 برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری
137	1- مقدمه
138	2- سازمان
139	3- برنامه کاری برنامه‌ریزی
139	4- طرح جامع حمل و نقل
139	1-4 بخش مدیریت سیستم‌های حمل و نقل
140	2-4 بخش بلندمدت
140	5- اصلاح طرح
141	6- برنامه بهبود سیستم حمل و نقل
141	7- فرایند استمرار
143	8- مرور نیازهای اطلاعاتی
143	1-8 محدوده مطالعه
144	2-8 فعالیت‌های شهری
145	3-8 هندسه شبکه
146	9- پیش‌بینی سفر
147	1-9 ابزارهای برنامه‌ریزی مقدماتی
148	2-9 ابزارهای سستی
148	3-9 روش‌های تجزیه و تحلیل جزئی
148	10- مرور فرایند پیش‌بینی سفر
149	11- پیش‌بینی‌های فعالیت شهری
151	12- تولید سفر
152	1-12 روش برازش خطی چند متغیره
157	2-12 روش محاسبه نرخ سفر
164	3-12 تجزیه و تحلیل از طریق طبقه‌بندی
172	13- توزیع سفر
173	1-13 روش فراتر
178	2-13 مدل جاذبه

180	3-13 تنظیم دقیق مدل جاذبه .....
189	14- تفکیک سفر .....
190	1-14 مدل تفکیک سفر به روش تولید مستقیم .....
191	2-14 مدل تفکیک سفر به روش تبادل سفر .....
197	15- تخصیص سفر .....
198	1-15 روش‌های تخصیص سفر .....
215	16- محاسبات از نوع پشت پاکت .....
217	17- تعیین، تنظیم و ارزیابی .....
219	خلاصه .....
220	مراجع .....
221	تمرین‌ها .....
233	فصل 5 مسائل انرژی مرتبط با حمل و نقل .....
233	1- مقدمه .....
233	1-1 چارچوب و اهداف .....
233	2-1 انرژی و جامعه .....
234	3-1 بحران انرژی .....
234	2- مسائل انرژی در حمل و نقل .....
234	1-2 فرم و ساختار فضایی .....
235	2-2 تقاضا برای انرژی .....
238	3- حفظ انرژی .....
239	1-3 صرفه‌جویی انرژی در زمینه حمل و نقل .....
245	2-3 الگوهای کاربری زمین .....
247	4- راهبردهای مقابله با نامعلوم بودن انرژی .....
248	1-4 راهبرد احتمالی انرژی برای حمل و نقل .....
250	5- روش‌ها و اطلاعات مربوط به تحلیل انرژی .....
250	1-5 کارایی انرژی روش‌ها و ویژگی‌های سفر .....
253	2-5 ملاحظات کلی .....
256	3-5 شیوه‌های تحلیل انرژی .....
258	4-5 مدل‌های مصرف سوخت .....
265	خلاصه .....
266	مراجع .....
268	تمرین‌ها .....

فهرست مطالب

271	فصل 6 طراحی مدیریت سیستم‌های حمل و نقل: چارچوب کاری
271	1- مقدمه
271	2- مدیریت سیستم‌های حمل و نقل چیست؟
272	1-2 اهداف، محدوده کار و طرح کلی TSM
273	2-2 طرح کلی فرایند TSM
275	3- نیاز به مدیریت سیستم‌های حمل و نقل
276	4- برنامه‌ریزی بلندمدت در مقایسه با برنامه‌های مدیریت سیستم‌های حمل و نقل
277	5- چرخه برنامه‌ریزی مدیریت سیستم‌های حمل و نقل
282	6- راهبردهای مدیریت سیستم‌های حمل و نقل
283	7- طبقه‌بندی مدیریت سیستم‌های حمل و نقل: ارزیابی تأثیرها
285	8- تأثیر بر کیفیت هوا
289	9- چارچوب کاری مدیریت راهبردی برای TSM
290	1-9 فعالیت‌های راهبردی
291	2-9 فعالیت‌های هدفمند
293	3-9 نمونه‌هایی از اقدامات TSM
295	10- تجارب موجود در زمینه آزادراه‌ها
296	10-1 خطوط عبور وسایل نقلیه با ظرفیت بالا (HOV) در آزادراه بن فیلد
298	11- مطالعه موردی: بررسی وضعیت منطقه تجاری مرکزی
298	11-1 هدف
298	11-2 توصیف محل
306	12- مدیریت تقاضای حمل و نقل
309	خلاصه
310	مراجع
312	تمرین‌ها
317	فصل 7 ارزیابی پروژه‌های بهبود حمل و نقل
317	1- مقدمه
318	2- مسائل مرتبط با امکان‌سنجی
319	3- مسائل مرتبط با ارزیابی
320	4- فرایند ارزیابی
322	5- ارزش‌ها، اهداف، مقاصد، معیارها و استانداردها
323	6- برآورد هزینه‌ها، تأثیرها و سطوح کارایی
323	6-1 هزینه‌های سرمایه، عملکرد و نگهداری
325	6-2 هزینه‌های کاربر

325	3-6 تأثیرها
326	4-6 سطوح عملکرد
326	7- ارزیابی گزینه‌ها
326	1-7 بررسی تأثیر
327	2-7 عدالت اجتماعی
327	3-7 بازدهی اقتصادی
327	4-7 امکان‌سنجی مالی
327	5-7 امکان‌سنجی قانونی و اداری
328	6-7 حساسیت نتایج نسبت به ابهامات و فرضیات ارزشی
328	8- مفاهیم اقتصادی و مالی
328	1-8 ارزش زمانی پول
330	9- روش‌های ارزیابی
330	1-9 روش‌های ارزیابی اقتصادی (تجزیه و تحلیل کارایی)
333	2-9 تحلیل کارایی - هزینه
337	3-9 روش ارزیابی چند معیاری
340	4-9 تحلیل منافع به مخارج
346	5-9 مفهوم میل - به - پرداخت
349	10- گزارش کردن نتایج
353	خلاصه
353	مراجع
355	تمرین‌ها
361	فصل 8 ایمنی حمل و نقل
361	1- مقدمه
362	2- مسأله ایمنی بزرگراه
363	3- مسئولیت‌پذیری ایمنی
365	4- طبقه‌بندی انواع تصادف
366	5- برنامه بهبود ایمنی بزرگراه
369	1-5 مرور کلی
377	2-5 جزئیات برنامه بهبود ایمنی بزرگراه
394	6- مثال‌ها
399	خلاصه
399	مراجع
401	تمرین‌ها

فهرست مطالب

419	پیوست الف مبانی اقتصاد مهندسی
405	1- مقدمه
406	2- نمادگذاری
406	3- بهره ساده
407	4- بهره مرکب
409	5- سری‌های پرداخت یکنواخت
409	5-1 ضریب مبلغ مرکب (CAF)
409	5-2 ضریب وجوه استهلاکی
410	5-3 ضریب ارزش فعلی
410	5-4 ضریب بازگشت سرمایه (CRF)
412	6- سری‌های با شیب یکنواخت
413	7- ضرایب بهره مرکب مجزا
414	8- هزینه پیوسته یکنواخت جریان نقدینگی و سرمایه‌ای
416	منابع
416	تمرین‌ها
419	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
427	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
433	نمایه موضوعی

