

ارائه‌ی مدل شبکه‌ی عصبی کوهون جهت مشخص کردن سهم هر یک از عوامل درگیر در تأخیرات (مطالعه‌ی موردی: آزادراه تهران - شمال)

احسان‌اله اشتهاردیان* (دانشیار)
دانشکده‌ی هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس

پروانه شاهسوند (کارشناس ارشد)
دانشکده‌ی معماری، دانشگاه تهران

ملیحه معززی فرهادی فر (کارشناس ارشد)
دانشکده‌ی مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت

مهندسی عمران شریف، پاییز ۱۳۹۷ (۱۳۹۷)
دردی ۲ - ۳۴، شماره‌ی ۳/۲، ص. ۱۰۵-۱۱۶، (پادداست نمی)

با بررسی صحیح تأخیرات در پروژه‌ها، می‌توان آن‌ها را به‌عنوان درس‌آموخته تبدیل کرد. لذا در پژوهش حاضر، روشی ارائه شده است که بتواند الگویی را مبتنی بر شبکه‌ی عصبی برای مشخص کردن علل و تسهیم تأخیر در پروژه‌ها ارائه کند. برای این منظور، عوامل ایجادکننده‌ی تأخیرات در آزادراه تهران - شمال در جدولی به تفکیک گروه‌های درگیر در پروژه ارائه و منشأ اصلی تأخیرات از جانب ۴ عامل درگیر شامل: کارفرما، پیمانکار، مشاور و عوامل خارجی شناسایی و دسته‌بندی شده‌اند. سپس با توجه به نظر خبرگان و مصاحبه‌هایی که با عوامل کاری در پروژه انجام گرفته است، تمام عوامل تأخیرات از سال‌های ۷۵ تا ۹۴ در دو مورد احتمال وقوع و میزان شدت تأثیر تأخیر، از ۰ تا ۱۰ امتیازدهی شد. سپس برای اولین بار با بهره‌گیری از شبکه‌ی عصبی خودسازمانده کوهون (SOFM)^۱ در برنامه‌ی نرم‌افزاری MATLAB، تأخیرات ارزیابی شدند. بررسی تأخیرات در بخش یافته‌های پژوهش به دو روش ارائه شد که از هم متمایز نبودند و هم‌پوشانده‌ی یکدیگرند.

واژگان کلیدی: تأخیرات، آزادراه تهران - شمال، شبکه‌ی عصبی خودسازمانده کوهون (SOFM)، درس‌آموخته.

eshtehardian@modares.ac.ir
shahsavand@ut.ac.ir
farhadimali@yaho.com

۱. مقدمه

در حال حاضر بسیاری از پروژه‌های عمرانی نیمه‌کاره وجود دارد که به علت کمبود اعتبار، نیمه‌تمام مانده‌اند و بودجه‌ی عمرانی برای تکمیل آن‌ها کافی نیست. پروژه‌هایی که حتی برای ۱۰۰ الی ۲۰۰ میلیارد تومان نیمه‌تمام مانده‌اند و با تخصیص اعتبار قطره‌چکانی به‌کندی ساخته می‌شوند. حال با این کمبود اعتبار به نظر می‌رسد در راستای اولویت‌سنجی تکمیل پروژه‌های نیمه‌تمام و عدم استقبال بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری ۱۲ هزار میلیارد تومانی در آزادراه تهران - شمال، بهتر است فعلاً دولت اولویت خود را بر روی تکمیل پروژه‌های نیمه‌کاره قرار دهد اما نیم‌نگاهی هم به تکمیل آزادراه تهران - شمال برحاشیه داشته باشد.

پروژه‌ی آزادراه تهران - شمال در سال ۵۶ کلید خورد و ۱۱ دولت را به خود دیده است و هنوز زمانی برای راه‌اندازی آن در نظر گرفته نشده است. در ابتدای کار پروژه‌ی عظیم آزادراه تهران - شمال به بنیاد مستضعفان واگذار شد و قرار بود در

بدمترین حالت ممکن ظرف ۵ سال به بهره‌برداری برسد، در حالی که آزادراه تهران - شمال سال‌هاست که با وجود اختصاص بودجه، همچنان در زمره‌ی طرح‌های ناتمام عمرانی کشور قرار دارد و برآورد می‌شود تا سال ۹۹ با مجموع هزینه‌ی نزدیک به ۲۰۰۰ میلیارد تومان تکمیل شود. دلایل عمده‌ی در طولانی شدن ساخت آزادراه وجود دارد. به‌عنوان مثال، تأمین نشدن منابع مالی به موقع، یکی از دلایل عمده‌ی تأخیر در راه‌اندازی بزرگراه بوده است. با وجود اینکه وزارت راه از نظر منابع مالی کمک‌های شایانی کرده است، اما جهت ادامه‌ی کار، نیاز به منابع مالی بسیاری است. در امر حل معارضان ملکی، با توجه به تلاش‌های فراوانی که از سوی وزارت راه انجام شده است، ادعاهای حقوقی و هزینه‌های هنگفتی صرف رفع معارض شد، که بسیار زمان‌بر بوده است. همچنین در امور پیمانکاری، اختلاف برداشت از متن قرارداد وجود دارد که با مذاکره یا در دادگاه حل می‌شود. در منطقه‌های ۲ و ۳ آزادراه، اختلاف برداشت از متن قرارداد زیاد است و در بسیاری دیگر از موارد با مطالعه‌ی مقالات مرتبط با تأخیرات^[۱-۱۲]، به نکاتی در رابطه‌ی ذکرشده اشاره شده است.

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۶/۵/۱۳۹۵، اصلاحیه ۱۳/۹/۱۳۹۵، پذیرش ۲۶/۱۰/۱۳۹۵.

DOI:10.24200/J30.2018.1423

با توجه به اهمیت بسیار بالای تأخیرات و مسائل ناشی از وقوع آن در طول اجرای پروژه‌ها و با در نظر گرفتن اینکه تاکنون در کشور ایران، اقدامات بسیار محدودی در زمینه بررسی علمی تأخیرات و ارائه راهکارهای عملی و کاربردی در زمینه جلوگیری یا کمیته‌سازی آن صورت گرفته و نیز روند استاندارد و یکسانی جهت تعیین آثار تأخیرات ایجاد شده در زمان بندی ارائه نشده است که بتواند مشکلات موضوع ذکر شده را رفع کند و استفاده از روش‌های مختلف در انجام آنالیز تأخیرات، منجر به دستیابی به نتایج متفاوتی در برآورد میزان تأخیرات ایجاد شده و سهم هر یک از طرفین قرارداد می‌شود. به همین منظور در پژوهش حاضر، با استفاده از تحلیل شبکه‌ی عصبی کوهن، سعی در تدوین و ارائه روشی کارآمد و کاربردی جهت آنالیز تأخیرات به وقوع پیوسته برای دست‌یابی به راهکاری جدید جهت پیشگیری از وقوع تأخیرات، پس از تعیین سهم هر یک از عوامل در میزان تأخیرات رخ داده شده و با تعیین مسئولیت هر یک از آن‌ها در پاسخ‌گویی تأخیرات، به دنبال کاهش آثار ثانویه تأخیر بوده است.

۱.۱. شرح مطالعات انجام گرفته در زمینه تأخیرات داخل و خارج از

ایران

موضوع تأخیرات در پروژه‌های عمرانی میبختی است که به لحاظ اهمیت و آثار سوء ناشی از آن، در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه بیشتر به آن توجه شده است، زیرا در کشورهای مذکور پروژه‌های بسیاری در دست اجرا دارند که از لحاظ اقتصادی، عدم مدیریت کارآمد و بسیاری علل دیگر، هنوز به بهره‌برداری نرسیده و بعضاً با توقف کامل مواجه شده‌اند. لذا در این خصوص برخی پژوهشگران در ایران و در جهان، درباره‌ی زمینه‌ی مذکور پژوهش‌هایی به عمل آورده‌اند که می‌توان به کشورهایی مانند مالزی، اردن، هند، عربستان و غنا اشاره کرد. در ادامه، به پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه تأخیرات اشاره شده است که در نوشتار حاضر سعی در پردازش بیشتر بر پروژه‌های راه‌سازی با استفاده از روش نوین بوده است. در حوزه تأخیرات راه، پل و تونل، در پژوهشی با عنوان «بررسی علل تأخیر زمان اجرای پروژه‌های عمرانی شهری با توجه به عوامل پروژه در شهر تهران» در سال ۱۳۹۰، اقدام به بررسی دلایل تأخیرات در پروژه‌های راه، پل، و تونل در شهر تهران شده است. و براساس پرسش‌نامه‌ی به دست آمده، اقدام به نظرسنجی از کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران شده و نتایج به دست آمده از پرسش‌نامه‌ها و مصاحبه‌ها به صورت مجزا متوسط‌گیری و میانگین آن‌ها برای هر علت محاسبه شده است. نتایج به دست آمده در خصوص اولویت بندی دلایل تأخیر در ۴ گروه: قوانین و مقررات، کارفرما، مشاور و پیمانکار ارائه شده است.^[۱۳]

در پژوهش دیگری با عنوان «تحلیلی بر عوامل تأخیرات زمان و هزینه در پروژه‌های سدسازی و میزان تأثیر کارفرما، مشاور و پیمانکار در آن (۱۳۸۶)»، اقدام به بررسی علل افزایش زمان و هزینه در تعدادی از پروژه‌های بزرگ سدسازی کشور، در قالب مصاحبه انجام و با ارسال و دریافت پرسش‌نامه از مدیران و کارشناسان صاحب نظر درگیر در پروژه‌های مذکور، ضمن شناسایی، تحلیل و جمع بندی دلایل مرتبط از دیدگاه عوامل مختلف درگیر در طرح‌های ذکر شده، به ارائه راهکارهایی برای بهبود وضعیت عنوان شده پرداخته شده و جهت اولویت بندی دلایل تأخیر، نتایج به دست آمده از پرسش‌نامه‌ها و مصاحبه‌ها به صورت مجزا متوسط‌گیری و میانگین آن‌ها برای هر یک محاسبه شده است.^[۱۴] در حوزه تأخیرات کلی پروژه‌های عمرانی، در سال ۹۳، به بررسی علل تأخیر پروژه‌های عمرانی با رویکرد عدم تأمین مالی

