بناء نموذج رياضي لاختيار واسطة النقل للرحلات المنجذبة إلى مدنية الرمادي

د. عادل نهير عبد
استاذ مساعد
كلية الهندسة /جامعة الانبار

ماهر شاكر محمود
مدرس مساعد
كلية الهندسة /جامعة الانبار

وسن مهدي محمود
مدرس مساعد
كلية الهندسة /جامعة الانبار

Abstract:

Ramadi city is one of the cities, which needs to a comprehensive transportation studies because of the change in the economic and social state of the population. This change cause an increasing in the number of population and the proportion of owns the vehicle, thus increasing the number of trips, thereby making them suffer jamming in the transportation network at peak hours.

For purposes of this study, the city were divided into 18 zones in which data has been collected for special statement makers trips (the rate of income, vehicle ownership,..... etc.), the purpose of the trip, and the characteristics of transportation modes (the time of trip, the cost of the trip ,.... ... etc).

A model was building for the purpose of the trip (shopping trip, working trip, and education trip) to predict the percent of contribution of each type of transportation modes for trips attraction to the city, by finding of the relationship between them and the characteristics of trip ,trip-makers and transportation modes. a strong linear equations where found after analysis by multi-linear regression and these equations can be used in the future forecasting for the city.

المستخلص :

مدينة الرمادي من المدن التي تحتاج إلى دراسات نقل شامل نتيجة التغير في الحالة الاقتصادية والاجتماعية للسكان وبالتالي زيادة في عدد سكانها ونسبة تملك المركبات فيها مما أدى إلى زيادة عدد الرحلات وجعلها تعاني اختناقات مرورية في شبكة النقل خلال ساعات الذروة.

ولإغراض الدراسة تم تقسيم المدينة إلى 18 قطاعاً مروريا وتم من خلالها جمع البيانات الخاصة بصانعي الرحلات (معدل الدخل ، ملكية المركبة ،..... الخ)، وغرض الرحلة ، وخصائص وسائط النقل (زمن الرحلة ، كلفة الرحلة ،.....الخ).

ولقد تم بناء النموذج حسب غرض الرحلة (رحلة تسوق ، رحلة عمل ، ورحلة تعليم) للتنبؤ بنسبة المساهمة لكل نوع من وسائط النقل للرحلات المنجذبة إلى المدينة ، من خلال إيجاد علاقة بينها وبين خصائص صانعي الرحلات والرحلة ووسائط النقل ، حيث تم التوصل إلى معادلات خطية قوية بعد التحليل بطريقة الانحدار الخطي المتعدد يمكن الاعتماد عليها في عملية التنبؤ المستقبلي للمدنية.

1- المقدمة:

تعد مدينة الرمادي واحدة من مدن العراق وتقع في الجنوب الشرقي من محافظة الانبار وهي تمثل مركز المحافظة ، وتعاني هذه المدينة من مشاكل في تخطيط النقل ومن ابرز هذه المشاكل هي زيادة الحجوم المرورية على شبكة الطرق للمدينة ولعل السبب في ذلك يعود إلى تزايد تملك المركبة في المناطق الحضرية من المدينة ، فضلا" عن تركز بعض النشاطات الاقتصادية في المدينة التي ساهمت في جذب نسبه كبيره من سكان الريف المحيط بها ونسبة أخرى من السكان القادمين من خارج المدينة أضافه إلى رحلات السكان داخلها .

وتتميز منظومة النقل في المدنية بضعف ادائها ولا تواكب التطور ولها تاثيرات جانبية كبيرة مسببة حوادث وتلوث وضوضاء وعدم الراحة للسائق والراكب ، كما تفتقر المدنية الى النقل العام بين قطاعاتها وعدم كفاءتها في نقل الافراد في حين اغلب الرحلات تذهب الى النقل الخاص .