جلد دوم: مهندسی ترافیک

ف	پیشگفتار چاپ دوم مترجم
ق	پیشگفتار چاپ اول مترجم
ش	پیشگفتار چاپ سوم نگارنده
ث	پیشگفتار چاپ دوم نگارنده
441	فصل 9 خصوصیات انسان و ماشین
441	1- مقدمه
443	2- چارچوبی ساده
444	2-1 شخصیت راننده
446	2-2 حواس
449	3- تشخیص و عکس‌العمل
450	4- راهبرد راننده
451	5- مشخصات وسیله نقلیه

452	6- سینماتیک (حرکت‌شناسی) وسیله‌نقلیه
453	1-6 شتاب غیر یکنواخت
458	7- مشخصات دینامیکی
461	8- اصطکاک لاستیک
465	خلاصه
466	مراجع
467	تمرین‌ها
471	<b>فصل 10 خصوصیات جریان ترافیک</b>
471	1- مقدمه
471	2- ماهیت جریان ترافیک
472	3- روش‌های شناخت جریان ترافیک
473	4- عوامل مرتبط با جریان ترافیک
486	5- دسته‌بندی جریان ترافیکی
488	6- مدل جریان غیرمنقطع ترافیکی
489	7- تحلیل رابطه سرعت، جریان و چگالی
492	8- مطالعات تجربی ویژگی‌های جریان ترافیک
492	1-8 مدل‌های کلان‌نگر برای جریان ترافیک
495	2-8 منحنی‌های عمومی و خطی سرعت - چگالی
500	3-8 روش تخمین با وسیله‌نقلیه متحرک
504	9- نمودارهای منحنی سیر
504	1-9 موج شوک و گلوگاه
510	2-9 انتشار موج شوک
513	10- مدل عمومی جریان وسایل نقلیه
523	11- مقایسه شیوه‌های کنترل متمرکز و کنترل فردی
526	خلاصه
527	مراجع
527	تمرین‌ها
537	<b>فصل 11 طراحی هندسی بزرگراه‌ها</b>
537	1- مقدمه
538	2- طراحی مکان‌یابی
539	3- کنترل‌ها و معیارهای طراحی
539	1-3 وسایل نقلیه طراحی

فهرست مطالب

540	2-3 عملکرد و آثار وسیله نقلیه
549	3-3 عملکرد راننده
551	4-3 ویژگی‌های ترافیک
556	5-3 ظرفیت راه و کنترل‌های طراحی
559	4- اجزای طرح
559	1-4 مسافت دید
569	2-4 مسیر افقی
583	3-4 مسیریابی قائم
600	5- اجزای مقطع عرضی
601	1-5 ویژگی‌های روسازی
602	2-5 شیب عرضی روسازی
603	3-5 عرض خط عبور
603	4-5 شانه‌ها
605	5-5 جدول
606	6-5 کانال‌های زهکشی
606	7-5 موانع ترافیکی
607	8-5 میانه‌ها
607	9-5 راه‌های ویژه دوچرخه و پیاده‌رو
608	10-5 حریم
609	خلاصه
610	مراجع
611	تمرین‌ها
615	<b>فصل 12 ظرفیت بزرگراه‌ها</b>
615	1- مقدمه
616	2- ظرفیت راه‌ها و سطح خدمت
618	3- مطالعات اصلی ظرفیت آزادراه‌ها
618	1-3 تعاریف
620	2-3 ویژگی‌های جریان آزادراه
621	3-3 سرعت جریان آزاد
623	4-3 سطح خدمت
626	5-3 استفاده از کتاب راهنمای ظرفیت راه
634	6-3 کاربردها
637	7-3 مثال‌ها

644	4- ظرفیت راه‌های چندخطی
644	1-4 تعاریف و ویژگی‌ها
644	2-4 روش‌های کار
657	3-4 مثال‌ها
660	5- ظرفیت راه‌های دوخطی
660	1-5 ویژگی‌ها و پارامترها
662	2-5 شرایط ایدئال
665	3-5 قطعات دو طرفه
676	4-5 قطعات جهت‌دار
694	5-5 راه‌کارهای عملیاتی و طراحی
694	6-5 محاسبات نمونه
700	خلاصه
700	مراجع
700	تمرین‌ها
707	فصل 13 کنترل و طراحی تقاطع
707	1- مقدمه
707	2- انواع تقاطع‌ها
708	3- اهداف و ملاحظات طراحی
711	4- وسایل کنترل ترافیک
713	5- سطوح برخورد در تقاطع‌ها
714	6- انواع کنترل‌های تقاطع
715	1-6 تابلوهای توقف
716	2-6 تابلوهای احتیاط
716	3-6 جریان‌بندی تقاطع
717	4-6 میدین و دواير گردش
717	5-6 تقاطع‌های بدون کنترل
719	6-6 دستگاه چراغ راهنمایی
721	7- چراغ‌های راهنمایی
721	1-7 اهداف کاربرد چراغ راهنمایی
722	2-7 تعاریف مربوط به تقاطع‌ها و چراغ‌های راهنمایی
724	3-7 اجزای سیستم چراغ‌های راهنمایی
726	4-7 اجزای سیستم زمان‌بندی چراغ راهنمایی
731	5-7 زمان‌بندی چراغ‌های منفرد پیش تنظیم شده



فهرست مطالب

755	6-7 چراغ‌های راهنمایی متغیر
761	7-7 ضوابط کاربرد چراغ‌های راهنمایی
767	8-7 هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی
771	خلاصه
771	مراجع
772	تمرین‌ها
777	<b>فصل 14 تقاطع‌های هم‌سطح، ظرفیت و سطح سرویس</b>
777	1- مقدمه
778	2- ظرفیت و سطح سرویس
779	1-2 تقاطع‌های مجهز به علائم راهنمایی
780	3- ظرفیت تقاطع‌های مجهز به چراغ راهنمایی
782	4- سطح سرویس دهی برای تقاطع‌های مجهز به علائم راهنمایی
783	1-4 رابطه ظرفیت و $v/c$
783	2-4 سطح تجزیه و تحلیل
784	3-4 روش تجزیه و تحلیل عملکردی
838	5- جزئیات فازبندی
839	1-5 نوع چراغ راهنمایی
840	2-5 طرح‌های فاز
842	3-5 تخصیص زمان چراغ سبز
848	6- تقاطع‌های مجهز نشده به چراغ راهنمایی
848	1-6 روش بلاندن
851	2-6 روش کتاب ظرفیت راه‌ها
880	3-6 تقاطع‌های کنترل شده با تابلو ایست در همه رویکردها
887	خلاصه
888	مراجع
888	تمرین‌ها
897	<b>فصل 15 حمل‌ونقل عمومی مسافر</b>
897	1- مقدمه
898	2- تاریخچه توسعه حمل‌ونقل شهری
907	3- تعاریف و طبقه‌بندی حمل‌ونقل انبوه
909	4- ویژگی‌ها و عملکرد سیستم حمل‌ونقل عمومی
912	5- روش‌های حمل‌ونقل عمومی منظم