پرداخته شده و دلایل تأخیرات در قالب پرسشنامه‌ی در ۳ حوزه‌ی کارفرما، پیمانکار و مشاور تهیه شده است. پرسش‌شوندگان براساس مفروضات ذهنی و تجربه‌ی خود، اقدام به ارزش‌گذاری دلایل تأخیرات و اولویت بندی آن‌ها کرده‌اند.^[۱۵]

همچنین جهت تعیین سهم عوامل پروژه در پژوهشی با عنوان «تجزیه و تحلیل روش‌های آنالیز تأخیر مبتنی بر پنجره‌ها در برنامه‌ریزی پلان و ارائه‌ی چهارچوب انتخاب مناسب‌ترین روش آنالیز تأخیر» به بررسی انواع روش‌های تحلیل تأخیر پرداخته شده است.^[۱۶] در سال ۲۰۱۶، نیز به بررسی روش‌های تحلیل تأخیر، مانند روش تأثیر کلی، افزایش دهنده، کاهش دهنده، روش بازه‌ی زمانی، سعی در تحلیل تأخیرات و نمایش روابط تأخیرات با روش تحلیل شبکه‌ی علی - معلولی پرداخته شده است.^[۱۷] همچنین در سال ۲۰۰۹، در زمینه تأخیرات مربوط به حوزه‌ی راه‌سازی در کشور زامبیا، به بررسی تأخیرات در پروژه‌های راه‌سازی پرداخته و نتایج کار در خصوص اولویت بندی دلایل تأخیر در گروه پیمانکاران ارائه شده است.^[۱۸]

در زمینه تأخیرات مربوط به پروژه‌ی تونل نیز در سال ۲۰۰۳، به بررسی عوامل سهم در تأخیر و افزایش هزینه‌ها از منظر کارفرما و پیمانکار پرداخته شده است.^[۱۹] همچنین در زمینه تأخیرات مربوط به پروژه‌های مسکونی، اداری، و مراکز پزشکی، در سال ۲۰۰۰، به تحلیل کمی دیرکردهای ۱۳۰ پروژه‌ی عمومی در اردن از منظر عوامل خارجی پرداخته شده است.^[۲۰] در حوزه تأخیرات کلی پروژه‌های عمرانی نیز در سال ۲۰۱۴، به بررسی افزایش زمان در پروژه‌های کشور مصر پرداخته شده است و از عوامل کارفرما، پیمانکار، و مشاور سنجش به عمل آمده است.^[۲۱] همچنین در سال ۲۰۱۲، به بررسی افزایش زمان ساخت از منظر کارفرما، پیمانکار، عوامل خارجی پرداخته شده است.^[۲۲] در سال ۲۰۱۱، نیز عوامل عمده تأخیر در پروژه‌های احداث در مالزی، تأخیرات کارفرما و پیمانکار بررسی شده است.^[۲۳] همچنین در پژوهش دیگری در همان سال در مالزی، عوامل تأخیر در پروژه‌های ساخت و ساز بررسی و عوامل خارجی، سنجیده شده‌اند.^[۲۴]

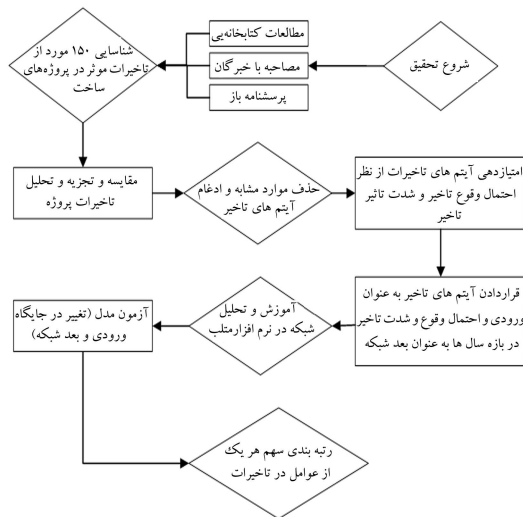
در سال ۲۰۰۸، نیز عوامل تأخیر در پروژه‌های ساخت در اردن بررسی شده و عوامل کارفرما، پیمانکار و مشاور و دیگر عوامل خارجی مورد سنجش قرار گرفته‌اند.^[۲۵] همچنین در سال ۲۰۰۷، به بررسی علل و معلول دیرکرد در صنعت احداث مالزی از منظر پیمانکار و عوامل خارجی پرداخته شده است.^[۲۶] در سال ۲۰۰۶، نیز در عربستان، عوامل تأخیر در پروژه‌های ساخت در حوزه کارفرما، پیمانکار، و مشاور بررسی شده است.^[۲۷] همچنین در ویتنام (۲۰۰۴) به افزایش زمان در پروژه‌های بزرگ پرداخته شده و کارفرما و پیمانکار مورد سنجش قرار گرفته‌اند.^[۲۸] در سال ۲۰۰۲ نیز در اردن، علل تأخیر پروژه‌های عمرانی به روش متعارف بررسی شده و کارفرما، پیمانکار و مشاور مورد سنجش قرار گرفته‌اند.^[۲۹]

با وجود فراوانی پژوهش‌های انجام شده در حوزه تأخیرات پروژه‌ها، هنوز پژوهشی در کشور مبنی بر بررسی تأخیرات و افزایش زمان بی‌رویه‌ی پروژه‌های راه‌سازی و تحلیل آن با شبکه‌ی عصبی، علی‌الخصوص در پروژه‌ی آزادراه انجام نشده و با وجود مشکلات بسیار پروژه‌ی مذکور در طی سال‌های ۷۵ تا ۹۴، ضرورت انجام پژوهش مشخص است.

۲. مطالعه‌ی موردی

۱.۲. آزادراه تهران - شمال

احداث آزادراه تهران - شمال برای نخستین بار با وعده‌ی ۵ ساله برای ساخت در سال ۱۳۵۶ به تصویب رسید که مطالعات اولیه‌ی آزادراه مذکور در سال ۱۳۵۳ انجام شد



شکل ۱. ساختار کلی پژوهش.

پیمانکاری، و سایر عوامل مرتبط به آن‌ها که صاحب‌نظر و دست‌کم ۵ سال تجربه‌ی کافی داشته باشند، بوده است. پیرو پژوهش‌هایی که در زمینه‌ی مذکور و با بررسی پرسنل شاغل در شرکت‌های فعال عمرانی انجام گرفت، مشخص شد که تعداد خبرگان ۹۳ نفر است. این تذکر لازم است که با بررسی‌های انجام‌شده مشخص شده است که علاوه بر تعداد ذکرشده، ۷ نفر نیز از اساتید دانشگاهی و وکلای دادگستری که در حوزه‌ی مذکور فعالیت دارند، نیز جزء جامعه‌ی آماری هستند و به این ترتیب جمع جامعه‌ی آماری به ۱۰۰ نفر رسید.

برای محاسبه‌ی نمونه‌ی آماری از فرمول کوکران استفاده شده است (رابطه‌ی ۱):

$$n = \frac{N z^2 pq}{Nd^2 + z^2 pq} = \frac{100 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{100 \times (0.15)^2 + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5} = 48 \quad (1)$$

در رابطه‌ی ۱، خطای مجاز (d) معادل ۰٫۱، برای ضریب اطمینان $z = 1.96$ ، ۰٫۹۵ و مقادیر p و q نیز هر کدام معادل ۰٫۵ و حجم جامعه‌ی آماری $N = 100$ نفر در نظر گرفته شده است. مقدار p به این دلیل برابر با ۰٫۵ در نظر گرفته شده است که n بیشینه‌ی مقدار ممکن خود را پیدا می‌کند و این امر سبب می‌شود که نمونه به حد کافی بزرگ باشد. به این ترتیب نمونه‌ی آماری پژوهش حاضر تقریباً ۴۸ نفر به دست آمد و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان، پرسش‌نامه برای ۵۸ نفر از اعضا واجد شرایط ارسال شد. این تذکر لازم است که از ۵۸ پرسش‌نامه‌ی ارسالی، ۵۲ پرسش‌نامه بازگشت و ۴ عدد از آن‌ها به دلیل جواب‌های تکراری به هر دو عامل شدت و تأثیر در تأخیر، حذف شدند.

۲.۳. معرفی شبکه‌ی عصبی خودسازمانده

در شبکه‌ی خودسازمانده، از روش یادگیری رقابتی برای آموزش استفاده می‌شود، که عملکرد آن‌ها از لایه‌ی خاکستری مغز الهام گرفته است. سلول‌ها در یک بُعد، دو بُعد یا بیشتر قرار می‌گیرند و در یک فرایند یادگیری رقابتی نسبت به الگوهای ورودی منظم می‌شوند. محل سلول‌های تنظیم‌شده در شبکه به گونه‌ی نظم می‌یابد که برای ویژگی‌های ورودی، یک دستگاه مختصات معنی‌دار روی شبکه ایجاد شود. لذا یک نقشه‌ی خودسازمانده، یک نقشه‌ی توپوگرافیک از الگوهای ورودی را تشکیل می‌دهد که در آن، محل قرار گرفتن سلول‌ها، متناظر با ویژگی‌های ذاتی الگوهای