والبحث الحالي هو بناء نموذج رياضي لمحددات خيار واسطة النقل وحسب غرض الرحلة ، ومن خلال إيجاد علاقة بين خيارات واسطة النقل وخصائص الفرد ممثله (معدل الدخل ، ملكية المركبة ، الجنس ، .....الخ) وخصائص منظومة النقل ممثله (زمن الرحلة ، كلفة الرحلة ، .....الخ) .

2- تقسيم المدينة إلى قطاعات مرورية:

لغرض جمع المعلومات والبيانات المتعلقة بتوزيع استعمالات الأرض وعدد الأسر والعاملين وكذلك البيانات المتعلقة بمنظومة النقل تقسم منطقة الدراسة إلى قطاعات مرورية (zones) وتختلف مساحة هذه القطاعات على أساس نوع استعمالات الأرض المستقبلية فيها كالسكن أو الصناعة والترفيه والتجارة وكذلك على أساس وجود بعض العوائق الطبيعية كالنهر والقنوات والعوائق الاصطناعية كسكة الحديد والطرق الرئيسة . (1)

وتم تقسيم المدينة اعتمادا" على العوامل أعلاه إلى 18 قطاعا" وقد روعي ان تتطابق هذه القطاعات مع الحدود الإدارية للأحياء السكنية لغرض تسهيل عملية جمع المعلومات لاحظ شكل رقم(1).

3- الخصائص الاجتماعية والاقتصادية:

1-3 السكان Population:

بلغ عدد سكان مدينة الرمادي حسب إحصاء 1997 (220776)نسمه حيث كانت حصة منطقة الإعمال المركزية قطاع(1،2،3) هي 55220 نسمه أي بنسبة 25% من مجموع سكان الرمادي ، وقد سجلت نسبة متدنية وذلك لتركيز الكثير من المؤسسات الخدمية فيها ولكونها تمثل المركز التجاري لمدينة الرمادي .

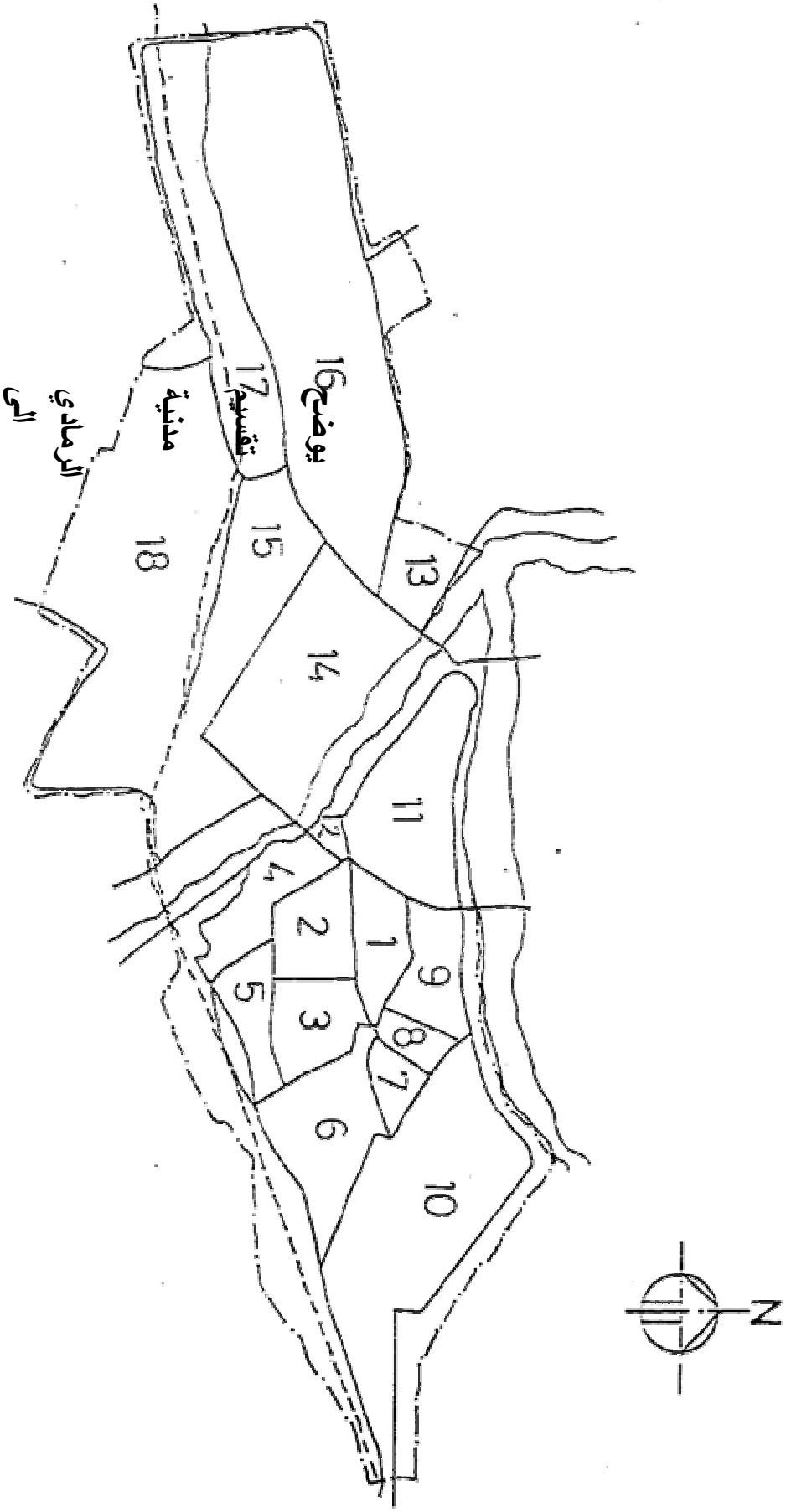
وقد سجل كل من احياء التأميم والجمهوري والملعب أعلى النسب من مجموع السكان للمدينة (15.4%) و (14.2%) و (10.8%) على التوالي .(2)