915	1-5 سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی اتوبوس
918	2-5 سیستم‌های ریلی سبک
918	3-5 سیستم‌های ریلی سریع
919	6- طبقه‌بندی تقاضاهای حمل‌ونقل شهری
921	7- ظرفیت و سطح سرویس‌دهی حمل‌ونقل شهری
921	1-7 ظرفیت حمل‌ونقل شهری
923	2-7 عوامل تعیین‌کننده ظرفیت
930	3-7 سطح سرویس
930	4-7 ارزیابی عملکرد سیستم
933	8- طرح عملیاتی
933	1-8 طرح عملکرد راه‌آهن
937	2-8 طرح اتوبوس
944	9- بررسی و انتخاب گزینه‌های مختلف روش‌های حمل‌ونقل
944	1-9 روند تصمیم‌گیری
947	2-9 مرحله جداسازی
947	3-9 فرایند برآورد کردن هزینه
953	4-9 تخمین پیامد
954	10- راه‌ها و شبکه‌ها
955	1-10 نوع خدمت‌دهی
955	2-10 نوع شبکه
956	3-10 ارزیابی شبکه
957	11- نگرانی‌های برنامه‌ریزی و دستورالعمل‌های طراحی
966	خلاصه
967	مراجع
969	تمرین‌ها
977	<b>فصل 16 مدیریت ترافیک منطقه محلی</b>
977	1- مقدمه
978	2- تسهیلات عابر پیاده
978	1-2 تعاریف
979	2-2 فضای مورد نیاز انسان
988	3-2 عوامل محیطی
988	4-2 برنامه‌ریزی برای عابران پیاده
991	5-2 کاربردها

فهرست مطالب

995.....	3- تسهیلات برای دوچرخه
995.....	1-3 تعاریف
996.....	2-3 کاربرد ظرفیت
1000.....	3-3 موقعیت راه دوچرخه
1001.....	4-3 طرح راه دوچرخه
1005.....	5-3 کاربرد
1006.....	4- برنامه‌ریزی ترافیک و مدیریت در سطح محلی
1006.....	1-4 اطلاعات مورد نیاز
1008.....	2-4 منطقه ممنوعه برای خودرو
1010.....	3-4 تغییر مسیر ترافیک
1011.....	4-4 کاربدها
1015.....	5- پارکینگ و تسهیلات پایانه
1015.....	1-5 سیاست‌گذاری پارکینگ
1016.....	2-5 طرح پارکینگ برای اتومبیل‌ها
1023.....	3-5 ویژگی‌های عرضه و تقاضای پارکینگ
1024.....	4-5 پیش‌بینی تقاضاهای پارکینگ
1026.....	5-5 تحلیل تسهیلات پارکینگ
1027.....	6-5 تحلیل تجمعی پارکینگ
1031.....	7-5 امتیازات مدیریت خوب پارکینگ
1032.....	خلاصه
1032.....	مراجع
1034.....	تمرین‌ها
1039.....	پیوست ب کاربرد آمار و احتمال
1039.....	1- مقدمه
1039.....	2- عناصر احتمال
1039.....	1-2 تعریف
1040.....	2-2 قوانین ساده احتمال
1041.....	3-2 توزیع احتمال
1053.....	3- ارزیابی و تحلیل داده‌ها
1053.....	1-3 میانگین سرعت متوسط ( $\bar{u}_i$ )
1053.....	2-3 انحراف استاندارد (S)
1054.....	3-3 خطای استاندارد از میانگین
1054.....	4-3 حداقل اندازه نمونه

1054.....	4- نمونه‌گیری .....
1055.....	1-4 انواع نمونه .....
1056.....	2-4 اطمینان .....
1058.....	5- آزمون معنی‌داری .....
1058.....	1-5 اصول .....
1061.....	2-5 آزمون نمونه کوچک .....
1061.....	3-5 آزمون کای دو .....
1062.....	6- تحلیل رگرسیونی .....
1063.....	1-6 استخراج معادله پایه برای رگرسیون خطی .....
1065.....	2-6 ضریب تعیین ( $r^2$ ) و تصحیح (t) .....
1066.....	3-6 اهمیت آزمایش .....
1069.....	4-6 رگرسیون چندگانه .....
1071.....	7- مدل‌های صف‌بندی .....
1071.....	1-7 مقدمه .....
1072.....	2-7 ویژگی‌های نظام‌های صف‌بندی .....
1072.....	3-7 مدل 1 (D/D/1) مدل صف‌بندی قطعی .....
1075.....	4-7 مدل 2 (M/D/1) .....
1077.....	5-7 مدل 3 M/M/1 .....
1078.....	6-7 اقتصاد ویژگی‌های عملیاتی نظم صف .....
1079.....	7-7 مدل 4 M/M/N .....
1082.....	تمرین‌ها .....
1087.....	پیوست ج آمار کلی روی مجموعه حمل و نقل و مورد استفاده در ایالات متحده .....
1088.....	1- گسترش و استفاده از سیستم حمل و نقل .....
1090.....	2- حمل و نقل و ایمنی .....
1092.....	3- تحرک .....
1097.....	4- حمل و نقل و اقتصاد .....
1099.....	5- حمل و نقل، انرژی و محیط زیست .....
1101.....	تمرین‌ها .....
1105.....	پیوست د جداول تبدیل واحدهای اندازه‌گیری .....
1109.....	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی .....
1117.....	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی .....
1123.....	نمایه موضوعی .....

## پیشگفتار چاپ سوم مترجم

یکی از نیازهای اولیه انسانی که با توسعه اقتصادی، دامنه گسترده‌تری پیدا کرده و امروز جزء یکی از مظاهر تمدن به‌شمار می‌رود، مسئله حمل و نقل است. در دنیای امروز جابه‌جایی انسان و کالا از چنان شتابی برخوردار است که هیچ عرصه‌ای را در زندگی فردی و اجتماعی، بدون تغییر نگذاشته است. آنچه به مسائل حمل و نقل، همگام با رشد پایدار تولید و تجارت جهانی اهمیت می‌بخشد، نقش جامع آن در تمامی سطوح زندگی انسانی است. انسان و جامعه عصر ارتباطات، تعلق و تعامل گسترده‌ای با دیگران دارد. از این‌رو همواره در پی آن است که با کاهش هزینه‌ها، افق‌های تازه‌ای در گسترش مناسبات همه‌جانبه و بین‌المللی بگشاید. همزیستی، همگرایی و همکاری با جهت‌گیری رشد و توسعه پایدار و ملاحظه رویکرد جهانی، شرط بقا در جهان به‌هم پیوسته امروز است. ذکر این نکته ضروری است که ایجاد جامعه‌ای امن، آباد، آزاد و توسعه یافته متضمن تحول در ظرفیت‌ها و توانمندی‌های همه کشورهاست و در این راستا، حمل و نقل بستری مناسب برای تحقق این هدف به‌شمار می‌آید. جلد دوم این کتاب به مبحث مهندسی ترافیک به عنوان جلوه بیرونی پدیده حمل و نقل می‌پردازد. ترافیک دسترسی انسان، بار و کالا بین نقاط مختلف درون و برون شهرها و آبادی‌ها را برقرار می‌کند. به‌عنوان مبرم‌ترین نیاز انسان در زندگی اجتماعی او در هر زمان و در هر زمینی مطرح بوده و طبعاً پرداختن به آن، با توجه به مجموعه شرایط روز و از جمله فناوری‌های رایج زمان، به مثابه شرط و رکن اصلی پاسخگویی به سایر نیازها، چون نیازهای اجتماعی، فرهنگی، تفریحی، رفاهی و امثال آنها، اصلی‌ترین وظیفه مدیریت‌های سکونتگاه‌های انسانی، اعم از شهر و روستا و کشور، همواره فراروی آنها قرار دارد. از این‌رو جلد دوم کتاب به ابعاد مختلف مهندسی ترافیک پرداخته و برخی موارد بسیار جزیی نیز بنا به پیشنهاد کارشناسان و استادان محترم اصلاح شده است.