و هزینه‌ی آن طبق نظر فرانسوی‌ها که داوطلب اجرای آن بودند تا پایان زمان ۱۰ ساله پس از بهره‌برداری حدود ۷۵۰ میلیارد ریال برآورد شده بود؛ اما در نهایت کلنگ آن در سال ۷۵ به زمین خورد و قرارداد مشارکت با بنیاد مستضعفان با برآورد ۲۵۰ میلیارد ریال و سهم‌الشرکت وزارت راه به مبلغ ۱۵۰ میلیارد ریال به صورت مقطوع جهت تملک اراضی به وسیله‌ی دولت و بقیه‌ی تعهدات و هزینه‌های تکمیل و بهره‌برداری توسط بنیاد منعقد شد. پس از شروع احداث آزادراه از سال ۷۵، اقدام جدی در ساخت آزادراه توسط بنیاد مستضعفان به عمل نیامد (ستون شماره‌گذاری‌شده‌ی جدول ۱، مربوط به سال‌های ۷۵ تا ۸۲ می‌شود که تقریباً بیشتر آیتم‌های تأخیرات در بخش احتمال وقوع تأخیر و میزان شدت تأخیر، صفر شده است)؛ تا اینکه در سال ۸۲، وزارت راه و ترابری سابق ناچار شد براساس مصوبه‌ی هیئت وزیران، ۵۰٪ سرمایه‌ی احداث را رأساً به صورت مشارکت با بنیاد، از محل بودجه‌ی عمومی و یا فروش اراضی واگذارشده تأمین کند (از سال ۸۲ تا ۸۵ نیز در حین گشایش اعتبار اسنادی، بخشی از امور انجام شد و در ستون‌های ۳ و ۴ مرتبط با جدول ۱، از بازه ۰ تا ۱۰ درجه‌بندی شده است). به طوری‌که در سال ۸۲، قرارداد ساخت قطعه‌ی ۱ آزادراه تهران - شمال با یک شرکت چینی به مبلغ ۲۴۵ میلیون دلار منعقد شد، اما به دلیل بروز مشکلات در بازکردن LC توسط ایران، نارضایتی از مدیریت شرکت چینی، تملک اراضی، موافقت بیمه‌ی چین و بسیاری از عوامل دیگر به تعویق افتاد و عملاً اعتبار اسنادی آن تا اواخر سال ۸۵ باز نشده بود که به دلیل گذشت مدت زمان طولانی و مقطوع بودن قرارداد، پیمانکاران چینی خواستار تغییر و افزایش قیمت تا ۷۹۰ میلیون دلار شدند که سال گذشته با ۴۰۰ میلیون دلار و با یک شرکت جدید چینی مجدداً قرارداد منعقد و مقرر شد به مدت ۳ سال، منطقه‌ی ۱ آزادراه تهران - شمال به طول ۳۲ کیلومتر (کن تا دوآب شهرستانک) تحویل داده شود (از سال ۸۵ تا ۹۱، بیشترین اقدامات مربوط به آزادراه مذکور در قطعه‌های ۱ و ۴ انجام شد و در ستون‌های ۵ و ۶ جدول ۱ نیز درجه‌بندی شده است. همچنین از سال‌های ۹۱ تا ۹۴ نیز مقداری از عملیات آزادراه انجام و در ستون‌های ۷ و ۸ جدول ۱، میزان احتمال تأخیر و شدت تأخیر آن در بازه‌ی ۰ تا ۱۰، در ۶۵ ارزیابی شده است).

۳. روش پژوهش

ساختار کلی پژوهش حاضر مطابق شکل ۱ است که براساس راهبرد کمتی با راهکارهای کتابخانه‌یی و میدانی انجام شده است. هدف غالب پژوهش، توسعه‌ی و تعیین رابطه‌ی علی با رویکرد پیمایشی از نوع مقطعی در بازه‌ی ۱۹ سال و مطالعه‌ی موردی بوده است که از ابزار تحلیل اسناد و مدارک و مصاحبه با خبرگان استفاده شده است. لازم به ذکر است از آنجا که داده‌های پژوهش از نوع داده‌های فاصله‌یی و نسبی است، جهت تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه در بخش احتمال وقوع تأخیر و میزان شدت و تأثیر تأخیر در بازه‌ی سال‌ها از روش میانگین نظرات خبرگان استفاده و سپس تحلیل‌های ثانویه در شبکه‌ی عصبی خودسازمانده‌ی کوهون انجام شده است.

۱.۳. جامعه‌ی آماری و حجم نمونه

جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر، شرکت‌های بزرگ فعال در پروژه‌ی آزادراه تهران - شمال، مانند خاتم‌الانبیاء و بنیاد مستضعفان بوده‌اند و نمونه‌ی مناسب با استفاده از اطلاعات کارشناسان به دست آمده است. در این بین متخصصانی مدنظر بوده‌اند که شرایط خبرگی را داشته باشند. شرایط خبرگی عبارت از کارشناسان کنترل پروژه، مدیران شرکت‌ها، مدیران قراردادهای و مدیران پروژه‌ی سازمان‌های کارفرما و مشاور و

جدول ۱. معرفی و تفکیک عوامل تأخیرزا در آزادراه تهران - شمال به تفکیک گروه‌های درگیر در پروژه.

احتمال وقوع تأخیر در پروژه (۰ تا ۱۰ سال تا ۹۴ تا ۹۵ و ۹۷ تا ۹۹)	میزان شدت و تأثیر تأخیر (۰ تا ۱۰ سال تا ۹۱ تا ۹۴)	احتمال وقوع تأخیر در پروژه (۰ تا ۱۰ سال تا ۹۱ تا ۹۴)	میزان شدت و تأثیر تأخیر (۰ تا ۱۰ سال تا ۸۵ تا ۹۱)	احتمال وقوع تأخیر در پروژه (۰ تا ۱۰ سال تا ۸۵ تا ۸۷)	میزان شدت و تأثیر تأخیر (۰ تا ۱۰ سال تا ۸۲ تا ۸۵)	احتمال وقوع تأخیر در پروژه (۰ تا ۱۰ سال تا ۸۲ تا ۸۵)	میزان شدت و تأثیر تأخیر (۰ تا ۱۰ سال تا ۷۵ تا ۸۲)	احتمال وقوع تأخیر در پروژه (۰ تا ۱۰ سال تا ۷۵ تا ۸۲)	لیست تأخیرات آزادراه تهران - شمال	ردیف	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی	دسته‌بندی عوامل ایجادکننده‌ی تأخیر
۶	۱۰	۵	۶	۱۰	۶	۱۰	۶	۱۰	مطالعات ناکافی پیش از سرمایه‌گذاری و عدم ارزیابی طرح و اتخاذ تصمیم فوری در خصوص اجرایی شدن طرح، توسط کارفرما	۱-۱	مدیریت	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۰	۳	۰	۶	۳	۰	۳	۰	۰	به‌کارگیری ارکان اجرایی ضعیف به دلیل برگزاری مناقصات بر مبنای قیمت پایین و حاکمیت روابط به جای ضوابط در نظام برگزاری مناقصات	۲-۱	مدیریت	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۶	۷	۶	۸	۵	۷	۶	۷	۶	تصمیم‌گیری کند کارفرما و معلق ماندن کار توسط کارفرما* و طولانی شدن توافقات و عدم توافق با مالکان جزء	۳-۱	مدیریت یکپارچگی	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۵	۴	۱۰	۷	۴	۱۰	۵	۴	۵	عدم تعهد کافی کارفرما و انتخاب نامناسب نحوه‌ی اجرای پروژه (سه عاملی، طرح و ساخت)	۴-۱	مدیریت	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۷	۷	۷	۹	۶	۷	۱۰	۷	۷	ضعف قراردادی (دوام قراردادها به دلیل عدم رعایت شرایط عمومی و خصوصی پیمان توسط طرفین قرارداد و در نتیجه‌ی عدم تشخیص صحیح ادعاها و موافقت با ادعاهای مالی نادرست پیمانکاران کم است).	۵-۱	مدیریت	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	تأخیر در حل مشکل تأمین زمین و رفع معارض آن	۶-۱	مدیریت	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	ضعف در هماهنگی بین عوامل اجرایی (کارفرما، مشاور و پیمانکار و...) و اختلاف و مشاجره بین افراد زیردست کارفرما (مدیر پروژه و مسئول کارگاه و...) و عدم وجود مرجع حل اختلاف بین کارفرما و پیمانکار	۱-۷	ارتباطات	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	دستور تغییر** بیش از حد و دخالت زیاد کارفرما در مفروضات اولیه‌ی پروژه و در محدوده و دامنه‌ی کاری و عملیات ساخت	۸-۱	مدیریت محدوده	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۶	۶	۴	۹	۶	۴	۱۰	۶	۶	تخمین نادرست و غیرواقعی کارفرما از زمان پروژه (در ابتدا، برخورد با موضوعات، به‌صورت خوش‌بینانه فرض می‌شود و باعث عدم تخصیص اعتبار مناسب می‌شود)	۹-۱	مدیریت زمان	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	محدودیت‌های مالی مواجه شده و تأخیر در فرایند پرداخت‌های مالی به پیمانکار و مشاور به خاطر عدم تخصیص بودجه توسط دولت	۱۰-۱	مدیریت هزینه	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	عدم ایجاد اشتیاق و محرک‌های انگیزشی برای پیمانکاران***	۱۱-۱	منابع انسانی	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	تأخیر در تأمین تجهیزات و تجهیز آن قسمت از سایت که مسئولیت تهیه‌ی آن‌ها به‌عهده‌ی کارفرماست	۱۲-۱	مدیریت کیفیت	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	بی‌توجهی کارفرما به نیاز به برآورد زمان و هزینه بعد از شکست‌ها	۱۳-۱	مدیریت ریسک	تفکیک تأخیرات با توجه به حوزه‌ی تخصصی

۱- تأخیرات کارفرما

ادامه‌ی جدول ۱.

