پیش بینی تقاضا در پروژه های مشارکت عمومی-خصوصی در جاده های عوارضی با استفاده از سیستم دینامیک

مهدی روانشادنیا , مهدی رحمانی

۱- عضو هیات علمی گروه مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

E-mail: ravanshadnia@gmail.com

rahmanicem@gmail.com

چکیده

با توجه به تحولات سه دهه اخیر دنیا و افزایش جمعیت در سراسر دنیا, نیاز فزاینده ای به زیر ساخت ها و راه های مواصلاتی جهت سهولت زندگی بشریت احساس می شود. تحولات اقتصادی اخیر دنیا و همچنین طرح های ریاضتی بسیاری از کشورهای جهان و حجم بالای بودجه مورد نیاز این طرح ها , دولتمردان را تشویق به استفاده از روش مشارکت عمومی – خصوصی در اجرای زیر ساخت ها و استفاده از سرمایه بخش خصوصی کرده است .

موفقیت آمیز بودن مشارکت های بخش عمومی– خصوصی در بسیاری از پروژه های زیر بنایی به طور قابل توجهی وابسته به تقاضا در این پروژه ها می باشد . پیش بینی تقاضا با توجه به وابسته بودن آن به عواملی چون : عوامل اقتصادی , اجتماعی , فنی و ارتباط بین آن ها , از پیچیدگی بالایی برخوردار است. علاوه بر این ارزیابی تاثیرات این عوامل ماهیتی پویا و وابسته به زمان دارد.

در میان روش های متعدد مدل سازی سیستم ها , سیستم دینامیک دارای توانایی بالایی در مدل سازی سیستم هایی با پیچیدگی بالا می باشد. مدل سازی دینامیک یا پویا به طور کلی به دو صورت کمی و کیفی امکان پذیر است .

در این مقاله سعی بر این شده است که یک مدل مفهومی کیفی برای پیش بینی تقاضا در جاده های عوارضی ساخته شود که مراحل آن به این صورت است : شناسایی عوامل , تشکیل نمودار های علت و معلول , اعتبار بخشی به این نمودار ها .

علاوه بر این شرح داده میشود که چگونه اطلاعات از مرحله توسعه به مراحل بعدی یکپارچه شده و تشکیل یک سیستم دینامیک خواهند داد . به دست آوردن یک مدل کیفی صحیح می تواند مقدمه ای برای تهیه ی مدل کمی دینامیک جهت ارزیابی دقیق تر اثرات عوامل مختلف بر تقاضا در زیر ساخت ها باشد.

کلمات کلیدی : پیش بینی تقاضا , مشارکت عمومی- خصوصی , سیستم دینامیک , جاده های عوارضی

۱- مقدمه

دنیا در سه دهه اخیر خود تحولات عظیمی را تجربه کرده است , در کشور های در حال توسعه، افزایش جمعیت مشکل ساز شده است و نیاز فزاینده ای در این کشور ها به توسعه ی زیر ساخت ها احساس می شود. [۱]

توسعه زیر ساخت ها حجم عظیمی از بودجه های دولتی را به خود اختصاص خواهد داد و با توجه به اینکه بسیاری از کشور های دنیا در این برهه از زمان در ریاضت اقتصادی به سر میبرند، بسیاری از این زیر ساخت ها به مشکل بر خورده و موفقیت آمیز نبوده اند. از این رو دولتمردان در دهه اخیر به طور فزاینده ای علاقه مند به اجرای پروژه های زیر ساختی با روش مشارکت بخش عمومی - خصوصی و مشارکت دادن سرمایه خصوصی در اجرای زیر ساخت ها، شده اند. به خصوص در بخش حمل و نقل جاده ای بسیاری از پروژه های شهری و بین شهری به صورت جاده های عوارضی اجرا شده و بخش خصوصی اقدام به ساخت جاده کرده و به سبب ارائه خدمات از بخش عمومی عوارض دریافت می کند. [۲]

تصمیمات مالی و تخصصی زیر ساخت ها در زمینه حمل و نقل و به خصوص جاده های عوارضی اساسا بر پایه ی تخمین و پیش بینی تقاضا صورت می پذیرد[۳]. فلذا این مقاله نیز مدلی جامع برای پیش بینی تقاضا ارائه میدهد .

مطالعاتی زیادی در زمینه پیش بینی تقاضا تا کنون صورت گرفته است و همیچنین بررسی گزارشات پروژه های انجام گرفته حاکی از این است که فاصله ی قابل ملاحظه ای بین سطح تقاضای پیش بینی شده و سطح تقاضای موجود در حین بهره برداری از پروژه، وجود دارد.[۴]

بطور مثال باین در سال ۲۰۰۲ بر روی ۳۲ پروژه ی حمل و نقل از قبیل پل ها، تونل ها، تقاطع های غیر هم سطح و جاده های عوارضی، مطالعاتی انجام داده است. تحقیقات او بیانگر این است که در ۲۸ پروژه از این ۳۲ پروژه ترافیک واقعی چیزی کمتر از ترافیک پیش بینی شده است. (باین) تحقیق خود را تا سال ۲۰۰۵ بر روی ۱۰۴ پروژه ای که به روش مشارکتی ساخته شده بودند ادامه داد. گزارشات این تحقیق بیانگر این امر می باشد که ترافیک واقعی این پروژه ها کمتر از ۸۶ درصد و بیشتر از ۵۱ درصد ترافیک پیش بینی شده می باشد. طبق گزارش ارائه شده توسط بانک جهانی در سال ۲۰۰۸ [5,6] یکی از عمده ترین دلایل شکست بعضی از پروژه های زیر ساختی حمل و نقل در دنیا تخمین نادرست از سطح تقاضا در این پروژه ها شناسایی کرده است.