2-3 فرص العمل Employment:

يقدر عدد فرص العمل في عموم مدينة الرمادي لعام 2000 حوالي 45953 فرصة عمل وحصة منطقة الإعمال المركزية منها حوالي (21779)فرصة أي بنسبة 47.4% من مجموع فرص عمل المدينة . وان القطاع 9 ، 10 يضمن اعلى تقديرات لفرص العمل حيث تقدر حوالي(2475 ، 2589) فرصه على التوالي أي بنسبة 5.4% ، 5.6% من مجموع فرص العمل للمدينة على الرغم من كون هذه المناطق سكنية ويمثل قطاع 13 معمل الزجاج وهو قطاع جاذب للرحلات واغلب الرحلات المنجذبة إليه هي رحلات عمل ، حيث يبلغ عدد العاملين فيه حوالي(2100) .

3-3 معدل الدخل وملكية المركبة:

يؤثر مستوى دخل الأسرة على عدد الرحلات التي يقوم بها الإفراد وترددها ونوعها ولذلك تجمع بيانات مستوى الدخل في كل منطقة مرورية ..وتم تصنيف دخل العائلة الى ثلاثة فئات (دخل واطيء ، ومتوسط ، وعال) وتم تصنيف ملكية المركبة الى صنفين (0 ، 1) يملك مركبة أو لايملك. (3)



شكل رقم(1) يوضح تقسيم مدينة الرمادي الى قطاعات مرورية

3-4 استعمالات الأرض Land use:

لقد زادت مساحة مدينة الرمادي نتيجة زيادة بالسكان ، حيث كانت مساحة المدينة لعام 1987 (29.4123)كم2 في حين زادت هذه المساحة لتبلغ 38.2676 كم2 لعام 2000 بمعنى ان نسبة النمو للمساحة (2%) وهذا يعني ان نمو المدينة ليس فقط نمو سكان بل انعكاس لحاجتها إلى استعمالات وظيفية مواكبة لتطورها الحضاري وتغير استعمال ارض المنطقة ، وهذا النمو السكاني يترتب عليه زيادة الطلب على الوحدات السكنية والخدمات وغيرها التي تتطلب مساحات من الأرض لتلبية تلك الحاجات .