در این راستا با توجه به اتمام چاپ دوم کتاب حاضر، چاپ سوم این مجموعه (مهندسی ترابری و ترافیک) با درخواست‌های دانشجویان و دست‌اندرکاران صنعت حمل و نقل در سال جاری در دستور کار انتشارات قرار گرفت. با توجه به ویرایش و بازبینی کامل متن در چاپ دوم کتاب، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در چاپ سوم انجام پذیرفته است. بنابراین از تمامی خوانندگان محترم، تقاضا می‌نماید هرگونه اشتباه و نقص متن کتاب حاضر را به ایمیل مرکز نشر دانشگاه تربیت مدرس [tmupress@modares.ac.ir](mailto:tmupress@modares.ac.ir) و یا به ایمیل اینجانب [saffar\\_m@modares.ac.ir](mailto:saffar_m@modares.ac.ir) ارسال فرمایید.

در پایان از همکاری آقایان مهندس عبدالرضا رضایی ارجودی و مهندس سید رامتین باقری که برای انتشار مجدد این مجموعه، اهتمام ورزیده‌اند، تشکر و سپاسگزاری می‌گردد. از همکاران مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس که با دلسوزی تمام در آماده‌سازی و چاپ کتاب اهتمام نمودند از جمله سرکار خانم لیلا نجفی زمان و سایر همکاران صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

محمود صفارزاده

تابستان 1395

## پیشگفتار چاپ دوم مترجم

پیشرفت سریع فناوری از زمان جنگ دوم جهانی، توسعه علوم دیگر، پیچیده شدن روش‌های مختلف حمل و نقل، افزایش جمعیت، تغییر در نحوه زندگی مردم و گرایش‌های آن‌ها، کمبود منابع، بروز تبعات مختلف و لزوم چاره‌اندیشی برای آن‌ها و مواردی این چنین، مسائل مربوط به حمل و نقل را از نظر کمی و کیفی پیچیده‌تر کرده است؛ زیرا راهکارهای قبلی کمتر پاسخگوی نیازهای فعلی هستند. در این وضعیت، لزوم یافتن سریع راهکارهای مناسب حل مشکلات، مستلزم شتاب تحول در حمل و نقل می‌باشد. در این تحول، به‌کارگرفتن تخصص و تجربه در علوم دیگر، همچون برنامه‌ریزی ریاضی، اقتصاد، مهندسی و علم مواد، علوم اجتماعی و ده‌ها علوم مختلف دیگر اجتناب‌ناپذیر می‌نماید، به خصوص که همراه با ایجاد و تکامل فناوری‌های امروزه مهندسی حمل و نقل، خود به زیرشاخه‌های متنوعی مانند مدل‌سازی، برنامه‌ریزی و تحلیل نظام‌های حمل و نقل، اقتصاد حمل‌ونقل، ترافیک و مشخصات جریان، حمل‌ونقل عمومی، انرژی، محیط زیست، ایمنی، طرح هندسی، طراحی و نگهداری زیرساخت‌های مختلف مانند روسازی و زیرسازی راه، فرودگاه و راه‌آهن و بنادر، پل، ابنیه فنی، ... تقسیم‌پذیر است.

در کشور ما علی‌رغم نوپا بودن رشته مهندسی حمل‌ونقل نسبت به دیگر شاخه‌های علوم به برنامه‌ریزی و استفاده مناسب از تسهیلات مختلف حمل‌ونقل بیش از هر دوره‌ای نیاز است. برای نمونه، فقدان الگوهای مختلف توسعه، حتی در بسیاری از شهرهای بزرگ کشور، مشکلات متعددی را همچون معضلات ترافیک به‌دنبال داشته است. همچنین در مواجهه با مشکل ترافیک، با توجه به ویژگی‌های معابر و رفتار رانندگان، روش‌های مناسب تحلیل و طراحی، کمتر در دسترس است. مشکلات ایمنی ترافیک، همچنان عامل افزایش شاخص سال‌های مفید ازدست‌رفته در اثر مرگ‌ومیر یا نقص عضو در کشورمان است؛ از سویی دیگر، تدوین نظام مناسبی برای مدیریت تعمیر و نگهداری زیرساخت‌های حمل‌ونقل کشور بسیار کند انجام می‌گیرد. این موارد، فقط گوشه‌ای از معضلات پیش‌روی مدیران و برنامه‌ریزان است و امید می‌رود با عزم مسئولان در نیل به توسعه پایدار و همچنین

## مهندسی ترابری و ترافیک

اتخاذ سیاست بهبود کیفی تربیت نیروهای ماهر و خوش فکر در امر طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت نظام‌های حمل و نقل در دانشگاه‌ها، گام‌های بلندی به سمت آرمان‌های ترقی خواهانه و توسعه کشور عزیزمان، ایران، برداشته شود.

بازبینی، ترجمه و ویرایش مجدد این کتاب با لطف و کرم خداوند و مساعدت، پشتیبانی و همکاری صمیمانه جناب آقایان مهندس محمد دیندار و مهندس علیرضا ماهپور بود که خاضعانه از ایشان سپاسگزاری می‌نمایم.