تروجیلو در سال ۲۰۰۰ بیان کرده است که استقبال از پروژه های مشارکتی در دنیا رو به افزارش میباشد و به طبع آن بسیاری از این پروژه ها به دلیل نوظهور بودن ، در زمینه پیش بینی سطح تقاضا و ترافیک نا موفق بوده اند. از تحقیقات به عمل آمده اینگونه بر می آید که دو طرف درگیر در پروژه های مشارکتی باید هزینه های بیشتری را جهت تحقیق و تفحص در زمینه تخمین و پیش بینی تقاضا صرف کنند که

این نسبت را چیزی در حدود ۱ به ۵ از کل هزینه پروژه تخمین زده اند .

تحقیقات به عمل آمده توسط آقای فلایبرگ در سال ۲۰۰۵ بیانگر این است که دو مشکل اساسی عدم موفقیت پروژه های مشارکتی روش اجرای نادرست و تصمیمات استراتژیک مناقصه می باشد. علاوه بر این نیل و نلسون در سال ۲۰۰۱ عدم قطعیت در طراحی وساختار مدل را از دلایل عمده ی شکست در پیش بینی تقاضا بیان کرده است.

بسیاری از عوامل تاثیر گذار در پیش بینی تقاضا ماهیتی پویا و وابسته به زمان داشته که این امر، پیش بینی تقاضا را با مشکل مواجه کرده است. روش های متعددی برای تخمین تقاضا موجود می باشد که با توجه به پیچیده بودن این امر و متغیر بودن آن با گذشت زمان روش سیستم دینامیک می تواند روش مناسبی باشد.

مدل سازی دینامیکی سیستم دارای دو فاز میباشد: که به ترتیب به دست آوردن یک سیستم کیفی و سپس کمی سازی داده های کیفی با استفاده از معادلات دیفرانسیل می باشد.

توسعه کیفی سیستم باید حاصل از استنباط متخصصان و افراد شرکت کننده در این گونه طرح های مشارکتی و شناسایی رفتار این سیستم ها باشد. برای بدست آوردن این اطلاعات روش های متعددی از قبیل پرسشنامه ، مطالعه گزارشات کاری و مصاحبه امکان پذیر است. هدف از تهیه ی این مقاله شرح روش ها و تکنیک های به کار گرفته شده جهت رسیدن به یک مدل کیفی و تهیه ی پایه و اساس تهیه ی یک مدل کمی برای پیش بینی تقاضا در جاده های عوارضی می باشد . مدل بدست آمده را می توان به دیگر بخش های حمل و نقل که با روش مشارکتی اجرا می شوند تعمیم داد .

۲-سیستم دینامیک

SD یک تکنیک مدل سازی ریاضی نموداری می باشد که برای ساختن یا بازسازی ساختار یک سیستم با پیچیدگی های بالا به کار برده می شود . [۷]

این سیستم‌ها می‌توانند در حوزهای مختلفی مثل کسب و کار، اقتصاد، محیط زیست، مدیریت انرژی، مسایل شهری و سایر حوزه‌های اجتماعی وجود داشته باشند. رویکرد پویایی سیستم در اوایل دهه ۶۰، توسط فاستر از دانشگاه ام.آی.تی معرفی شد.[۸]

ایده‌ی اولیه‌ی شکل‌گیری این حوزه‌ی پروژه‌ای بود که فاستر برای شرکت جنرال الکتریک انجام داد. به علت تعاملات بین بخش‌های مختلف یک سیستم، افراد باید تلاش کنند که رفتار سیستم را با نگرش سیستمی درک کنند. این درک فقط می‌تواند از طریق مطالعه و شناخت همه‌ی اجزا و ارتباط بین آنها در قالب یک سیستم به‌دست آید. مدل‌ها همواره ابعاد ساده شده‌ی واقعیت می‌باشند. هدف از مدل‌سازی پویا، به‌دست آوردن درک دیدگاهی در مورد روابط سیستم است تا بتوان خط مشی‌های ممکن برای

بهبود سیستم را بررسی کرد. بنابراین، پویایی سیستم به رفتار گسترده‌ی سیستم و این که چه گونه آن رفتار بر تکامل سیستم در آینده اثر می‌گذارد، تأکید دارد و به این ترتیب، به سهولت تصمیم‌گیری کمک می‌کند.

۲-۱ ارکان سیستم دینامیک

برای مدل‌سازی سیستم‌های پویا، نرم‌افزارهای متعددی ارایه شده است. یکی از این نرم افزارها، نرم‌افزار وِنسیم است، که نرم‌افزاری فوق العاده توانمند برای مدل‌سازی سیستم‌های پویا می‌باشد.

هر سامانه‌ی پویا که در طول زمان دگرگون می‌شود، یک ساختار سلسله مراتبی چهارگانه دارد و می‌توان برای هر تحول پویایی در پدیده‌های گوناگون، چنین ساختاری را ارایه کرد (اعم از این که سامانه‌ی پویا در مورد مهندسی، اقتصاد، مدیریت یا حوزه‌های دیگر باشد). با استفاده از الگوی ارایه شده توسط این نظریه، می‌توان علت پویایی سیستم را توضیح داد. در واقع، با استفاده از ساختار سلسله مراتبی مذبور، می توان فرمول رفتاری هر پدیده‌ای را معین نمود. این ساختار سلسله مراتبی، دارای ارکان ذیل است:

-محدوه‌ی بسته یا نمودارهای علّی: ابزاری برای ترسیم روابط علّی بین مجموعه‌ای از متغیرهای داخل یک سیستم است. عناصر اساسی این حلقه‌ها عبارتند از متغیرها (عوامل) و فلش‌ها (روابط)

-حلقه‌های بازخور: وقتی مجموعه‌ای از متغیرها در یک مسیر متصل بسته به یکدیگر وصل می‌شوند، یک حلقه‌ی علّی را شکل می‌دهند. حلقه‌های بازخور، شامل حلقه‌های بازخور مثبت و حلقه‌های بازخور منفی می‌باشند. حلقه‌های بازخور مثبت، دایره‌ای است که اگر یک عامل در آن در یک جهت تغییر داده شود، دایره، تغییرات را در آن جهت تقویت می‌کند. حلقه‌های بازخور منفی، دایره‌ای است که اگر یک عامل در آن در یک جهت تغییر داده شود، دایره، با تغییرات آن عامل در آن جهت مخالفت می‌کند.

-متغیرهای سطح یا حالت: مربوط به عناصری در سیستم هستند که مقدار آنها در جریان یک دوره زمانی شکل می‌گیرد.

-متغیرهای نرخ: متغیرهای نرخ، میزان متغیر را در واحد زمان نشان می‌دهند و مجموعه‌ای از متغیرهای نرخ، موجب دگرگونی در متغیر حالت می‌شوند.

- متغیرهای کمکی: این متغیرها نشانگر ضرایبی هستند که رابطه‌ی بین متغیرهای دیگر را معین می‌کنند. معمولاً متغیرهای برونزا در سیستم، توسط این نوع متغیرها نشان داده می‌شود.

۲-۲ طبقه بندی پژوهشهای پیشین

طبق تحقیقات و نظرات افراد متخصص در زمینه سیستم دینامیک روشهای مختلف و انواع مختلف توسعه یک سیستم دینامیک پیشنهاد شده است .

چهارچوب ها و روش های مدل سازی یک سیستم دینامیک ذیلا در جدول ۱ معرفی شده است . مشاهده میشود بر خی از اقدامات در روشهای مختلف مشترک بوده و برخی از روش ها با یکدیگر همپوشانی دارند .

جدول ۱ : طبقه بندی های مختلف از فرآیند تشکیل سیستم دینامیک از دید افراد متخصص در این زمینه

Sterman 2000	Wolstenholme 1990	Robert et al 1983	Rechard and pugh 1981	Rander
شناسایی مسائل	مفهوم یابی و توسعه دیاگرام ها و آنالیز آنها	شناسایی مسئله	شناسایی مسئله	درک مفهوم سیستم
فرضیه ی دینامیک		ادراک سیستم	ادراک سیستم	
شبیه سازی مدل	فاز شبیه سازی ۱	ارائه مدل	فرموله کردن مدل	فرموله کردن مسئله
فرموله کردن و آزمایش سیستم	فاز شبیه سازی ۲	آنالیز رفتار مدل	آنالیز رفتار مدل	آزمایش
			ارزیابی مدل	
ارزیابی و فرموله کردن خط مشی سیستم		ارزیابی مدل	تجزیه و تحلیل خط مشی سیستم	اجرایی کردن مدل
		استفاده مدل و آنالیز خط و مشی	اجرایی کردن مدل	

مدل ارائه شده توسط sterman از ۵ مرحله تشکیل شده است که دو مرحله ی اولیه آن مرتبط با بخش طراحی کیفی مدل و ۳ بخش بعدی آن مرتبط با طراحی کمی مدل می باشد . در این مقاله نیز سعی بر این شده است از یک مدل ترکیبی بر پایه sterman و روشهای دیگر استفاده شود . مدل ارائه شده توسط sterman بیان می دارد که مدل سازی دینامیکی یک فرآیند تکراری از شناسایی کیفی عوامل و کمی سازی آنها و آزمایش و پالایش جهت تعیین عوامل قطعی و رابطه ی بین آنها، می باشد .

در بخش حمل و نقل متخصصان و و خبرگان می بایست دارای اطلاعات گسترده ای پیرامون عواملی که می توانند بر تقاضا و ترافیک تاثیر گذار باشند , داشته باشند . فارستر (۱۹۹۲) سه نوع از اطلاعاتی که میتوانند به تشکیل یک مدل دینامیک کمک کنند را شناسایی کرده است که عبارتند از : اطلاعات عددی و آماری – اطلاعات نوشتاری – اطلاعات ذهنی

که به نظر فارستر اطلاعات ذهنی و همچنین تجربه ی شخصی افراد خبره بیشترین کمک را خواهد کرد .

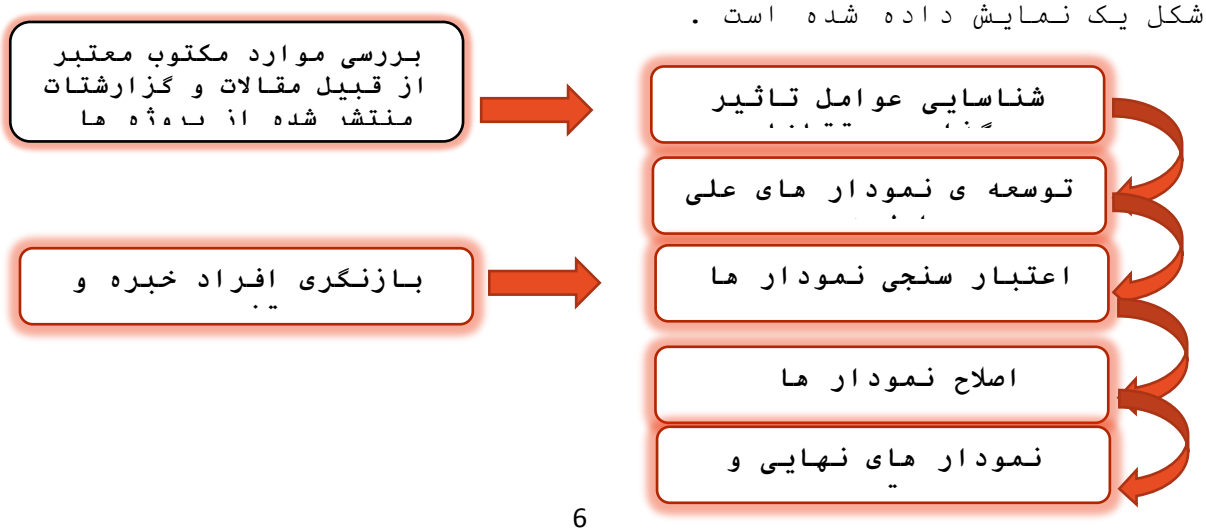
۳- پروسه مدل سازی و استخراج اطلاعات :

سیستم پویا یا سیستم دینامیک مدلی است که می تواند سیستم هایی با پیچیدگی بالا کا دارای ماهیتی پویا و متغیر نسبت به زمان می باشند را کنترل کرده و مدلی برای پایدار سازی ارائه دهد . پروسه ی پیش بینی تقاضا نیز امری پیچیده و پویا می باشد زیرا عواملی که بر روی این امر تاثیر گذار می باشند ماهیتی پویا و پیچیده دارند عواملی چون : تحولات اقتصادی , عوامل اجتماعی , و همچنین رابطه ی عوامل .

اطلاعات بسیاری برای تشکیل یک مدل دینامیکی مناسب نیاز است , فلذا استخراج اطلاعات نیاز مند تحقیقات گسترده بر روی پروژه های انجام گرفته و همچنین گزارشات مکتوب پروژهای انجام شده در دنیا و مقایسه ی آنها با اظهارات حضوری افراد و مصاحبه ی رودر رو با افراد خبره در زمینه پروژه های مشارکتی در بخش حمل و نقل و جاده های عوارضی , میباشد . برای این هدف نیز محققان این مقاله گزارشات بر آمده از زیر ساخت های چند کشور مهم و پیشتاز در توسعه زیر ساخت ها را بررسی و همچنین با چندی از خبرگان شرکت های دارای رتبه ی ۱ در زمینه راهسازی در داخل ایران مصاحبه ی حضوری انجام داده تا به درستی عوامل تاثیر گذار, کشف و با دنیای واقعی مقایسه گردد .

برای توسعه مدل دینامیکی پیش بینی تقاضا نیاز به اطلاعات جامع و کاملی از تجربیات متخصصان و خبرگان در پروژه های مشارکتی می باشد . برای حصول به اطلاعات گسترده محققان به بررسی پروژه های انجام گرفته توسط کشورهایی چون استرالیا [۹] , اتحادیه اروپا [۱۰] , برزیل [۱۱] , و مقالات انجمن مهندسین عمران آمریکا ASCE [۱۲, ۱۳, ۱۴], پرداخته و اطلاعات بر آمده را با گزارشات پروژ های انجام گرفته در داخل ایران مقایسه کرده تا عوامل تاثیر گذار به واقعیت نزدیک تر باشند . این گونه مدل سازی یک مدل سازی تعاملی بوده و کمک شایانی به شناسایی عوامل خواهد کرد .

مراحل تشکیل مدل دینامیکی مورد نظر در زمینه ی جاده های عوارضی در شکل یک نمایش داده شده است .



۳-۱ شناسایی عوامل :

بر اساس ماهیت عوامل و روابط بین آنها , مدل مفهوم خود را یافته و در یک مدل پیشرفته مستند شده است . طبق روش های ارائه شده در جدول ۱ و همچنین با توجه به مدل sterman مدل سازی دینامیک با لیست کردن عوامل تاثیر گذار در رفتار سیستم آغاز خواهد شد . sterman توصیه کرده است که اطلاعات منتشر شده توس ارگان های دولتی و معاونت برنامه ریزی می تواند کمک شایانی به شناسایی عوامل بکند .

با توجه به پروژه های انجام شده در نقاط مختلف جهان و همچنین گزارشات ارائه شده در داخل ایران به این نتیجه میرسیم که تاثیر گذار ترین عوامل در موفقیت یا شکست پروژه های مشارکتی به خصوص در پروژ های حمل و نقل عبارت از : عوامل اجتماعی، اقتصادی، سطح هزینه، تمایل به پرداخت، پذیرش عمومی، خدمات ارائه شده، سهولت دسترسی، صرفه جویی در وقت می باشد.

۳-۲ محدوه‌ی بسته یا نمودارهای علّی:

ابزاری برای ترسیم روابط علّی بین مجموعه‌ای از متغیرهای داخل یک سیستم است. عناصر اساسی این حلقه‌ها عبارتند از متغیرها (عوامل) و فلش‌ها (روابط)

این نمودار ها نشان دهنده ی حلقه های بازخوردی و تاثیر گذاری عوال به یکدیگر می باشد. تکمیل صحیح این نمودار ها می تواند پایه و اساس مناسبی برای مدل سازی ریاضی و شبی سازی مدل در کامپیوتر باشد.

این نمودار ها نمایانگر فرضیات مدل سازی , چگونگی اثر عوامل بر یکدیگر و نتیجه ی آنها بر خروجی مدل و شناسایی تاثیر گذار ترین عامل در مدل , می باشند . همچنین این نمودار ها نمایانگر علیت و روابط علت و معلولی بین عوامل می باشند .

رابطه ی بین دو عامل (X_1) و (X_2) با یک فلش واصل بین آنها نشان داده می شود. برای نشان دادن تاثیر گذاری عوامل بر روی یکدیگر از علامت های + و – استفاده شده است. علامت مثبت نمایانگر این است که عامل اول بر روی عامل دوم تاثیر فزاینده دارد و منفی نیز نمایگر این است که تاثیر کاهشی دارد .

یکی از ویژگی های مهم و قابل توجه حلقه های علیت، حلقه های بازخور در آن می باشد که ماهیت دینامیکی سیستم را ایجاد می کنند. این حلقه ها می توانند مثبت (یا تقویتی) باشند که مفهوم مثبت بودن حلقه یا تقویتی بودن حلقه این است که اگر تغیری در جهت این حلقه صورت گیرد حلقه آن را تقویت کرده و به گسترش آن کمک می کند و یا می توانند منفی (یا تعادلی) باشند که مفهوم تعادلی به این معناست که اگر متغیری در جهت حلقه تغییر پیدا کند حلقه با تغییر آن مخالفت کرده و اثری کاهشی بر آن دارد .

توصیه ریچاردسون که در جدول یک آمده است، برای مدل سازی نمودار های علیت در جاده های عوارضی مناسب می باشد، این مقاله نیز تاکید بر روش ریچاردسون دارد و با الهام گرفتن از توصیه ریچاردسون به تشکیل نمودار ها و شناسایی عوامل و همچنین روابط بین آنها پرداخته شده است .

ترسیم نمودار ها نیازمند شناسایی عواملی که بر تقاضا تاثیر گذار هستند و همینطور شناسایی هسته ی اصلی سیستم می باشد. علاوه بر این روند ترسیم نیازمند شناسایی رابطه ی بین جوانبی که بیانگر الگوی رفتاری در طول زمان می باشد. توجیه هر کدام از این روابط علی می تواند از طریق مشاهده مستقیم , شواهد آماری , فرضیات , تکیه بر نظریه ای پذیرفته شده صورت بگیرد.

مزیت اصلی تشکیل این نمودار های علیت این است که پایه و اساس نمودار های جریان، جهت شبیه سازی کامپیوتری و نرم افزاری فراهم می کنند. البته قبل از اینکه نمودار ها ی علی به نمودار های جریان و استوک تبدیل شوند باید توسط افراد خبره و متخصص در این زمینه اعتبار سنجی شده و تایید شوند .

۳-۳ تایید و اعتبار سنجی نمودار های علی :

به طور کلی سیستم را می توان به عنوان مجموعه یا گروهی از عناصر مرتبط به هم که با هم تشکیل یک هدف واحد را می دهند تعریف کرد . به عبارتی لفظ سیستم به دنیای واقعی مرتبط است یا به ویژگی هایی از دنیای واقعی، بنابر این برای اعتبار سنجی به این نمودار ها باید آنها را با دنیای واقعیت مقایسه کرده و سعی بر این شود که به واقعیت نزدیک شوند .

برای این منظور محققان جلساتی حضوری با تعدادی از افراد خبره در زمینه راه سازی و پروژه های مشارکتی در شرکت های رتبه ۱ راهسازی در ایران برگزار شد . در این مصاحبه از افراد خواسته شده بود تا: اگر مواردی جا مانده است یا مواردی که اضافه می باشند را بیان کنند، رابطه ی شناسایی بین عوامل را بررسی و صحت یا عدم صحت این رابطه را بیان کنند، و همچنین کشف مثبت یا منفی بودن حلقه های باز خور.

در نتیجه ی مصاحبه با افراد متخصص و همچنین نگاهی مجدد به پروژه های انجام شده در نقاط مختلف دنیا، عواملی حذف و برخی از عوامل که از قلم افتاده بودند اضافه گردید. این روش تعاملی تحقیق طبق گفته ی sterman بهترین نوع دستیابی به یک مدل دینامیک مناسب می باشد. ذیلا نمودار های توسعه یافته و بررسی شده و مدل نهایی این نمودار ها آورده شده است که با توجه به کمبود فضا و حجم بالای این نمودار ها سعی بر این شده دو نمونه از مهمترین عوامل تاثیر گذار در تقاضا آورده شود. تاثیر گذارین عوامل در تقاضا عبارتند از عامل اجتماعی – اقتصادی و عامل تمایل به پرداخت عوارض که در مرحله بعدی نمودار معتبر شده و تایید شده ی آنها آورده خواهد شد.

۴- نمودار های معتبر و نهایی

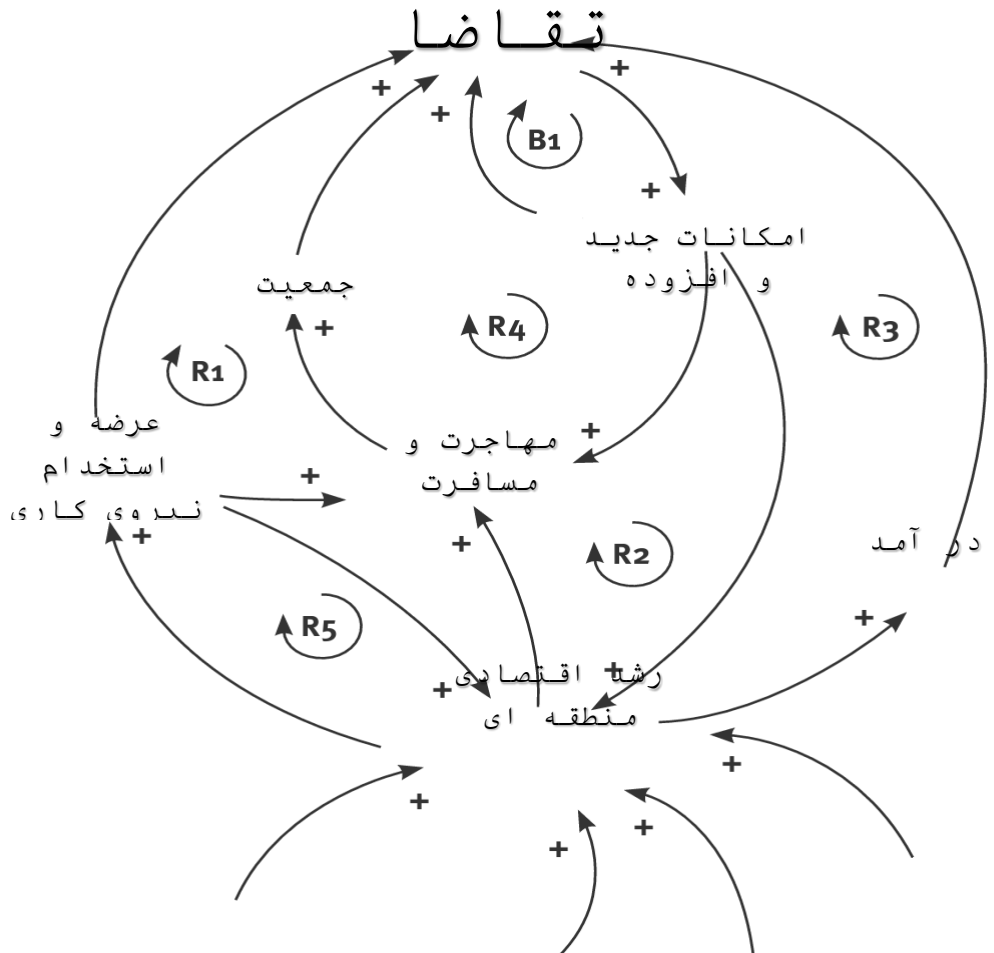
در شکل ۲ و ۳ نمودار های علی تکمیل شده دو عامل تمایل به پرداخت و عامل اجتماعی – اقصادی ترسیم شده است . مدل اجتماعی – اقتصادی نشانگر حلقه های بازخور بسیاری می باشد .

اولین حلقه ی بازخور در این نمودار حلقه ی (R_1) می باشد که نوع آن تقویتی است . رشد اقتصادی در مرکز این نمودار قرار می گیرد زیرا رشد اقتصادی فرصت های شغلی بیشتری را در منطقه فراهم می کند و نتیجتا بالا رفتن تقاضا را در پی خواهد داشت. اگر چه افزایش بیش از حد تقاضا نیازمند به ایجاد جاده ی جدید و امکانات جدید جهت کاهش فشار وارده بر تسهیلات پیشین می باشد . لازم به ذکر است که ساخت امکانات جدید در ناحیه مورد نظر می تواند به شدت بر تقاضای جاده ی پیشین تاثیر گذار باشد که یک حلقه ی منفی ایجاد خواهد کرد (B_1) .

دومین حلقه تقویتی نشانگر این است که رشد اقتصادی، جابه جایی از جاده های عوارضی را افزایش داده و همچنین باعث افزایش تراکم جمعیت در این نواحی می باشد که در نهایت موجب افزایش تقاضا خواهد شد .

سومین حلقه تقویتی نمایانگر این است که رشد اقتصادی باعث افزایش درآمد عمومی و نتیجتا افزایش تقاضا در جاده های عوارضی می باشد.

چهارمین حلقه ی تقویتی بیانگر این می باشد که ساخت جاده ای دیگر می تواند باعث افزایش مسافرت از ناحیه مورد نظر در نتیجه بالا رفتن تقاضا در منطقه شود. همچنین در نمودار علی شکل ۲ عوامل برون زای تاثیر گذار بر رشد اقتصادی نیز ذکر شده است. که عبارتند از: اقتصاد ملی



اقتصاد ملی

عوامل افزایشی

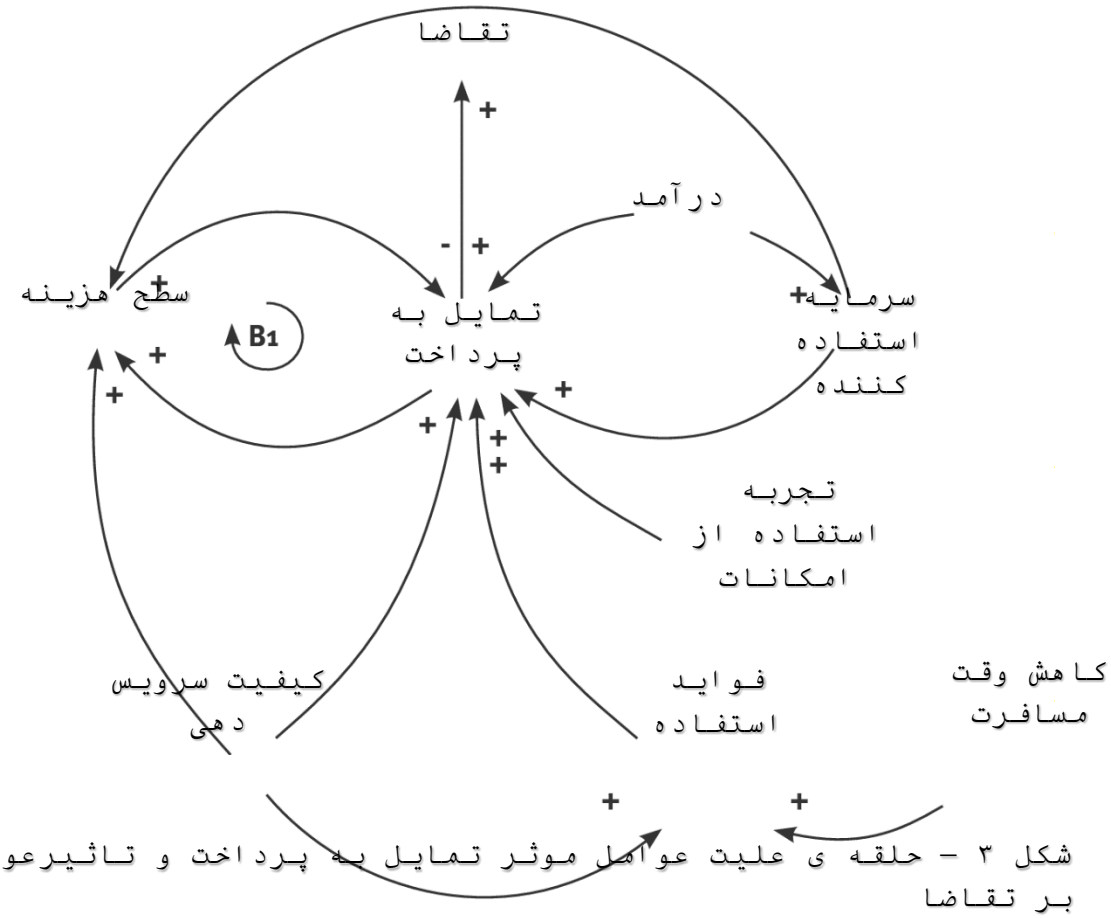
اقتصاد منطقه ای

صنعت منطقه ای

شکل ۲ – حلقه ی علیت عوامل موثر بر رشد اقتصادی و تاثیرعوامل بر تقاضا

مورد دیگری که ذیلا به آمده است تمایل به پرداخت عوارض می باشد . در این نمودار یک حلقه ی تعادلی یا منفی وجود دارد. این نمودار نشان می دهد که مجموعه از عوامل به صورت مثبت بر تمایل پرداخت تاثیر گذار خواهند بود . عواملی چون کیفیت سرویس دهی , تجربه ی استفاده از امکاناتی مشابه برای کاربران , سطح درآمد استفاده کنندگان , فواید استفاده از جاده ی مورد نظر به طور مثال کوتاهی , امنیت و ...

همچنین حلقه ی B1 بیانگر این مسئله می باشد که هر چقدر عوارض استفاده از این امکانات بالا برود تاثیر منفی بر تمایل به پرداخت عوارض از سوی عموم را در پی خواهد داشت .



شکل ۳ – حلقه ی علیت عوامل موثر تمایل به پرداخت و تاثیرعوامل بر تقاضا

نتیجه گیری

جهان پیرامون ما پیچیده و پویاست. زندگی و محیط پیرامون ما به طور مستمر در حال تغییر است . سیستم های در هم تنیده و پویای مختلفی چون سیستم های زیست محیطی، بازار های مالی، فرآیند کسب و کار و سیستم های اجتماعی و مدیریتی ما را احاطه کرده اند. اقدامات ما در مواجه با مسائل موجود در این سیستم ها اغلب پیامد های بلند مدت ناخواسته و غیر منتظره ای که ما مسئول وقوع آنها هستیم اما از وجودشان بی خبریم، در پی دارند.

پیش بینی تقاضا یکی از مهم ترین عوامل موفقت آمیز بودن پروژه های مشارکتی می باشد. این پروژه ها حاصل از مشارکت بخش خصوصی و دولتی می باشد و تقاضا می تواند به طور محسوسی بر موفقیت آمیز بودن پروژه تاثیر گذار باشد و عدم پیش بینی دقیق تقاضا می تواند در بلند مدت تاثیرات ناخواسته و منفی جبران ناپذیری بر شرکت های خصوصی داشته باشد.

عوامل تاثیر گذار در تقاضای بخش حمل و نقل بخصوص پروژه های مشارکتی عوارضی عبارتند از : عوامل اجتماعی، اقتصادی، سطح هزینه، تمایل به پرداخت، پذیرش عمومی، خدمات ارائه شده توسط امکانات، سهولت دسترسی، صرفه جویی در وقت می باشد.

با توجه به پیچیده بودن و در هم تنیده بودن عوامل تاثیر گذار در پیش بینی تقاضا، مدل سازی دینامیکی رفتار و شناسایی برهم کنش عوامل کمک شایانی به توسعه مدلی دقیق و کارا جهت پیش بینی تقاضا، خواهد کرد.

مدل سازی دینامیکی متشکل از دو فاز طراحی کیفی و کمی می باشد. این مقاله مدلی کیفی از شناسایی عوامل و رابطه ی عوامل تاثیر گذار در تقاضا را ارائه داده است. محققین این مقاله سعی بر بدست آوردن یک مدل کمی و شبیه سازی شده در کامپیوتر و نرم افزار های تخصصی سیستم دینامیک با استفاده از حلقه های علیت دارند.

کمی سازی دینامیکی عوامل تاثیر گذار بر تقاضا در مرحله ی بعدی این تحقیقات منتشر خواهد شد .

مـر اجع

1- Tim Veitch, Aaron Alaimo ,Lauren Walker(2013) ” Demand Forecasting for Toll Roads: An Approach to More Accurately Forecasting Traffic Volumes” Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings , 2 - 4 October 2013, Brisbane, Australia

2- Sabina, E. and McNeil, S. (1993). ”Designing Private Funding Programs for Public Highways.” J. Urban Plann. Dev., 119(4), 155–172.

3- Public-Private Infrastructure Advisory Faculty (2009), Toolkit for Public - Private Partnerships in roads & Highways ” Demand Forecasting”

4- Charles Lammam, Hugh MacIntyre, and Joseph Berechman (2013) ” Using Public-Private Partnerships to Improve Transportation Infrastructure in Canada” FRASER INSTITUTE

5- Urban Land Institute , Ernst & Young ” Infrastructure 2013 , Global Priorities, Global Insights”.

6- Henrike Brecht , Uwe Deichmann , Hyoung Gun Wang (2013), ” A Global Urban Risk Index” Policy Research Working Paper, The World Bank East Asia and Pacific Region Development Research Group Urban and Disaster Risk Management Department June 2013

7- David G.Luenberger 1979 ” (Introduction to dynamic systems theory, models , and application”

8- Sumant Kumar Bishwas ” Critical Issues for Organizational Growth and Success: A Systems Thinking View using Feedback Loop Analysis” Research Scholar, Department of Management Studies, Indian Institute of Technology Delhi
Email: skbiswas.iitd@gmail.com

9- Australian government department of infrastructure and Regional development , http://www.infrastructure.gov.au/transport/

10- European PPP Expertise Center EPEC (2013),” Procurement of PPP and the use of Competitive Dialogue in Europe A review of public sector practices across the EU”

11- Welfare and Growth Effects of Alternative Fiscal Rules for Infrastructure Investment in Brazil Pedro Cavalcanti Ferreira Graduate School of Economics – EPGE Fundação Getulio Vargas / Leandro Gonçalves do Nasciment Graduate School of Economics – EPGE Fundação Getulio Vargas January 6, 2006

12- Kwak, Y. (2002). ”Analyzing Asian Infrastructure Development Privatization Market.” J. Constr. Eng. Manage., 128(2), 110–116. TECHNICAL PAPERS
13- Doan, P. and Menyah, K. (2013). ”Impact of Irreversibility and Uncertainty on the Timing of Infrastructure Projects.” J. Constr. Eng. Manage., 139(3), 331–338.
14- Tiong, R. (1995). ”Risks and Guarantees in BOT Tender.” J. Constr. Eng. Manage., 121(2), 183–188.
۱۵-پویایی شناسی سیستم رویکردی کاربردی برای مسائل مدیریتی، ترجمه دکتر ابراهیم تیموری، علیرضا نورعلی
۱۶-پویایی شناسی سیستم، سیستم های فکری و مدل سازی برای جهان پیچیده ، جان استرمن، ترجمه شهرام میرزایی