4- بناء نموذج خيار واسطة النقل :

يقوم نموذج خيار واسطة النقل بتوزيع متناسب مجموع عدد رحلات الافراد على وسائط النقل المختلفة. (4)

النموذج الذي تم اعتماده في هذا البحث دالة التوزيع الاحتمالي اللوغارتمي Multinomial Logic Mode

$$M_{ij}^{kn} = \frac{e^{uk}}{\sum_r e^{uk}}$$

M_{ij}^{kn}: يمثل عدد الرحلات التي منشأها القطاع I ومقصدها القطاع j التي تختار الواسطة k من قبل الشخص ذو الخاصية n

u_k : داله المنفعة من استخدام الواسطة k وتعتمد على الخصائص الاتية

1- خصائص صانعي الرحلات The characteristics of trip makers
2- خصائص الرحلة The characteristics of the trip
3- خصائص الواسطة The characteristics of available mode

وان بناء النموذج يستند على الفرضيات التالية:

1- ان الفرد يختار الواسطة التي تعظم منفعته Maximize Utility
2- ان تقييم المنفعة يختلف باختلاف خصائص الافراد .
3- عند إجراء تحسينات في مستوى الخصائص لأحدى الوسائط ،فأن هنالك مقارنة للتغيير من واسطة الى أخرى ومن فرد الى آخر .

ولغرض الجمع بين الفرضيات الثلاث اعلاه فأن النموذج يبنى استنادا" لدالة المنفعة التالية :

$$u_k = v_k + e_k$$

v_k: دالة الخصائص المرصودة ل(الفرد ،الواسطة ،الرحلة)

e_k: مركبة عشوائية تمثل الخصائص غير المرصودة وتوزع توزيعا" احتماليا"

ان معادلة دالة المنفعة التي اعتمدها هذا البحث هي دالة خطية linear function وتكتب كالآتي :

$$u_K = B_o + B_1 X_{1q} + ... + B_k X_{kq} + e_q$$

X_{kq} = المتغيرات التوضيحية explanatory variables

e_q = الخطأ الاحتمالي. (5)

4- مدخلات النموذج:

تم تحديد خمسة بدائل لوسائط النقل المتوفرة لمدينة الرمادي وهي

1- النقل الخاص ويشمل (سيارات خاصة ،سيارة اجرة ،مفردة)
2- الحافلات الحكومية (المركبات المخصصة لنقل موظفي الدولة والطلبة)
3- حافلات النقل الخاص
4- سيارة الأجرة (5-8) راكب Taxi Land cruiser منتظمة على خطوط
5- أخرى (مشي ،سيارة بيك اب +.....الخ)

أولا": خصائص الإفراد صانعي الرحلات Characteristics of trip makers

حيث اعتمدت الخصائص الآتية :

أ- الدخل ب- ملكية المركبة ج- الجنس

وقد اعتمدت المتغيرات الوهمية لمدخلات النموذج للخصائص اعلاه وكما يأتي

أ- معدل الدخل : وتم تقسيم الدخل الى ثلاث مستويات

واطيء Low =0 ، متوسط Medium =1 ، عالي High =2

ب-ملكية المركبة : تم تصنيفها الى فئتين

يملك مركبة =1 لايملك مركبة =0

ج-الجنس : ذكر =1 انثى =2

ثانيا": خصائص الرحلة characteristics of trip

اعتمدت الخاصيتين الآتيتين:

1- غرض الرحلة Trip purpose: تم اعتماد ثلاث اغراض للرحلة(عمل ، تسوق ، تعليم).
2- طول الرحلة (المسافة القطوعة) كم.