از همکاران مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس که با دلسوزی تمام در آماده‌سازی و چاپ کتاب اهتمام نمودند از جمله سرکار خانم آتوما فروهی و سرکار خانم لیلا نجفی‌زمان و سایر همکاران صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

محمود صفارزاده

فروردین 1390



## پیشگفتار چاپ اول مترجم

حمل و نقل یا ترابری<sup>1</sup> یکی از شاخص‌های اصلی توسعه اقتصادی و اجتماعی است. در ادبیات اقتصادی، توسعه سیستم‌های حمل و نقل همچون گردش خون در کالبد اقتصادی هر کشور است و با تسریع در این گردش نیازهای حیاتی و اولیه اقتصادی در جامعه، سریع‌تر برآورده می‌شود. ایجاد گرایش‌های مهندسی راه و ترابری و برنامه‌ریزی حمل و نقل در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری، گنجاندن واحدهای مهندسی ترابری و ترافیک در فهرست دروس دوره کارشناسی مهندسی عمران تلاشی در راستای رفع بخشی از معضلات و مشکلات مبتلا به سیستم‌های حمل و نقل کشور است. اگرچه کتاب‌های زیادی در زمینه مهندسی ترابری نگاشته شده؛ اما با توجه به گستردگی و تنوع موضوعات و عناوین قابل طرح در این درس، تاکنون کتابی جامع، که در برگیرنده تمام موارد باشد، نگارش نیافته است. کتاب مهندسی ترابری از نظر تلاش در طرح اجمالی موضوعات مهم این رشته و رفع برخی از ابهامات با ارائه مثال‌ها و تمرین‌های آخر هر بخش، قابل تقدیر است. این کتاب دربرگیرنده آخرین تغییرات و بازنگری‌ها و پیشنهادهای آیین‌نامه‌ها و استانداردهای سازمان‌های حمل و نقلی است.

ویژگی مهم این کتاب آن است که نویسنده سعی نموده مطالب را در خور فهم دانشجو عنوان کند و تا حد ممکن از پیچیده‌گویی پرهیز نماید. نکته قابل اشاره دیگر این است که کتاب اصلی در یک جلد به عنوان مقدمه‌ای بر تمام مفاهیم مهندسی ترابری و ترافیک نگارش یافته است.

با عنایت به ارائه هر دو درس مهندسی ترابری و ترافیک در دوره کارشناسی به صورت اجباری و اختیاری در دانشگاه‌های ایران، تنظیم مباحث مربوط به مهندسی ترابری و مهندسی ترافیک در جلدهای جداگانه صورت گرفت تا دانشجو بتواند با توجه به درس مربوط از منبع مورد نظر استفاده نماید. از این رو فصول مرتبط با مهندسی ترابری که شامل فصول 1، 2، 3، 11، 13، 14، 15 و 16 کتاب اصلی می‌باشد به ترتیب به عنوان فصول یک تا هشت در جلد اول تحت عنوان مهندسی ترابری ارائه و فصول 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10 و 12 کتاب اصلی که مربوط به مباحث مهندسی ترافیک می‌باشند در جلد دوم تحت عنوان فصول 8 تا 16 آورده شده است. دو جلد کتاب تا حدود زیادی از یکدیگر مستقل

---

1. Transportation

بوده و از این رو خوانندگان به راحتی می‌توانند هر یک از آن‌ها را متناسب با درس مربوط، مطالعه کنند. در پایان هر جلد واژه‌نامه انگلیسی به فارسی و فارسی به انگلیسی آورده شده تا دسترسی به کلمات کلیدی را برای مطالعه‌کننده راحت‌تر نماید. ذکر این نکته لازم است که با توجه به این‌که معادل فارسی بعضی از لغات و اصطلاحات تخصصی این کتاب برای اولین بار در ایران مطرح شده است، مطمئناً خالی از اشکال و ایراد نخواهد بود. در طی ترجمه نیز تمام تلاش مترجم بر این نکته معطوف بوده که ضمن وفاداری کامل به متن، ترجمه روان و شیوایی را در اختیار دانشجویان عزیز و سایر خوانندگان گرامی قرار دهد. با وجود سعی و تلاش فراوان برای ترجمه این کتاب، مترجم اذعان دارد که نقایصی که از نظر پنهان مانده است از چشم تیزبین استادان و صاحب‌نظران این رشته پوشیده نخواهد ماند و مطمئناً خوانندگان ارجمند اینجانب را از راهنمایی‌های خویش بهره‌مند خواهند کرد.

ترجمه این کتاب با لطف و کرم خداوند و مساعدت، پشتیبانی و همکاری جمعی از همکاران ارجمند بود که از همه آن‌ها خاضعانه سپاسگزاری می‌نمایم. در اینجا لازم می‌دانم از حمایت‌های آقایان دکتر مرتضی قارونی‌نیک، ریاست محترم مرکز تحقیقات و آموزش راه و ترابری، دکتر سیدفرهاد افتخارزاده، مدیر کل دفتر پژوهش‌های تخصصی حمل و نقل مرکز تحقیقات و آموزش و دکتر قربانعلی سعیدی، استاد گرانمایه و مشاور عالی مرکز تحقیقات و آموزش راه و ترابری صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از همکاران ارجمند آقایان مهندس عبدالرضا رضایی‌ارجرودی، مهندس حمید بهرامیان، مهندسی علی قائمی و مهندس سعید طولابی که در بازبینی و کنترل، کمک شایانی نمودند، تشکر می‌نمایم. در آماده‌سازی کتاب از زحمات فراوان سرکار خانم مهندس لیلا عسگری و سرکار خانم شیدا نوری‌نفری که در ترسیم اشکال کتاب و همچنین سرکار خانم هادیفرد در صفحه‌آرایی و تایپ کتاب قدردانی می‌نمایم.

از همکاران مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس که با دلسوزی تمام در آماده‌سازی و چاپ کتاب اهتمام نمودند از جمله سرکار خانم گیتی ترکمان سرکار خانم آتوما فروهی و سرکار خانم لیلا نجفی‌زمان و سایر همکاران صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

محمود صفارزاده

پاییز 1381

## پیشگفتار چاپ سوم نگارنده

آموزش مهندسی حمل و نقل از زمان چاپ اول کتاب تغییر جدی پیدا نکرده است. دو درس حمل و نقلی در برنامه‌های کارشناسی مهندسی عمران ارائه می‌شود. با توجه به زمینه‌های آموزشی متنوعی که مورد نیاز کارشناسان خصوصاً با در نظر گرفتن سیستم‌های حمل و نقل هوشمند و کاربرد علوم کامپیوتر و الکترونیک است، در محافل دانشگاهی، دوره کارشناسی مهندسی حمل و نقل پیشنهاد شده است. چاپ دوم کتاب به عنوان مدلی خوب و پایه‌ای اساسی که به کمک آن می‌توان در این زمینه دانش را توسعه داد، کمک شایانی خواهد کرد. گام اساسی و خوبی در زمینه توسعه پژوهش، با حمایت‌های مالی برنامه‌های تحقیق حمل و نقل عمومی و سازمان بزرگراه‌ها برداشته شده است.

درک بهتر عملکرد ترافیک و ظرفیت بزرگراه، موجب تغییرات اساسی در بازنگری آیین‌نامه ظرفیت بزرگراه‌ها در سال 1994 شد. تغییرات بیش‌تری در حال انجام است و در انتشار جدید آن منعکس خواهد شد. این کتاب شامل تغییرات انجام شده در آیین‌نامه ظرفیت بزرگراه‌ها در سال 1994 و همچنین اصلاحات پیشنهادی تا سال 1997 است. همچنین آخرین پیشنهادی سازمان‌های حمل و نقل و بزرگراه‌های ایالتی آمریکا در چاپ دوم منعکس شده است.