۰ ۰ ۶ ۱۰ ۶ ۸ ۵ ۶ ؟	تغییرات فراوان در سازمان سرمایه‌گذار اصلی پروژه	۱۴-۱	مدیریت تغییرات	
۰ ۰ ۰ ۰ ۳ ۶ ۴ ۷ ؟	عدم وجود مدیریت صحیح در دفاتر مرکزی و کارگاه‌های پیمانکاران و سرپرستی ضعیف سایت و عدم خلع پیمانکاران فاقد صلاحیت	۱۵-۲		۲-تأخیرات پیمانکار
۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۱۰ ۶ ۱۰ ؟	ضعف در مدیریت اجرایی پیمانکار و تخصیص کارکنان با تخصص نامناسب (ضعف کیفیت کارمندان فنی) و ضعف پیمانکاران در ارائه‌ی راهکارهای اجرایی مقابله با اقلیم نامناسب	۱۶-۲		و انواع تأخیرات مرتبط با آن
۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۷ ۴ ۶ ؟	مطالعه‌ی فنی و طراحی جدول زمان‌بندی و برنامه‌ریزی بی‌تأثیر و نادرست توسط پیمانکار در طول مرحله‌ی مناقصه	۱۷-۲	مدیریت کیفیت	
۰ ۰ ۰ ۰ ۶ ۹ ۵ ۶ ؟	اشتباه در اجرا و استفاده از روش‌های اجرایی غیرقابل قبول و ناشایسته توسط پیمانکار و تغییر مکرر کار به دلیل کار بی‌کفایت پیمانکاران (انتظارات ذی‌نفع را به خوبی برآورده نمی‌سازند)	۱۸-۲		
۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۸ ۵ ۶ ؟	کار نکردن پیمانکاران جزء، مطابق با برنامه‌ی زمانی، به دلایل مختلف	۱۹-۲		
۷ ۱۰ ۶ ۹ ۵ ۷ ۴ ۶ ؟	فقدان شرکت‌های پیمانکاری بزرگ و با تجربه‌ی داخلی	۲۰-۲		
۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۷ ۵ ۶ ؟	عدم ارائه‌ی صورت وضعیت به موقع	۲۱-۲	مدیریت ارتباطات	۱-۲ مصالح و تجهیزات و ماشین‌آلات و نیروی انسانی
۶ ۱۰ ۰ ۰ ۶ ۸ ۳ ۵ ؟	مشکلات مالی مواجه شده با پیمانکار - تخصیص ناصحیح منابع توسط پیمانکار	۲۲-۲	مدیریت هزینه	۲-۲ تأخیرات تأمین‌کننده ۳-۲ تأخیرات حمل و نقل و انبار
۱۰ ۱۰ ۴ ۶ ۷ ۱۰ ۲ ۶ ؟	نقش مدیران سیاسی در انتخاب غیرعلمی مجری و پیمانکار پروژه	۲۳-۲	منابع انسانی	
۶ ۱۰ ۰ ۰ ۵ ۸ ۴ ۶ ؟	عدم انتخاب صحیح و توافق پیمانکار اصلی با پیمانکاران جزء بر اساس قیمت پایین	۲۴-۲	مدیریت	
۵ ۱۰ ۰ ۰ ۵ ۷ ۶ ۹ ؟	عدم استفاده از واحد برنامه‌ریزی و کنترل پروژه با تجربه و عدم اعتقاد به پیروی از برنامه‌ی زمان‌بندی توسط رئیس کارگاه و مهندسان اجرایی	۲۵-۲	ریسک	
۸ ۱۰ ۰ ۰ ۶ ۷ ۴ ۵ ؟	عدم بررسی صلاحیت پیمانکار خارجی به دلایل سیاسی و غیر فنی	۲۶-۲		
۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۹ ۶ ۱۰ ؟	کمبود مواد و مصالح در بازار و تأخیر در ساخت مواد و مصالح ویژه	۲۷-۱-۲	مدیریت	
۰ ۰ ۰ ۰ ۶ ۹ ۵ ۶ ؟	تغییر در نوع و مشخصات مصالح در زمان ساخت	۲۸-۱-۲	تدارکات	
۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۷ ۳ ۵ ؟	عدم تأمین و در دسترس نبودن تجهیزات نو و ماشین‌آلات	۲۹-۱-۲		
۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۸ ۴ ۵ ؟	کارایی پایین ماشین‌آلات کهنه‌ی پیمانکار و مشکل در تهیه‌ی قطعات یدکی عدم وجود تکنولوژی بالا در وسایل مکانیکی پیمانکاران داخلی	۳۰-۱-۲		
۰ ۰ ۴ ۱۰ ۵ ۹ ۶ ۸ ؟	شرایط بین‌المللی و طولانی شدن مذاکرات با سازندگان در شرایط مالی و حقوقی سفارشات	۳۱-۱-۲		۱-۲ مصالح و تجهیزات و ماشین‌آلات و نیروی انسانی
۰ ۰ ۶ ۱۰ ۵ ۶ ۳ ۴ ؟	عدم تأمین نیروی انسانی (با تخصص و با مهارت کافی)	۳۲-۱-۲	مدیریت منابع انسانی	
۰ ۰ ۴ ۱۰ ۵ ۹ ۶ ۱۰ ؟	نوسانات قیمت مواد (افزایش قیمت قیر) و تأخیر در انتخاب متریا ل نهایی به دلیل تنوع بیش از حد بازارهای فروش	۳۳-۱-۲	مدیریت	
۰ ۰ ۳ ۵ ۲ ۴ ۲ ۳ ؟	استفاده از روش‌های سنتی در تعمیر و مشکلات نگهداری ماشین‌آلات به هنگام خرابی و ایجاد حوادث	۳۴-۱-۲	ریسک	
۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۶ ۵ ۸ ؟	تأخیر در ارسال و تحویل مواد اولیه (در کیفیت، مقدار، زمان تحویل) و تأخیر تأمین‌کننده در تدارکات کالا و حمل (اگر حمل به عهده‌ی تأمین‌کننده و در قرارداد قید شده باشد)	۳۵-۲-۲	مدیریت تدارکات	۲-۲ تأخیرات تأمین‌کننده

ادامه‌ی جدول ۱.

۰ ۰ ۲ ۷ ۵ ۸ ۶ ۱۰ ؟	عدم ارزیابی اولیه‌ی تأمین‌کنندگان (از نظر سوابق و رزومه‌ی کاری) و دقت در عقد قرارداد و کیفیت پایین کالای آماده‌شده و یا در حال تولید	۳۶-۲-۲	
۰ ۰ ۳ ۶ ۴ ۷ ۵ ۸ ؟	عدم مدیریت تأمین‌کنندگان داخلی و خارجی و ارتباط با آنان و کنترل پیشرفت کار	۳۷-۲-۲	
۰ ۰ ۴ ۶ ۵ ۷ ۶ ۹ ؟	طولانی شدن سفارش‌گذاری به دلیل بروکراسی اداری و اشتباه در تعداد سفارشات داده‌شده	۳۸-۲-۲	
۰ ۰ ۵ ۸ ۶ ۷ ۷ ۸ ؟	نقص و ابهام در مشخصات تقاضاهای کارفرما به تأمین‌کننده	۳۹-۲-۲	
۴ ۹ ۷ ۶ ۹ ۱۰ ۶ ۵ ؟	عدم تمایل تأمین‌کننده‌ی خارجی برای همکاری به دلیل مسائل سیاسی	۴۰-۲-۲	ارتباطات
۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۰ ۷ ۴ ۵ ۸ ؟	عدم دسترسی به تجهیزات تولیدی و کمک تولیدی	۴۱-۲-۲	کیفیت
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۸ ۶ ۱۰ ؟	عدم دسترسی به راه‌ها و پایانه‌های مناسب حمل و نقل و راه‌های محدودیت ظرفیت حمل از راه‌های ریلی	۴۲-۳-۲	مدیریت
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۵ ۳ ۶ ؟	مهیا نبودن محل تحویل و انبار و نبود دستورالعمل مدون شرایط نگهداری تجهیزات و مواد از سوی برخی از سازندگان و تأمین‌کنندگان	۴۳-۳-۲	تدارکات
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۷ ۱۰ ۶ ۱۰ ؟	عدم بررسی درانتخاب نوع قرارداد حمل و نقل	۴۴-۳-۲	۳-۲ تاخیرات حمل و نقل و انبار
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۶ ۱۰ ۵ ۱۰ ؟	ترافیک درون شهری و محدودیت‌های دسترسی به سایت و موانع حمل جاده‌یی (شیب و پیچ و ...)	۴۵-۳-۲	مدیریت
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۶ ۴ ۷ ۶ ؟	فرایند ایمنی برای حمل و نقل کالاهای خطرناک (صدمه دیدن و از بین رفتن کالاها در هر یک از مراحل گمرک، حمل و انبار داری)	۴۶-۳-۲	ریسک
۰ ۰ ۱۰ ۶ ۱۰ ۶ ۹ ۵ ۷ ؟	ضعف در مطالعات اولیه و امکان سنجی و عدم انطباق توسعه راه‌های انتهای مسیر با توسعه این آزادراه	۴۷-۳	
۸ ۱۰ ۶ ۹ ۵ ۷ ۶ ۷ ؟	عدم مدیریت تغییرات در حین پروژه و یا پس از شکست	۴۸-۳	مدیریت
۵ ۷ ۵ ۱۰ ۶ ۸ ۳ ۵ ؟	تأخیر در تأیید تغییر دامنه و محدوده‌ی کاری که مشاور لازم دانسته است	۴۹-۳	یکپارچگی
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۶ ۳ ۴ ؟	عدم استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته مهندسی طراحی	۵۰-۳	
۰ ۰ ۱۰ ۵ ۸ ۶ ۹ ۸ ؟	عدم بررسی توجیح اقتصادی طرح‌ها و مدیریت ضعیف قرارداد و اختلافات و اشتباهات در اسناد قرارداد	۵۱-۳	
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۸ ۷ ۹ ؟	پیدایش نواقص، اشتباه و اختلاف در طراحی و ابهام و عدم شفافیت در جزئیات به علت عدم آشنایی با شرایط محیطی	۵۲-۳	۳- تاخیرات مشاور
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۸ ۷ ۱۰ ؟	عدم استفاده از تجارب طرح‌های قبلی در طرح‌های جدید و ضعف مستندسازی در طرح‌های اجرایی	۵۳-۳	مدیریت کیفیت
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۸ ۶ ۷ ؟	تجربه ناکافی و صلاحیت ضعیف هیات مهندس مشاور و عدم انعطاف و خشکی مشاور و اختلاف بین مهندسین طراح و مشاور	۵۴-۳	
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۷ ۵ ۸ ؟	بروز مشکلات ارزیابی در برآورد احجام و مبالغ کار و عدم تمایل مهندسین مشاور به کاهش هزینه‌های ساخت	۵۵-۳	محدوده و هزینه
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۴ ۶ ۶ ۷ ؟	عدم بروزرسانی برنامه زمان‌بندی پس از هر شکست	۵۶-۳	زمان
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۱۰ ۵ ۸ ؟	عدم تحلیلی استراتژیک نقش تأخیرات در ارزش پروژه	۵۷-۳	مهندسی
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۵ ۸ ۶ ۸ ؟	عدم بروزرسانی تحلیل ارزش پس از شکست	۵۸-۳	ارزش
۴ ۱۰ ۳ ۱۰ ۶ ۸ ۶ ۱۰ ؟	شرایط سیاسی و تحریم ایران از جانب برخی کشورها	۵۹-۴	
۴ ۱۰ ۸ ۹ ۸ ۹ ۴ ۵ ؟	عدم توجه کافی به منابع محیطی استراتژیک در مسیر بزرگراه و ایجاد تعارضات زیست محیطی و عدم تعامل با فعالان و متولیان محیط زیست	۶۰-۴	مدیریت ارتباطات
۶ ۹ ۸ ۹ ۶ ۷ ۴ ۶ ؟	قدرت ذی‌نفعان نهان در پروژه	۶۱-۴	
۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۶ ۹ ۶ ۱۰ ؟	بلایای طبیعی و شرایط آب و هوا (سیل و ریزش کوه در قطعه ۴ و رانش)	۶۲-۴	۴- تاخیرات محیط خارجی
۵ ۱۰ ۴ ۱۰ ۶ ۱۰ ۶ ۱۰ ؟	تورم (نوسانات قیمت مواد)	۶۳-۴	مدیریت ریسک
۶ ۸ ۸ ۹ ۸ ۹ ۵ ۱۰ ؟	قوانین و مقررات مالی و تأمین کالا در سطح بین الملل و طولانی شدن زمان ترخیص کالا از گمرک	۶۴-۴	