ثالثا": خصائص واسطة النقل Characteristics of travel mode

تم تثبيت الخصائص الآتية:

1- زمن الوصول الى واسطة النقل (دقيقة).
2- زمن الانتظار (دقيقة).
3- الزمن المستغرق للرحلة داخل الواسطة (دقيقة).
4- اجور الرحلة (دينار عراقي).
5- زمن الوصول الى مقصد الرحلة بعد ترك الواسطة (دقيقة).

وبذلك تكون مدخلات النموذج كالآتي:

X_1 :خيار الواسطة، متغير نوعي يتضمن خمسة خيارات

0= مركبة خاصة+سيارة اجرة
1= حافلة حكومية
2= حافلة قطاع خاص سعة (45-18)راكب
3= سيارة اجرة سعة(8-5) راكب
4= اخرى

X_2 : زمن الوصول الى الواسطة (دقيقة).

X_3 : زمن الانتظار (دقيقة).

X_4 : الزمن المستغرق داخل الواسطة (دقيقة).

X_5 : زمن الوصول الى المقصد (دقيقة).

X_6 : اجور الرحلة (دينار عراقي).

X_7 : المسافة المقطوعة من منشأ الرحلة الى المقصد (كم).

X_8 : الزمن اللازم لكل كم = $\frac{X_4}{X_7}$ دقيقة/كم

X_9 : الكلفة لكل كم = $\frac{X_6}{X_7}$ دينار/كم

X_{10} : ملكية المركبة 0=لايملك مركبة
1=يملك مركبة

X_{11} : الدخل 0=دخل واطيء
1=متوسط
2=عال

X_{12} : الجنس 1=ذكر
2=انثى

وبعد تحديد منطقة الدراسة وتقسيمها الى قطاعات تم تصنيف البيانات والمعلومات المطلوبة في الدراسة حيث تم الاعتماد على استمارات المسح لمدنية الرمادي لدراسة سابقة ولسنة اساس 2000 لاحظ جداول رقم (1).

وبعد جمع وتصنيف البيانات تم تحليل معادلات دالة المنفعة بطريقة الانحدار الخطي المتعدد ولكنها تحتاج الى وقت وجهد كبير لحلها ، حيث تم استخدام برنامج SPSS لحل هذه المعادلات.

وبما ان النموذج يحتوي على اعداد كبيرة من متغيرات ولا بد من الحصول على نموذج يعطي افضل معامل ارتباط مع اقل عدد من المتغيرات المستقلة وهناك طرق عديدة لاختيار افضل معادلة ممثلة للنموذج

1.طريقة كل الانحدارات الممكنة All Possible Regressions
2.طريقة الحذف العكسي او الخلفي Backward Elimination Procedure
3.طريقة الاختيار المباشرForward Selection Procedure
4.طريقة الاختيار التدريجي Stepwise Regression Procedure

وفي هذا البحث تم اعتماد طريقة الاختيار التدريجي وهذه الطريقة أساساً تعتمد على حساب سلسلة من معادلات الانحدار ، ففي كل خطوة يتم ترشيح احد المتغيرات المستقلة في النموذج حيث ان معيار ترشيح أي متغير مستقل هو قوة الارتباط مع متغير التابع اما معيار تثبيت او حذف المتغير المستقل في أي خطوة فهو اختبار (F) او اختبار (t).(7)

جداول رقم (1) توضح مدخلات نموذج خيار واسطة النقل حسب غرض الرحلة

رحلات التعليم

No.	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
1	2	5	5	30	5	200	4.3	6.98	46.5	0	0	2
2	4	0	0	15	0	0	1.35	11.1	0	0	0	2
3	4	0	0	10	0	0	1.35	7.41	0	1	0	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
176	4	0	0	15	0	0	1.5	10	0	0	1	1
177	0	3	0	30	1	750	6.65	4.51	113	0	1	2