تمام بخش‌های کتاب بازنویسی و بعضی نیز کاملاً بازنگری شده است. تمرین‌های اضافی نیز در پایان هر بخش آورده شده و بر استفاده فزاینده از نرم‌افزارها در مهندسی حمل و نقل تأکید شده است. نویسندگان از تمام همکاران و دوستان به خاطر پیشنهادی مناسب تشکر می‌نمایند. چاپ جدید اگر چه لذت‌بخش است، اما تلاش و کار زیادی را طلبیده که در این خصوص از خانواده‌های مان به خاطر تحمل و بردباری قدردانی می‌شود. تعداد زیادی از دانشجویان در بازنگری و اصلاح این چاپ کمک کرده‌اند که بدین وسیله از زحمات آن‌ها قدردانی می‌شود.



## پیشگفتار چاپ اول نگارنده

هدف اصلی این کتاب توضیح زمینه‌های اصلی مهندسی - برنامه‌ریزی و مدیریت حمل و نقل در سطح مقدماتی است. مطالب و محتوای این کتاب در سطح کارشناسی برای دانشجویان مهندسی عمران و در سطح کارشناسی ارشد برای رشته‌های جغرافیای شهری، اقتصاد، مدیریت دولتی و برنامه‌ریزی منطقه‌ای و شهری مناسب است. این کتاب همچنین برای کارشناسانی که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در زمینه حمل و نقل فعالیت می‌کنند، مفید است. برای جزئیات بیشتر و بررسی عمیق‌تر باید به منابع و مراجعی که در این کتاب معرفی شده مراجعه کرد. برای افراد عادی و مدیران و سایر افرادی که می‌خواهند آشنایی کلی با مفاهیم، مشکلات و روش‌ها و فرایندهای بخش حمل و نقل داشته باشند نیز این کتاب قابل استفاده خواهد بود. با توجه به مثال‌های فراوانی که در هر بخش کتاب آورده شده، این کتاب در حقیقت نوعی خودآموز برای دانشجویان علاقه‌مند است. تمرین‌های متعددی نیز در انتهای هر بخش آورده شده است. برنامه‌ریزی و مهندسی حمل و نقل، با تلاش مشترک برنامه‌ریزان، مهندسان، اقتصاددانان، ریاضی‌دانان، جغرافی‌دانان و متخصصان علوم اجتماعی گسترش یافته است. حمل و نقل گرایشی چندرشته‌ای است، به همین علت مشکلاتی را در آموزش به‌ویژه در مقطع کارشناسی مهندسی عمران به وجود آورده که بعضی از این مشکلات عبارت است از:

- نبود کتب درسی مناسب و اقتصادی، کمبود دانش دانشجویان در زمینه‌های اقتصاد خرد و آمار،
- نبود درک کامل مهندسی سیستم‌ها برای بررسی موارد اقتصادی - اجتماعی، عدم تشخیص طبیعت مشکلات واقعی چند متغیره متضاد و همچنین ارائه اصول حمل و نقل از دیدگاه روشی خاص.
- برخی سؤالاتی که از این مشکلات در ذهن پدید می‌آیند، عبارت است از:
- محتوای برنامه درسی آموزشی مهندسی حمل و نقل برای دانشجوی مهندسی عمران چه باید باشد؟
- کارفرمایان از دانشجویان مهندسی عمران چه انتظاری دارند؟
- محتوای این درس چه مواردی را شامل شود تا نیازهای این دانشجویان را که احتمالاً بیش‌تر آن‌ها در دوره‌های کارشناسی ارشد حمل و نقل شرکت نمی‌کنند، برآورده سازد و در عین حال انگیزه‌ای باشد برای تعداد کمی از این دانشجویان که می‌خواهند در مقاطع بالاتر ادامه تحصیل دهند.
- اگر چه دوره ارشد به عنوان دوره‌ای تخصصی طراحی شده، اما درصد کمی از فارغ‌التحصیلان، گرایش به ادامه تحصیل در این دوره با گرایش حمل و نقل دارند. البته این تعجب‌آور نیست، زیرا وقتی صنعت و کارفرما حقوق مناسبی به فارغ‌التحصیل کارشناسی می‌پردازد، انگیزه زیادی برای ادامه تحصیل این جوانان وجود ندارد. البته این روند در حال تغییر است. تعمیق و تفکر اساسی در محتوای درس حمل و نقل جدی است، زیرا تمامی

فارغ التحصیلان مهندسی عمران که در دولت، مشاور، پیمانکار به کارگرفته می شوند، فقط همین یک درس را در این زمینه اخذ کرده اند. علاوه بر آن هر استادی بنابر سلیقه و گرایش شخصی خود، عناوین و محتوای این درس را تعریف و تدوین می کند.

چند سال قبل نویسنده یک کتاب درسی حمل و نقل، یک آمارگیری نمونه ای از استادانی که درس مهندسی حمل و نقل را تدریس می کنند در خصوص مواردی که باید در این درس گنجانیده شود انجام داد [Wright,1983]. نویسنده این کتاب نیز برای ادامه کار انجام شده، از متخصصان و کارشناسانی که در این زمینه در بخش های دولتی و خصوصی کار می کنند آمارگیری انجام داد. از کارشناسان و متخصصان در خصوص 30 عنوان مهم که باید در این درس گنجانیده شود، سؤال شد. جدول پ-1 بیست عنوان مهم را که در مقیاس 5 رتبه بندی شده نشان می دهد. این جدول همچنین 10 عنوان مهم را از دیدگاه استادان و مدرسان این درس برای مقایسه نشان می دهد. شکی نیست که همگرایی زیادی در انتظارات کارشناسان و مدرسان در اولویت بندی عناوین وجود دارد. پس از مذاکره با کارشناسانی که در آمارگیری مصاحبه شدند، نتایج، پیشنهادهای و نظرات ذیل در خصوص غنی سازی درس حمل و نقل عنوان شد.

- به دانشجویان باید فرصت مناسب برای بررسی مشکلات آنها - باز و ارائه راه حل ها و نتایج مناسب داده شود.  
- به دانشجویان باید موقعیت لازم برای بررسی مشکلات زندگی واقعی داده شود. این فرصت می تواند در قالب انجام پروژه فردی یا گروهی باشد. پروژه گروهی از این نظر که کار تیمی را نیز دانشجویان تجربه می کنند، توصیه می شود.

- توانایی حل مشکلات با اطلاعات ناقص یا اضافی باید به دانشجویان از طریق ارائه مثالها یا تکالیف مربوط آموزش داده شود.

- اصول اساسی حمل و نقل حین تدریس باید تأکید شود.

- با توجه به اهمیت و جایگاه عناوینی مانند طرح روسازی، روش های ساخت، تعمیر و نگهداری و غیره بهتر است این عناوین در دروس جداگانه ای تدریس شود.