ادامه‌ی جدول ۱.

هزینه ۴-۶۵	طولانی شدن مدت زمان افتتاح حساب و فعال شدن اعتبارات اسنادی (LC)	۴	۱۰	۵	۱۰	۵	۶	۳	۴	؟
------------	---	---	----	---	----	---	---	---	---	---

- * suspension of work by owner
- ** change order
- *** unavailability of incentives for contractor

در فاز یادگیری هر یک از واحدها، فاصله‌ی بردار ورودی X تا وزن‌های خود را به صورت رابطه‌ی ۳ محاسبه می‌کنند.

$$I_i = D(X, w_i) \quad (3)$$

که در آن، D تابع سنجش فاصله است و می‌توان هر یک از توابع مرسوم برای سنجش فاصله را مانند فاصله‌ی کمان کروی (رابطه‌ی ۴) یا فاصله‌ی اقلیدسی $D(u, v) = |u - v|$ استفاده کرد:

$$D(u, v) = 1 - \cos \theta \quad (4)$$

که در آن، θ زاویه‌ی بین u و v است. واحدها با این محاسبه می‌خواهند بدانند که نزدیک‌ترین بردار وزن به x را دارند یا نه که این همان بخش رقابتی در این‌گونه از شبکه‌هاست. واحدی که نزدیک‌ترین وزن به بردار ورودی را دارد، برنده‌ی این مرحله از رقابت خواهد بود، که برای آن Z_i مرتبط برابر ۱ قرار داده می‌شود و سایر Z_i ها برابر صفر خواهند بود. آنگاه قانون کوهون که به صورت رابطه‌ی ۵ است، برای به‌روز رسانی وزن‌ها استفاده می‌شود:

$$w_i^{new} = w_i^{old} + \alpha(X - w_i^{old})z_i, \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (5)$$

همچنین قانون کوهون، معادل رابطه‌ی ۶ است:

$$w_i^{new} = \begin{cases} (1 - \alpha)w_i^{old} + \alpha x & \text{for winter} \\ w_i^{old} & \text{other Unites} \end{cases} \quad (6)$$

۲.۲.۳. الگوریتم کار شبکه

۱. مقادیر اولیه‌ی w_i^0 اختیار شوند، پارامترهای همسایگی واحد برنده تعیین شود، نرخ یادگیری تعیین شود.
۲. تا زمانی که شرط خاتمه غلط است، گام‌های ۲ الی ۸ تکرار شود.
۳. برای هر بردار ورودی X ، قدم‌های ۳ الی ۵ اجرا شود.
۴. برای هر j ، فاصله‌ی D از رابطه‌ی ۷ محاسبه شود:

$$D(j) = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2 \quad (7)$$

۵. اندیس J ، که برای آن، $D(J)$ به میزان کمینه است، تعیین شود.
۶. برای کلیه‌ی واحدهای j در همسایگی J و برای کلیه‌ی i ها، w_i جدید از رابطه‌ی ۸ به دست آید:

$$w_{ij}^{new} = (1 - a)w_{ij}^{old} + ax_i \quad (8)$$

۷. نرخ یادگیری α به هنگام درآید.
۸. شعاع همسایگی در زمان‌های مشخص کاهش داده شود.
۹. شرط خاتمه، آزمایش شود.

ورودی است. یادگیری رقابتی که در این قبیل شبکه‌ها استفاده می‌شود، بدین صورت است که در هر قدم یادگیری، سلول‌ها برای فعال شدن با یکدیگر به رقابت می‌پردازند، در پایان یک مرحله‌ی رقابت، فقط یک سلول برنده می‌شود که وزن‌های آن نسبت به وزن‌های سایر واحدها به شکل متفاوتی تغییر داده می‌شود. این نوع از یادگیری را یادگیری بی‌نظارت^۲ می‌نامند. SOFM یا کوهون یکی از مهم‌ترین شبکه‌های خودسازمانده است.

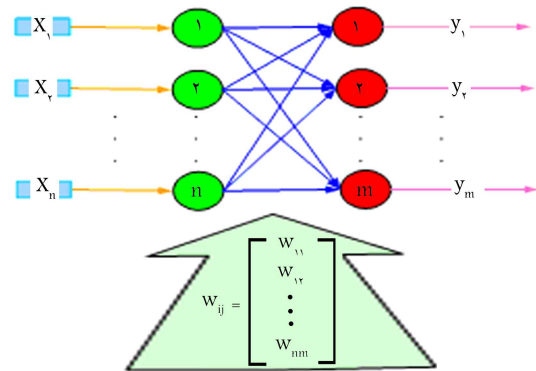
۱.۲.۳. شبکه‌ی کوهون

ریشه‌ی قانون یادگیری کوهون به سال‌های ۱۹۶۲ و قبل از آن و به مباحث خوشه‌بندی بی‌نظارت بر می‌گردد. در دهه‌ی ۷۰، کریستف واندرمالزبرگ^۳ قانونی معرفی کرد مبتنی بر این ایده که مجموع وزن‌های مربوط به ورودی‌های در واحدهای مختلف که از یک خروجی آمده‌اند باید ثابت باشند. مبنای ایده‌ی مذکور براساس محدود بودن ماده‌ی شیمیایی موجود در خروجی مورد بحث و تقسیم شدن آن بین ورودی‌های مختلف متصل به خروجی مذکور بود.^[۲۹]

در سال ۱۹۷۶، نیز استفن گراسبرگ^۴ ایده‌ی مالزبرگ را رد کرد و قانونی که در بخش حاضر مطرح شده است، را ارائه کرد. اما در اواخر دهه‌ی ۷۰، کوهون به این نتیجه‌ی مهم رسید که هدف قانون یادگیری مذکور باید ساختن یک مجموعه‌ی بردار w_i باشد که ارائه‌های هم‌احتمال یک تابع چگالی، احتمال ثابت ρ را تشکیل می‌دهند. یعنی بردارهای w_i باید طوری خود را تغییر دهند که برای هر بردار ورودی X با تابع چگالی، احتمال ρ را داشته باشیم (رابطه‌ی ۲):

$$p(X) = \frac{1}{m} \quad (2)$$

که در آن، X به w_i به ازاء $i = 1, 2, \dots, m$ نزدیک‌ترین است. ایده‌ی مذکور برای توابع چگالی احتمال یکنواخت به طور مطلوب کار می‌کرد تا اینکه در سال ۸۷، دوین دسینو^۵ تغییری در قانون کوهون ایجاد کرد که مشکل مزبور را حل کرد؛ اما هنوز به واسطه‌ی نقش مهم کوهون در این زمینه، قانون را قانون کوهون می‌گویند. یک لایه‌ی کوهون، آرایه‌ی از نورون‌ها به صورت یک بُعدی، دو بُعدی یا بیشتر است که نمونه‌ی از آن در شکل ۲ مشاهده می‌شود.



شکل ۲. مدل ساختاری شبکه‌ی کوهون دو بُعدی.

جدول ۲. تحلیل ۶۵ مورد تأخیر و نمایش کنتی اعداد به دست آمده توسط شبکه‌ی خودسازمانده.

weight(:, :, ۴۵) = ۳,۷۷۲۳	weight(:, :, ۲۳) = ۶,۹۱۳۹	weight(:, :, ۱) = ۷,۸۶۰۱
weight(:, :, ۴۶) = ۲,۸۰۵۰	weight(:, :, ۲۴) = ۴,۸۷۶۸	weight(:, :, ۲) = ۳,۳۳۲۴
weight(:, :, ۴۷) = ۷,۹۰۷۴	weight(:, :, ۲۵) = ۵,۲۲۴۶	weight(:, :, ۳) = ۵,۲۷۹۷
weight(:, :, ۴۸) = ۷,۲۷۲۲	weight(:, :, ۲۶) = ۵,۰۲۰۰	weight(:, :, ۴) = ۵,۷۷۰۳
weight(:, :, ۴۹) = ۶,۱۳۶۰	weight(:, :, ۲۷) = ۳,۶۴۶۷	weight(:, :, ۵) = ۶,۹۱۱۶
weight(:, :, ۵۰) = ۲,۱۹۷۹	weight(:, :, ۲۸) = ۳,۱۷۱۲	weight(:, :, ۶) = ۴,۰۱۴۵
weight(:, :, ۵۱) = ۸,۱۳۱۳	weight(:, :, ۲۹) = ۲,۳۱۶۰	weight(:, :, ۷) = ۲,۸۰۷۹
weight(:, :, ۵۲) = ۳,۴۰۱۵	weight(:, :, ۳۰) = ۳,۶۸۳۸	weight(:, :, ۸) = ۲,۵۶۵۷
weight(:, :, ۵۳) = ۳,۵۲۱۱	weight(:, :, ۳۱) = ۵,۱۷۳۵	weight(:, :, ۹) = ۷,۱۲۷۱
weight(:, :, ۵۴) = ۴,۸۰۸۷	weight(:, :, ۳۲) = ۴,۲۱۸۵	weight(:, :, ۱۰) = ۹,۱۴۴۶
weight(:, :, ۵۵) = ۳,۰۴۱۲	weight(:, :, ۳۳) = ۵,۴۱۲۸	weight(:, :, ۱۱) = ۵,۵۴۲۸
weight(:, :, ۵۶) = ۲,۷۹۶۰	weight(:, :, ۳۴) = ۲,۳۵۰۰	weight(:, :, ۱۲) = ۱,۹۵۱۲
weight(:, :, ۵۷) = ۵,۳۰۲۳	weight(:, :, ۳۵) = ۲,۷۹۴۵	weight(:, :, ۱۳) = ۱,۹۵۱۲
weight(:, :, ۵۸) = ۳,۲۸۴۹	weight(:, :, ۳۶) = ۴,۶۵۸۵	weight(:, :, ۱۴) = ۵,۰۶۹۳
weight(:, :, ۵۹) = ۷,۰۹۹۱	weight(:, :, ۳۷) = ۴,۰۵۳۱	weight(:, :, ۱۵) = ۲,۴۲۹۷
weight(:, :, ۶۰) = ۷,۱۴۰۳	weight(:, :, ۳۸) = ۴,۵۴۵۲	weight(:, :, ۱۶) = ۳,۷۶۹۳
weight(:, :, ۶۱) = ۶,۸۹۸۹	weight(:, :, ۳۹) = ۵,۰۴۹۵	weight(:, :, ۱۷) = ۲,۶۸۰۸
weight(:, :, ۶۲) = ۳,۷۷۰۸	weight(:, :, ۴۰) = ۷,۰۰۲۳	weight(:, :, ۱۸) = ۳,۱۷۱۲
weight(:, :, ۶۳) = ۷,۶۰۲۲	weight(:, :, ۴۱) = ۲,۹۱۷۱	weight(:, :, ۱۹) = ۲,۸۰۰۴
weight(:, :, ۶۴) = ۷,۸۶۳۰	weight(:, :, ۴۲) = ۳,۵۲۴۱	weight(:, :, ۲۰) = ۶,۷۷۹۸
weight(:, :, ۶۵) = ۵,۹۰۳۳	weight(:, :, ۴۳) = ۲,۱۹۰۵	weight(:, :, ۲۱) = ۲,۶۷۷۸
	weight(:, :, ۴۴) = ۴,۰۱۷۵	weight(:, :, ۲۲) = ۴,۷۶۰۲

۴.۳. پیاده‌سازی و تشریح مدل پیشنهادی (تحلیل شبکه‌ی

خودسازنده‌ی کوهون در برنامه‌ی MATLAB)

۱.۴.۳. یافته‌های پژوهش (روش اول)

در ابتدا احتمال وقوع تأخیر و میزان و شدت تأخیر در بازه‌ی زمانی سال‌های ۷۵ تا ۹۴ که در جدول ۱ در ۸ ستون مشخص شده است، به عنوان ورودی و ۶۵ آیتم جدول ۱ که باعث ایجاد تأخیرات زمان و افزایش هزینه می‌شود، بعد شبکه قرار داده شده است تا پیش‌بینی اولیه توسط نرم‌افزار MATLAB انجام شود. پس از آن، فهرست تحلیلی ۶۵ عاملی حاصل از تحلیل شبکه به دست آمد که در جدول ۲ ارائه شده است. با تطبیق اعداد کمی با عنوان تأخیرات و شدت درجه‌ی احتمال وقوع آن در جدول ۱، مشخص می‌شود که با توجه به نوع تأخیر و درجه‌ی اهمیت و نقش اساسی آن در تأخیر نهایی آزادراه تهران - شمال، اعداد مذکور به همان ترتیب درجه‌بندی موجود در جدول ۱ هستند که طبق پرسش‌نامه‌ی باز با متخصصان گردآوری شده بودند، است. به عنوان مثال، عامل ایجادکننده‌ی تأخیر با شماره‌ی ۱۰ در جدول ۱ که شامل محدودیت‌های مالی مواجه شده و تأخیر در فرایند پرداخت‌های مالی به پیمانکار و مشاور به خاطر عدم تخصیص بودجه توسط دولت در حوزه‌ی تخصصی مدیریت هزینه است، در طول پروژه و با توجه به نظرات خبرگان و کارشناسان مشاهده شده بود که یکی از اصلی‌ترین عوامل در ایجاد تأخیرات در آزادراه است که با توجه به ورودی‌هایی که به شبکه داده شد و آموزش و تحلیل شبکه در نرم‌افزار MATLAB

۳.۳. عوامل ایجادکننده‌ی تأخیرات در آزادراه تهران - شمال

با بررسی و مطالعات مرتبط در زمینه‌ی تأخیرات پروژه‌های عمرانی، ۱۵۰ آیتم از تمام عواملی که باعث ایجاد تأخیر در آزادراه تهران - شمال شده‌اند، به تفکیک کارفرما، پیمانکار، مشاور و عوامل محیطی در نظر گرفته شدند که از طریق مشاوره با خبرگان و مصاحبه با مشاوران و پیمانکاران، موارد مشابه ادغام و حذف شدند و نهایتاً به ۶۵ مورد مهم و کلیدی تنزل پیدا کردند که در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین هر کدام از موارد مذکور به تفکیک در حوزه‌های تخصصی خودشان با رنگ‌بندی مجزا شده‌اند. در جدول ۱، هر کدام از فازهای انجام‌شده به تفکیک سال و احتمال وقوع تأخیر و میزان و شدت تأثیر تأخیر در آن ارائه و از آیتم ۱ تا ۶۵ با توجه به میزان تأثیرشان، از شماره‌ی ۱ تا ۱۰، طبق نظر خبرگان کدبندی شده‌اند.

همچنین در بازه‌ی زمانی سال‌های ۷۵ تا ۸۵ به دلیل تعلق‌هایی که در بحث اجرای آزادراه پیش آمد، به دلیل اینکه فعالیتی در برخی از آیتم‌های ۶۵ گانه (جدول ۱) انجام نگرفته بود، احتمال وقوع تأخیر و میزان شدت و تأثیر تأخیرشان صفر در نظر گرفته شد و حتی به دلیل ماهیت کار و پیش‌نیازی فعالیت‌ها، در ابتدای شروع اجرای آزادراه در بعضی از فعالیت‌ها به دلیل اینکه باید بعداً اجرا می‌شدند، در برخی سال‌ها تأخیر وجود نداشت. در ادامه، احتمال وقوع تأخیر در سال‌های ۹۴ تا ۹۹ که قرار است پروژه به اتمام برسد، نیز در اینجا صفر در نظر گرفته شده است، زیرا هنوز اطلاعاتی از میزان تأخیر یا عدم تأخیر در سال‌های آتی نیست.

جدول ۳. اولویت بندی آیت‌های تأخیر.

حوزه‌ی تخصصی مدیریت که تأخیر در آن رخ داده است	شرح عوامل ۶۵ گانه	عواملی که باعث ایجاد تأخیر در ۴ حوزه‌ی کاری می‌شوند (۱ تا ۶۵)
مدیریت یکپارچگی، زمان، هزینه	۱ و ۹ و ۵ و ۱	باعث تأخیر خیلی زیاد می‌شود (بازه اعداد ۶-۹ طبق جدول ۲)
مدیریت یکپارچگی، ارتباطات، منابع انسانی	۳ و ۴ و ۶ و ۱۱ و ۱۴	باعث تأخیر زیاد می‌شود (بازه اعداد ۴-۵ طبق جدول ۲)
مدیریت یکپارچگی، ارتباطات، محدوده، کیفیت، ریسک	۷ و ۸ و ۱۲ و ۱۳	باعث تأخیر متوسط می‌شود (بازه اعداد ۱-۳ طبق جدول ۲)
مدیریت کیفیت، منابع انسانی، ارتباطات	۲۰ و ۲۳ و ۴۰	باعث تأخیر خیلی زیاد می‌شود (امتیاز ۶-۹)
مدیریت هزینه، ریسک، تدارکات، منابع انسانی	۲۲ و ۲۴ و ۲۵ و ۲۶ و ۳۱ و ۳۲ و ۳۳ و ۳۴ و ۳۶ و ۳۷ و ۳۸ و ۳۹ و ۴۴	باعث تأخیر زیاد می‌شود (امتیاز ۴-۵)
کیفیت، ارتباطات، تدارکات	۱۵ و ۱۶ و ۱۷ و ۱۸ و ۱۹ و ۲۱ و ۲۲ و ۲۷ و ۲۸ و ۲۹ و ۳۰ و ۳۴ و ۳۵ و ۳۶ و ۴۲ و ۴۳ و ۴۴	باعث تأخیر متوسط می‌شود (امتیاز ۱-۳)
مدیریت یکپارچگی مدیریت کیفیت، مهندسی ارزش	۴۷ و ۴۸ و ۴۹ و ۵۱ و ۵۲ و ۵۴	باعث تأخیر خیلی زیاد می‌شود (امتیاز ۶-۹) باعث تأخیر زیاد می‌شود (امتیاز ۴-۵)
مدیریت یکپارچگی، کیفیت، محدوده و هزینه، زمان	۵۰ و ۵۲ و ۵۳ و ۵۵ و ۵۶ و ۵۸	باعث تأخیر متوسط می‌شود (امتیاز ۱-۳)
مدیریت ارتباطات، ریسک مدیریت هزینه	۵۹ و ۶۰ و ۶۱ و ۶۳ و ۶۴	باعث تأخیر خیلی زیاد می‌شود (امتیاز ۶-۹) باعث تأخیر زیاد می‌شود (امتیاز ۴-۵)
مدیریت ریسک	۶۲	باعث تأخیر متوسط می‌شود (امتیاز ۱-۳)

جدول ۴. نمایش منتخب‌های چهارگانه برای ورودی‌ها.

weight(:, :, ۵) =	weight(:, :, ۱) =
۸,۷۵۰۵ ۳,۰۳۵۰	۶,۷۸۹۹ ۷,۷۰۱۶
۶,۰۹۴۲ ۳,۹۲۹۶	۶,۴۱۹۶ ۷,۱۱۴۹
weight(:, :, ۶) =	weight(:, :, ۲) =
۵,۴۳۸۷ ۱,۶۴۶۵	۴,۷۱۲۰ ۵,۳۸۱۱
۳,۸۲۷۶ ۲,۳۲۶۶	۴,۶۹۵۱ ۴,۸۴۰۳
weight(:, :, ۷) =	weight(:, :, ۳) =
۹,۸۸۰۶ ۲,۱۷۰۹	۷,۷۹۴۶ ۷,۶۸۵۰
۲,۰۷۷۶ ۳,۱۸۹۰	۸,۰۰۸۹ ۷,۷۹۵۸
weight(:, :, ۸) =	weight(:, :, ۴) =
۶,۰۱۳۰ ۱,۳۸۳۶	۵,۷۳۲۵ ۵,۱۴۹۸
۱,۶۷۹۰ ۲,۱۵۳۸	۵,۹۵۵۸ ۵,۲۷۷۸

ارائه شده‌اند، نیز در شکل مذکور با مربع آبی و محدوده‌ی مربوط به تأخیرات مشاور که از شماره‌ی ۴۷ تا ۵۶ است، با رنگ زرد و تأخیرات مربوط به عوامل خارجی که از شماره‌ی ۵۹ تا ۶۵ است، نیز با رنگ آبی کم‌رنگ به نمایش درآمده است. شکل ۴، نتیجه‌ی حاصل از الگوریتم کوهونن را نشان می‌دهد که در محور افقی میزان احتمال وقوع تأخیر در سال‌های ۹۱ تا ۹۴ و در محور عمودی نیز میزان شدت و تأثیر تأخیر در نظر گرفته شده است. به نظر می‌رسد سلول با ابعاد (۲/۳ و ۲/۴۳) به گروه مشاور تعلق داشته

مشخص شد که عدد کسب‌شده در آیت‌م مذکور نیز به میزان بیشینه است و درجه‌ی اهمیت فراوانی دارد و به همین ترتیب، درجه‌ی اهمیت تمام آیت‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. جهت تفکیک آسان‌تر و کاربردی‌تر عامل‌های ایجادکننده‌ی تأخیر در آزادراه، در جدول ۳، فهرست ۶۵ عامل در حیطه‌ی کاری کارفرما، پیمانکار، مشاور و محیط خارجی، پس از تحلیل شبکه به ترتیب اولویت و اهمیت درجه‌ی تأخیر ارائه شده است.

۲.۴.۳. یافته‌های پژوهش (روش دوم)

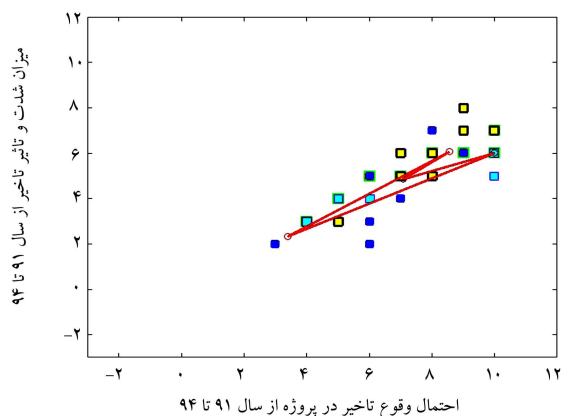
در تحلیل دوم، مکان ورودی و بُعد داده‌شده به شبکه‌ی عصبی تغییر داده می‌شود، به این صورت که آیت‌های ۱ تا ۶۵، تأخیرات مربوط به کارفرما، پیمانکار، مشاور و محیط خارجی به عنوان ورودی‌های شبکه در نظر گرفته می‌شوند، که هر کدام از آن‌ها ۸ بُعد (ستون‌های احتمال و شدت تأخیر جدول ۱ که از سال ۷۵ تا ۹۴ است) دارند. در روش دوم، اعداد کسب‌شده از فرایند تحلیل به تعداد بُعد‌های ورودی هستند و برای هر کدام از بُعد‌های ورودی، ۴ منتخب در نظر گرفته شد که در جدول ۴ برای هر کدام از ۸ گزینه، ۴ منتخب خاص خود و به تفکیک رنگ به نمایش درآمده است. در ادامه، برای اینکه بتوان ورودی‌ها را در صفحه‌ی دو بُعدی برنامه ترسیم کرد، نیاز به دو بُعد است که در محورهای X و Y قابل نمایش باشند؛ لذا از این جهت، فقط دو بُعد مهم‌تر (بازه‌ی سال‌های ۹۱ تا ۹۴ که عملیات بیشتری جهت تکمیل بزرگراه انجام شده است) مورد تحلیل مجدد شبکه قرار گرفته است. طبق جدول ۱، عامل‌هایی که باعث ایجاد تأخیرات در محدوده‌ی کاری کارفرما می‌شوند، از شماره‌ی ۱ تا ۱۴ مشخص شده و در شکل ۳، با مربع‌های سبز به نمایش درآمده‌اند و محدوده‌ی تأخیرات پیمانکار که از شماره‌ی ۱۵ تا ۴۶ قبلاً در جدول ۱

شبکه‌ی عصبی مصنوعی کوهون، مدلی برای یافتن مهم‌ترین موارد تأخیر در پروژه‌ها ارائه شده است که از نظر میزان دقت و صحت در تحلیل، با روش‌های انجام‌شده در مطالعات پیشین در سطح بالاتری است. از سوی دیگر، برای مطالعه‌ی موردی از پروژه‌ی آزادراه تهران - شمال استفاده شد، زیرا به عقیده‌ی اغلب کارشناسان، پروژه‌ی آزادراه تهران - شمال پروژه‌ی است که در ابتدا مطالعات دقیق فنی، اقتصادی و توجیهی قوی نداشته است. ضمن آنکه مکان‌سنجی حرفه‌ی نیز در مورد آن انجام نشده است. با تکمیل پروژه‌ی مذکور، بخش زیادی از مشکلات ترافیکی محورهای منتهی به شمال کشور خصوصاً محور چالوس رفع می‌شود و اگر منابع اعتباری تأمین شود، ادامه‌ی مسیر آزادراه تهران - شمال (قطعات ۲ و ۳) تکمیل خواهد شد.

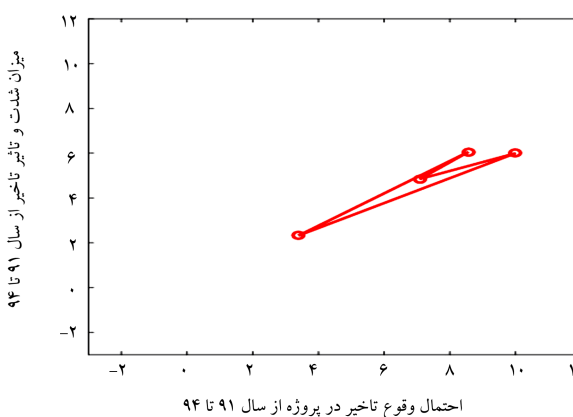
در بخش یافته‌های پژوهش (روش اول)، پس از شناسایی عوامل مسبب تأخیر آزادراه تهران - شمال، طبق جدول‌های ۳ و ۴، تمام آیتم‌های تأخیر به عواملی که باعث ایجاد تأخیرات خیلی زیاد و زیاد و متوسط می‌شدند، اولویت‌بندی و تفکیک شدند و همچنین حوزه‌های تخصصی آن‌ها نیز مجزا شدند. از این طریق می‌توان به این موضوع پی برد که کدام آیتم‌ها اگر در پروژه رخ دهند، باعث ایجاد تأخیرات خیلی زیاد تا متوسط می‌شوند و تأخیرات مهم در کدام‌یک از حوزه‌های تخصصی قرار دارند. به‌عنوان مثال، بیشتر تأخیرات رخ داده با درجه‌ی اهمیت بالا بیشتر در حوزه‌ی مدیریت یکپارچگی و سپس مدیریت کیفیت، ارتباطات، هزینه، ریسک، تدارکات، منابع انسانی و محدوده است که در نهایت مدیریت زمان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از این رو مشخص می‌شود که به مدیریت یکپارچگی و کیفیت در پروژه‌ی مذکور توجه نشده است و فعالیت‌هایی که در حوزه‌های مذکور بوده‌اند، بیشترین میزان تأخیر را ایجاد کرده‌اند.

در بخش یافته‌های پژوهش (روش دوم)، با استفاده از شبکه‌ی عصبی کوهون، کمینه و بیشینه‌ی تأخیرات در هر گروه مشخص شد. چهار سلول نهایی حاصل از الگوریتم در شکل ۴ به نمایش در آمده است که طبق آن احتمال وقوع تأخیر در آزادراه مذکور، در فعالیت‌های مرتبط با عوامل کاری به این ترتیب است که مشاور به میزان ۲/۳ در احتمال وقوع تأخیرات نقش داشته است، محیط خارجی ۷/۷۰، کارفرما ۸/۵۶ و پیمانکار به میزان ۱۰ واحد در تأخیر نهایی مؤثر بوده‌است، که از سه عامل دیگر بیشتر است. همچنین در میزان شدت و درجه‌ی تأخیر نیز مشاور به میزان ۲/۴۳، محیط خارجی ۴/۸۰، کارفرما ۵/۵۶ و پیمانکار ۶ واحد نقش داشته است. در نتیجه در روش اول، ۶۵ آیتم تأخیر، امتیازبندی و تحلیل و با جزئیات بیشتر در ۶۵ مورد بررسی شدند. در روش دوم، تأخیرات ۴ عامل کاری در شبکه بررسی شدند و تحلیل در مقیاس کلی و همه جانبه‌تری صورت پذیرفت، و مشخص شد که هر دو روش در امتداد یکدیگر هستند و هیچ‌گونه وجه تمایزی بین دو روش مذکور از نظر نوع نتیجه وجود ندارد.

در نهایت احراز شد که گره‌های تأخیری در کجاها و بیشتر ناشی از کدام فعالیت‌ها هستند، تا با شناسایی آن‌ها، تصمیمات بهینه‌ی جهت رفع مشکلات مذکور اتخاذ شود و دیگر شاهد چنین تأخیرات بیش از چند ۱۰۰ درصدی و انحراف از معیارهای هنگامت در پروژه‌های زیربنایی کشور نباشیم. به همین سبب بهتر است که با دید همه‌جانبه به این موضوع پرداخته شود و از سیستم‌های برنامه‌ریزی مدیریتی و نرم‌افزارهای تحلیلی بیشتری در هر کدام از مراحل اجرایی و طراحی قبل از شروع به اجرای پروژه تا حد امکان، مشکلات ذکرشده شبیه‌سازی شوند و تصمیم‌گیری‌های بهتری از سوی مدیران، در این رابطه گرفته شود. به‌عنوان نمونه در نتایج حاصل از



شکل ۳. نمایش تمام نقاط و ۴ سلول نهایی حاصل از الگوریتم کوهون.



شکل ۴. نمایش ۴ سلول نهایی حاصل از الگوریتم کوهون به صورت زوم شده.

باشد و به ترتیب سلول با ابعاد (۴/۸۴ و ۷/۷۰) به گروه محیط خارجی و سلول (۵/۵۶ و ۸/۵۶) به گروه کارفرما و سلول (۶ و ۱۰) به پیمانکار تعلق داشته باشد. اعداد اول در هر سلول که زیر آن‌ها خط کشیده شده است، در محور افقی (نمایش احتمال وقوع تأخیر) قرار داشتند و اعداد ۲/۴۳ در سلول مشاور، ۴/۸۴ در سلول محیط خارجی، ۵/۵۶ در سلول کارفرما، و عدد ۶ در سلول پیمانکار بر روی محور عمودی (نمایش شدت و تأثیر تأخیر) قرار دارند و با توجه به مقایسه‌ی نمره‌ی آن‌ها محرز است که تأخیرات بیشتر به کدام سمت از عوامل پروژه میل می‌کند.

۴. نتیجه‌گیری

به دلیل ضعف مستندسازی در پروژه‌ها، اطلاع چندان دقیقی از میزان سهم تأخیرات در هر فعالیت و در هر گروه کاری وجود ندارد. لذا عدم وجود آمار صحیح و عدم اطلاع از میزان اهمیت هر یک از تأخیرات، نگارندگان را به این امر واداشت که به مسئله‌ی مذکور بپردازند. در دیگر پژوهش‌های به عمل آمده از سوی پژوهشگران در خصوص ابزارهای تسهیم عوامل تأخیر بین ارکان پروژه مشخص شد که آن‌ها در ابتدا به مطالعات اولیه و شناسایی عوامل ایجاد افزایش زمان و تأخیر می‌پردازند، سپس با طراحی پرسش‌نامه از کارشناسان نظرسنجی می‌کنند و درگام بعدی، نظرات را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌کنند؛ و در بیشتر موارد با استفاده از روش میانگین‌بازی، میزان سهم هر یک از عوامل مشخص می‌شود. در پژوهش حاضر با استفاده از

عوامل و سهم‌الشراکت هر یک از عوامل از تأخیر کل پروژه، برنامه‌ریزی منسجم‌تر و منظم‌تری درخصوص سپردن کار به پیمانکار اصلی و حتی انتخاب آن انجام خواهد شد.

تحلیل شبکه‌ی کوهونن مشخص شد که میزان احتمال وقوع تأخیر در حیطه‌ی کاری پیمانکار، ۱۰ واحد و میزان شدت و تأثیر تأخیر نیز در حوزه‌ی پیمانکار ۶ واحد و بیشتر از دیگر عوامل کاری است. لذا با دانستن میزان حساسیت کاری هر یک از

پانوشته‌ها

1. self organization feature map (SOFM)
2. unsupervised
3. Christopher Vandrmalzburg
4. Stephen Grossberg
5. Devin Dsynv

منابع (References)

1. Abbaszadeh, M., Eshtehardian, E. and Zamani, F. "Projecting cost of acquisition and maintenance materials in construction projects utilizes neural networks to reduce costs", *The International Conference of Strategic Project Management*, Shahid Rezaei's Research center, Industrial University of Sharif, Tehran, Iran (2013).
2. Adelzadeh, L., Eshtehardian, E. and Afshar, A. "Modelling the impact of delay in material orders on the progress of the project", *6th International Conference of Project Management*, Tehran, Iran (2011).
3. Parchamijalal, M. and Shahsavand, P. "Examination and Classification of the causes of creating delays in construction projects in Iran and comparative analysis techniques delay with SCL protocol", *11th International Conference of Project Management*, Tehran, Iran (2015).
4. Parchamijalal, M. and Shahsavand, P. "The decision matrix approach to dealing with delays in construction projects", *International Conference on Management and Dynamic Economics*, Iran-Malaysia (2016).
5. Ghodoosi, P., Hosseinali pour, M. and Parchamijalal, M. "Prediction of delays in dam projects, using the theory fuzzy", *The International Conference of Strategic Project Management*, Shahid Rezaei's Research Center, Industrial University of Sharif, Tehran, Iran (2009).
6. Vasilyeva-Lyulina, A., Onishi, M. and Kobayashi, K. "Delay analysis methods for construction projects: Mathematical modelling", *International Journal of Transportation*, **3**(1), pp. 27-36 (2015).
7. Varghese, A.R. and Varghese, S.H. "Analysis of delays in construction projects", *International Journal of Engineering Research and General Science*, **3**(6), (Nov.-Dec., 2015).
8. Braimah, N. "Construction delay analysis techniques-A review of application issues and improvement needs", *International Journal of Buildings*, **3**(3), pp. 506-531 (2013).
9. Sumaiyya, N. and Pranay, KH. "Causes of delays in any construction project", *International Journal of Science and Research*, **5**(1), pp. 59-61 (2016).
10. Rao. B.P. and Camron Culas, J. "Causes of delays in construction projects", *International Journal of Current Research*, **6**(6), pp. 7219-7222 (2014).
11. Trauner, J.T., Manginelli, W.A., Lowe, J.S. and et al. "Construction delays: Understanding them clearly and Delay Analysis in Construction analyzing them correctly", Elsevier Inc., London (2009).
12. Koushki, P.A., Al-Rashid, K. and Kartam, N. "Delays and cost increases in the construction of private residential projects in Kuwait", *Construction Management and Economics*, **23**(3), pp. 285-294 (2005).
13. Eshtehardian, E., Nasrazadani, M., Safavi, A. and et al. "Examining the causes of delay time in implementation of the urban project of with regard to the project factors", *6th International Conference of Project Management*, Tehran, Iran (2011).
14. Parchamijalal, M., Hosseini, H. and Forsatkar, A. "The analysis of factors of changes in time and cost in the dam project and the rate of employer, adviser and contractor effect on it", *The 3th International Conference of Project Management*, Tehran, Iran (2008).
15. Parchamijalal, M., Golabchi, M. and Yusefi, E. "Analysing windows-based delay analysis methods in easy plan program and offering a framework in selecting the best delay analysis method", *Sharif Journal Civil Engineering*, **31**(3), pp. 41-49 (2016).
16. Shahsavand, P. and Parchamijalal, M. "Clearing the relation of cause and made delayed and display hierarchy, delayed to reduce time analyze the intruding upon analyze delayed", *4th International Congress on Civil Engineering, Architecture & Urban Development*, Tehran, Iran (2016).
17. Kaliba, C., Muya, M. and Mumba, K. "Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia", *International Journal of Project Management*, **27**(5), pp. 522-531 (2009).
18. Frimpong, Y. and Oluwoye, J. "Significant factors causing delay and cost overruns in construction of ground-water projects in Ghana", *Journal of Construction Research*, **4**(2), pp. 175-87 (2003).
19. Al-Momani, A.H. "Construction delays: A quantitative analysis", *International Journal of Project Management*, **20**(5), pp. 1-9 (2000).
20. Marzouk, M. and El-Rasas, I. "Analyzing delay causes in Egyptian construction projects", *Journal of Advanced Research*, **5**(1), pp. 49-55 (2014).

21. Chan, D.W.M. And Kumaraswamy, M.M. "A comparative study of causes of time overrun in Hong Kong construction projects", *International Journal of Project Manager*, **15**(1), pp. 55-63 (2012).
22. Alaghbari, W., Razali, M., Kadir, A. and et al. "The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia", *Engineering, Construction and Architectural Management*, **14**(2), pp. 192-206 (2011).
23. Hamzah, N., Khoiry, M.A., Arshad, I. and et al. "Cause of construction delay-theoretical framework", *Procedia Eng.*, **20**, pp. 490-495 (2011).
24. Sweis, G., Sweis, R., Abu Hammad, A. and et al. "Delays in construction projects: The case of Jordan", *International Journal of Project Management*, **26**(6), pp. 665-674 (2008).
25. Sambasivan, M. and Soon, Y.W. "Causes and effects of delays in Malaysian construction industry", *International Journal of Project Management*, **25**(5), pp. 522-531 (2007).
26. Assaf, S.A. and Al Hejji, S. "Causes of delay in large construction projects", *International Journal of Project Management*, **24**(4), pp. 349-357 (2006).
27. Long, L.H., Lee, Y.D. and Lee, J.Y. "Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries", *Journal of Civil Engineering*, **12**(6), pp. 367-377 (2004).
28. Odeh, A.M. and Battaineh, H.T. "Causes of construction delay: traditional contracts", *International Journal of Project Management*, **20**(1), pp. 67-73 (2002).
29. Darzagani, N. "The segmentation of consumers in the electronics market", *3rd International Conference on Research in Science and Technology*, Berlin, Germany (2016).