رحلات العمل

No.	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
1	0	3	5	25	2	500	1.7	14.7	294	1	0	1
2	4	0	0	5	0	0	1.7	2.94	0	1	0	1
3	0	3	5	5	2	750	1.85	2.7	405	1	0	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
184	4	0	0	15	0	0	0.35	42.9	0	0	2	1
185	4	0	0	15	0	0	0.35	42.9	0	0	0	1

رحلات التسوق

No.	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
1	0	0	0	5	3	0	1.69	2.96	0	0	1	1
2	2	7	5	10	1	100	1.69	5.92	59.17	0	0	1
3	2	8	5	10	1	100	1.69	5.92	59.17	0	0	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
84	2	6	5	7	2	100	0.69	10.14	144.9	0	0	1
85	2	6	5	7	2	100	0.69	10.14	144.9	0	0	1

*المصدر: استمارات المسح الميداني للباحثة وسن مهدي للعام 2000 لمدنية الرمادي

5-مناقشة النتائج:

تم تحليل البيانات باستخدام الحاسبة الالكترونية باعتماد برنامج SPSS الاحصائي حيث تم التوصل الى ثلاثة نماذج خطية حسب غرض الرحلة (رحلة عمل ، تسوق ، تعليم)،وتبين لنا أن نموذج رحلة التسوق هو اقوى النماذج حيث يمتلك معامل ارتباط قوي (R=0.942) ثم يليه نموذج رحلة التعليم وله معامل ارتباط قوي (R=0.846) اما نموذج رحلة العمل فهو قوي نسبيا" لأن معامل الارتباط (R=0.735) هو اقل من النماذج الاخرى .

من خلال معادلات نموذج اختيار واسطة النقل كما في جدول(2) يتضح لنا بأن ملكية المركبة (X_{10}) له تأثير كبير على اختيار واسطة النقل حيث يلاحظ زيادة نسبة استخدام النقل الخاص لمالكي المركبة يقابله زيادة في النقل العام لمن لايملكون المركبة .

اما دخل الأسرة X_{11} والجنس X_{12} فله تأثير قوي بعد ملكية المركبة لنموذجي التعليم والعمل حيث يلاحظ بأن نسبة استخدام النقل الخاص تزداد لذوي الدخل العالي يقابله زيادة في النقل العام لذوي الدخل المتوسط والعالي ،كما ان مستخدمي النقل الخاص اغلبهم من الذكور في المقابل تفضل النساء استخدام النقل العام .

اما نموذج التسوق فان زمن الوصول بواسطة النقل له تأثير كبير عليه بعد ملكية المركبة X_{10} وهذا يعني ان الاشخاص يفضلون الواسطة التي تستغرق اقل وقت للوصول الى المقصد .

تم اجراء اختبار كلي للنموذج حيث اجري اختبار F لتأكد من صحة معاملات النموذج كما نلاحظ في جدول (3) حيث يتضح ان نموذج ذو معنوية جيدة ،كما ان نموذج رحلة التسوق ذو معنوية اعلى نموذجي رحلتي العمل والتعليم .

اما المتغيرات زمن الوصول وكلفة النقل والمسافة لها تأثير اقل من المتغيرات السابقة على اختيار وسائط النقل لنماذج التعليم والتسوق والعمل .

يلاحظ من معادلات المنفعة تغير مدى الخيار حسب غرض الرحلة حيث يزداد خيار استخدام النقل الخاص لرحلات العمل ثم يليها رحلات التسوق في المقابل يزداد خيار استخدام النقل العام لرحلات التعليم لان اغلب رحلات التعليم يقوم بها ذوي الدخل المحدود .