براساس نتایج بالا نویسنده سعی کرده است که محتوای کتاب را با تکیه بر موارد آموزشی - فنی - تخصصی و کاربردی تنظیم کند. شانزده فصل این کتاب با موارد ذکر شده در جدول مطابقت می کند. بعضی از ویژگی های خاص این کتاب عبارت است از:

- محتوای کتاب بر اساس ایده ها، مفاهیم و مشاهداتی مانند: جاده - خیابان - بزرگراه، اتوبوس، دوچرخه و عابر پیاده که دانشجویان به آنها آشنا هستند، شکل گرفته است.

- ساختار کتاب و فصول آن به نحوی تنظیم شده که انتقال از یک موضوع به موضوع دیگر به راحتی صورت گیرد.

- در حالی که حل مسائل عددی تأکید شده، اما سعی شده که ارقام و اعداد با توضیح و بحث برای فهم و درک بهتر همراه باشند. در انتهای هر فصل نیز تمرین های توضیحی که به خلاقیت و تفکر نیاز دارد آورده شده است.

پیشگفتار چاپ اول نگارنده

- از جدیدترین آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و گزارش‌ها مانند آیین‌نامه ظرفیت بزرگراه‌ها (1985) و راهنمای طرح هندسی بزرگراه‌ها و خیابان‌ها (1984) استفاده شده است.

### جدول پ-1- عناوین حمل و نقل

مدرسان (N=51)		کارشناسان (N=50)		عناوین
اولویت	نمره	اولویت	نمره	
2	4/62	1	4/80	طرح هندسی بزرگراه‌ها
5	4/34	2	4/72	ویژگی‌های عملیاتی و وسایل نقلیه
6	4/28	3	4/69	مطالعات ظرفیت بزرگراه‌ها
8	4/00	4	4/58	طرح تقاطع‌ها
9	3/96	5	4/44	برنامه‌ریزی حمل و نقل
4	4/38	6	4/32	وسایل کنترل ترافیک
-	-	7	4/20	اقتصاد حمل و نقل
-	-	8	4/18	تعامل حمل و نقل و کاربری زمین
10	3/90	9	4/13	روش‌های ارزیابی
-	-	10	4/06	مدیریت سیستم حمل و نقل
1	4/72	11	4/04	توصیف سیستم حمل و نقل
3	4/54	12	4/04	ویژگی‌های جریان ترافیک
7	4/22	13	4/00	ایمنی ترافیک
-	2/30	14	3/92	فرایند قرارداد و پیمان
-	-	15	3/80	مشخصات و ویژگی‌ها
-	-	16	3/80	مشخصات عملیاتی روش‌ها
-	-	17	3/79	حمل و نقل عمومی
-	-	18	3/63	طراحی فرودگاه
-	-	19	3/50	حمل و نقل با نیروی انسان
-	-	20	3/41	تاریخ حمل و نقل

[منبع: Khisty, 1986]

کتاب حاضر تقریباً کاری چندوجهی است؛ زیرا علاوه بر بزرگراه‌ها، به مردمی که استفاده‌کننده از بزرگراه هستند به صورت موتورسیکلت یا غیرموتوری - شخصی یا عمومی می‌پردازد. در بخشی از فصل مربوط به حمل و نقل عمومی، اشاره‌ای به حمل و نقل ریلی شده است. با توجه به آمارگیری و پرسش‌نامه اشاره شده، درباره حمل و نقل هوایی، دریایی و لوله‌ای در این کتاب مطلبی آورده نشده است. سه فصل اول کتاب مطالبی بسیار اساسی و پایه‌ای است. فصول 4 تا 9 کتاب مربوط به مهندسی ترافیک است. فصل 10 به حمل و نقل عمومی می‌پردازد و فصول 11 تا 14 به برنامه‌ریزی مربوط است و دو فصل آخر نیز به بررسی ارزیابی و موارد ایمنی می‌پردازد.

توصیف خلاصه هر فصل به شرح ذیل است:

- فصل «سیستم حمل و نقل» زمینه‌های مختلف مهندسی - برنامه‌ریزی و مدیریت حمل و نقل را به دانشجویان معرفی می‌کند. این فصل مروری بر مشخصات، سلسله مراتب و طبقه‌بندی سیستم حمل و نقل دارد.
- فصل «اقتصاد حمل و نقل» به بررسی اساسی‌ترین اصول اقتصادی قابل استفاده برای مهندسان حمل و نقل، می‌پردازد. بیش‌تر این اصول، در فصول بعدی استفاده شده است.
- فصل «سیستم حمل و نقل و کاربری زمین» ارتباط اساسی بین حمل و نقل و کاربری زمین را توصیف می‌کند. این فصل به معرفی مفاهیم اساسی متعددی در زمینه ارتباط مزبور می‌پردازد.
- فصل «مشخصات انسان و وسیله‌نقلیه» تعامل راننده، مسافر، عابر پیاده با وسیله نقلیه و تسهیلات حمل و نقل را توصیف می‌کند. این فصل عناوین مختلفی را در ارتباط با انسان، وسیله نقلیه و محیط مطرح می‌کند.
- فصل «مشخصات جریان ترافیک» به بررسی جریان پیوسته ترافیک بزرگراه‌ها به صورت فردی یا گروهی که در معرض موانع دینامیک وسایل نقلیه یا انسان هستند، می‌پردازد معادلات اساسی جریان وسیله نقلیه با در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی - سرعت و ظرفیت توصیف شده است.
- فصل «طرح هندسی بزرگراه‌ها» طراحی اجزای بزرگراه‌ها مانند قوس‌های افقی و قائم، عرض خطوط و مقاطع عرضی و غیره را تشریح می‌کند. مرجع اصلی این بخش کتاب راهنمای طراحی بزرگراه‌ها و خیابان‌ها از انتشارات سازمان حمل و نقل و بزرگراه‌ها ایالتی آمریکا است.
- فصل «ظرفیت بزرگراه‌ها» به ارزیابی کمی قابلیت عبور ترافیک قطعه‌ای از آزادراه، بزرگراه چندخطه دوخطه می‌پردازد. فرایندها و روش‌های به کار رفته در آیین‌نامه ظرفیت بزرگراه‌ها (1985) از انتشارات هیأت محققان حمل و نقل آمریکا در این فصل به کار رفته است.
- فصل «طرح و کنترل تقاطع» به بررسی تقاطعات هم‌سطح و تجهیزاتی مانند: چراغ‌های راهنمایی، علائم و خط‌کشی که برای تنظیم، راهنمایی و هشدار ترافیک ضروری است، می‌پردازد. طراحی چراغ‌های راهنمایی موضوع اصلی این فصل است.
- فصل «ظرفیت و سطح سرویس تقاطع هم‌سطح» تحلیل تقاطع‌ها بر اساس فرایند مطرح شده در آیین‌نامه ظرفیت بزرگراه‌ها (1985)، در دو سطح عملکردی و برنامه‌ریزی بررسی شده و تقاطع‌های بدون چراغ نیز در نظر گرفته شده است.
- فصل «حمل و نقل عمومی مسافر» روش‌های مختلف حمل و نقل عمومی مسافر مانند: اتوبوس، ریل سبک، ریل سریع را توصیف می‌کند. این فصل پس از توضیح تاریخچه توسعه و تکامل سیستم‌های حمل و نقل عمومی، به طبقه‌بندی این سیستم‌ها و قابلیت‌های حمل مسافر می‌پردازد. طراحی عملیاتی سیستم قطار ساده و اتوبوس نیز توضیح داده شده است.
- فصل «برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری» روش سنتی چهارمرحله‌ای پیش‌بینی سفر توضیح داده شده است. این فصل همچنین به توصیف سازماندهی و فلسفه برنامه‌ریزی بلندمدت و مدیریت سیستم حمل و نقل -



پیشگفتار چاپ اول نگارنده

که در حال حاضر در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بر اساس آن عمل می‌شود - می‌پردازد.  
- فصل «مدیریت ترافیک محلی» به مشکلات و راه‌حل‌های مربوط به مناطق مسکونی موجود و توسعه آینده آن‌ها می‌پردازد. برنامه‌ریزی و طراحی مشکلات عابر پیاده، دوچرخه، توقفگاه و پایانه نیز به تفصیل بیان شده است.

- فصل «انرژی مرتبط با حمل و نقل» بررسی مقدماتی درباره روش‌های برنامه‌ریزی مصرف و صرفه‌جویی انرژی انجام گرفته است.

- فصل «برنامه‌ریزی مدیریت سیستم حمل و نقل» به معرفی راهبردهای کوتاه‌مدت و ارزان قیمت بدون نیاز به توسعه شبکه برای بهبود سیستم حمل و نقل می‌پردازد.

- فصل «ارزیابی بهبود سیستم حمل و نقل» روش‌های اصلی ارزیابی مانند تحلیل هزینه فایده و هزینه کارایی و چند معیاره را بررسی می‌کند.

- فصل «ایمنی حمل و نقل» به توصیف برنامه بهبود ایمنی بزرگراه‌ها می‌پردازد که مشخصات تصادفات مانند نوع، شدت، عوامل درگیر، شرایط محیطی و همچنین روش‌های تعیین مناطق حادثه‌خیز بررسی می‌شود.

این کتاب برای استفاده در دوره‌های، برنامه‌ریزی شهری و همچنین مدیریت سیستم‌ها طراحی شده است. اگرچه موضوع و تأکید اصلی در این دوره‌ها متفاوت است. اما ترکیبی از فصل‌های کتاب می‌تواند منظور دوره را برآورده سازد. جدول پ-2 راهنما برای تهیه فهرست مطالب مورد نظر در هر یک از دوره‌هاست. برای دانشجویان مهندسی، دو درس، یکی به صورت اجباری و دومی به صورت اختیاری در نظر گرفته شده است. برای دروس برنامه‌ریزی و مدیریت شامل سه فصل اول کتاب و همچنین فصول آخر قابل استفاده بوده و فصول مهندسی ترافیک قابل حذف است. کتاب آیین‌نامه آزمایشگاه برای مهندسان حمل و نقل تألیف نویسنده و Michael Kyte برای دانشجویانی که دروس آزمایشگاه را اخذ کنند کتاب مکمل مناسبی است [1991 Prentice, Hall].

اگرچه فصول اول این کتاب در Pullman واشنگتن نوشته شد، اما تلاش بسیار زیادی برای جمع‌آوری و ویرایش نهایی کتاب در دانشگاه واشنگتن در سیاتل، زمانی که نویسنده در فرصت مطالعاتی بود، انجام شد. نویسنده از تمام همکاران و دانشجویان دانشگاه واشنگتن به خاطر همکاری ارزنده آن‌ها تشکر می‌کند. همچنین از مسئولان مؤسسه انتشارات Prentice Hall به خاطر صبر و راهنمایی‌های ارزنده آن‌ها قدردانی می‌کند. برای نوشتن این کتاب اینجانب از همکاری و راهنمایی‌های ارزنده همکاران و دانشجویان در هندوستان، آلمان و ایالات متحده آمریکا بهره‌مند شده‌ام. راهنمایی و توصیه آن‌ها دیدگاه‌های نویسنده را نسبت به بسیاری از موضوعات مهندسی حمل و نقل تحت تأثیر قرار داد. بسیاری از همکاران بخش‌هایی از کتاب را مطالعه و اصلاحاتی ارزنده را پیشنهاد کردند که در متن کتاب اعمال شد. به‌ویژه از تشویق و حمایت آقای دکتر Bhagat رئیس بخش مهندسی عمران و محیط زیست و آقایان Mulinazzi, Lipincki, Lau, Kyte, Gupta تشکر می‌شود.

جدول پ-2

4	3	2	1	عناوین
X	X		X	1- سیستم حمل و نقل
X	X		X	2- اقتصاد حمل و نقل
X	X	X	p	3- حمل و نقل و کاربری زمین
p			X	4- مشخصات انسان و وسیله نقلیه
p			X	5- مشخصات جریان ترافیک
p	p		X	6- طرح هندسی بزرگراهها
p	p		X	7- ظرفیت بزرگراهها
		X	p	8- طراحی و کنترل تقاطع
		X	p	9- ظرفیت و سطح سرویس تقاطع هم سطح
X	X	X	p	10- حمل و نقل عمومی مساف
X	X	X	p	11- برنامه ریزی حمل و نقل شهری
X	X	X	p	12- مدیریت ترافیک محلی
X	X	X		13- انرژی و حمل و نقل
X	X	X	p	14- مدیریت سیستم حمل و نقل
X	X		X	15- ارزیابی بهبود سیستم حمل و نقل
X		X	p	16- ایمنی حمل و نقل

1- درس اجباری سال اول مهندسی، 2- درس اجباری یا اختیاری سال دوم مهندسی، 3- درس کارشناسی ارشد برنامه ریزی، 4- درس کارشناسی ارشد مدیریت، X = تمام فصل p = بخشی از فصل

از میان دانشجویانی که در تهیه این کتاب همکاری کردند، به ویژه از Morgan, Yi, Rahi, Alzahrani قدردانی می شود. تمام کارهای حروفچینی، ویرایش و تطبیق متن کتاب را Morgan با صرف ساعتها وقت و صبر انجام داده است که جای تشکر فراوان دارد. در پایان از همسرم Lena برای تشویق و حمایت دائمی ایشان تشکر می کنم. به هر حال نویسنده مسئول طراحی نهایی کتاب و متون و مفاد محتوای آن است و از راهنماییها، انتقادات و اصلاحاتی که موجب بهبود کتاب حاضر شود، با کمال میل استقبال می کند. حل مسائل کتاب نیز از انتشارات قابل تهیه است.

### مراجع

- KHISTRY, C.J. (1986). Undergraduate Transportation Engineering Education. in Transportation Research Record #1101, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, pp.1-3.
- KHISTRY, C.J. (1987). Urban Planning Education for Civil Engineers, ASCE Journal of Urban Planning and Development, Now. pp. 54-60.
- WRIGHT, P.H. (1983). Transportation Engineering Education: An Author's View. paper presented at the Annual ASCE Conference. Houston, TX.

جوتین خیستی