جدول(2) معادلات نموذج خيار واسطة النقل لمدنية الرمادي وحسب غرض الرحلة

رحلة التعليم	
	$Y=3.854+0.00775X_2 -0.00024 X_3 -0.0052 X_4 -0.068X_5 -0.0034X_6 -0.402X_7 -0.00158X_8 -0.0026X_9 -0.191X_{10} +0.257X_{11} +0.147X_{12}$
R	0.846
R^2	0.716
U_0	3%
U_1	18%
U_2	24%
U_3	6%
U_4	49%
رحلة العمل	
	$Y=3.324-0.22X_2 -0.012 X_3 +0.0142 X_4 +0.084X_5 -0.0022X_6 -0.221X_7 -0.0017X_8 -0.0047X_9 -1.085X_{10} +0.215X_{11} +0.213X_{12}$
R	0.735
R^2	0.54
U_0	13%
U_1	6%
U_2	7%
U_3	2%
U_4	72%
رحلة التسوق	
	$Y=0.23 +0.147 X_2 -0.0849X_3+0.0521X_4 +0.6967X_8 +0.0041X_9 -1.054X_{10}$
R	0.942
R^2	0.888
U_0	7%
U_1	18%
U_2	25%
U_3	39%
U_4	11%

جدول(3) اختبار F للنموذج ولكل غرض الرحلة

الاشارة	اختبارF	
0.00	18.464	رحلة العمل
0.00	101.296	رحلة التسوق
0.00	37.565	رحلة التعليم

6-الاستنتاجات:

1.تم بناء نموذج خطي للتنبؤ بخيار الواسطة لرحلات العمل والتسوق والتعليم وقد تم التوصل الى معادلات خطية ذات معامل ارتباط قوي حيث يمكن استخدام هذه المعادلات للتنبؤ المستقبلي بخيار الواسطة .

2. تبين النتائج التي توصلت البحث بأن النموذج اعتمد بشكل كبير على ملكية المركبة X_{10} .

3. توصل البحث بان غرض الرحلة له تأثير كبير على خيار الواسطة حيث يزداد النقل الخاص لرحلات العمل مقارنة مع رحلات التعليم .

7-التوصيات:

1. ضرورة اجراء مسوحات وجمع بيانات مستمرة خاصة بالرحلة وصانعي الرحلات وشبكة النقل وانشاء قاعدة بيانات في المدينة بالتعاون مع دوائر المحافظة.

2. يوصي البحث بانه يمكن اعتماد هذه النماذج للتنبؤ المستقبلي لنسبة مساهمة كل نوع من وسائط النقل للرحلات المنجذبة الى مركز مدينة الرمادي .

3. يوصي البحث بضرورة وضع السياسات اللازمة لدعم النقل العام لتقليل النقل الخاص وبالتالي تقليل الاختناقات المرورية وذلك من خلال تحسين خصائص النقل العام ويمكن اعتماد النموذج في رسم السياسات.

4. اجراء دراسة مستقبلية لتوزيع الرحلات على شبكة طرق المدينة Trip Assignment.

9.المصادر:

1. ماهر شاكر محمود (2002) " **اداء منظومة النقل ونماذج استعمالات الارض ، منطقة الدراسة مدينة الرمادي** " ، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الهندسة – جامعة الانبار.

2. وسن مهدي (2001) " **بناء نموذج للتنبؤ المستقبلي للحجوم المرورية للقطاعات في مدينة الرمادي** " ، رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة الانبار.

3. مايكل جي بروتن، ترجمة د. عماد اكرم والمهندس رمزي حمدي (1987) " **مدخل لتخطيط النقل** " ، مطبعة مؤسسة المعاهد الفنية.

4. Khisty, C.J. And Lall, B.K. (1998) " **Transportation Engineering** ", 2nd ed., Hall International, Inc, America.

5. العبيدي، عادل نهير عبد (2000) "**بناء نموذج سلوكي تجزيئي لاختيار واسطة النقل للرحلات المنجذبة الى مركز مدينة بغداد**" ، رسالة دكتوراه مقدمة الى مركز التخطيط الحضري والاقليمي- جامعة بغداد.

6. الراوي ، خاشع محمود (1987) " **المدخل إلى تحليل الانحدار** " ، مطبعة جامعة الموصل.

7. د. أموري هادي كاظم، محمد مناجد عيفان (1988) "مقدمة في تحليل الانحدار الخطي " ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل.