طرح‌ریزی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی با فنون شبکه‌ای

رضا عبدی[۱]، حمیدرضا قاسم‌زاده[۲]، شمس‌اله عبداله‌پور[۳] و ترحم مصری[۱]

۱، ۲ و ۳– به ترتیب استادیار، استاد و دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
Rezaabdi685@Gmail.com

چکیده

در پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی لازم و ضروری است که عملیات و فعالیت‌های پروژه با یک ترتیب معین و در یک بازه زمانی مشخص و کوتاه انجام گیرد در غیر این صورت هزینه‌های به موقع انجام نشدن عملیات پیش خواهد آمد. برای کاستن از هزینه‌های مزبور، طرح‌ریزی علمی و اصولی پروژه‌های مکانیزاسیون راه‌حل مناسبی می‌باشد. در صنایع مختلف از فنون علم مدیریت پروژه برای طرح‌ریزی با موفقیت و رضایت استفاده شده و می‌شود. رهیافت اساسی در همه شیوه‌ها استفاده از شبکه‌ها می‌باشد. در این تحقیق به علت توانایی و قابلیت‌های زیاد شبکه‌های گرت از آنها به عنوان ابزاری توانمند در برنامه‌ریزی و زمانبندی پروژه مکانیزاسیون کشاورزی در دشت تبریز استفاده شد. برای تولید مکانیزه محصول جو اطلاعات و داده‌های مورد نیاز جمع آوری شد. فعالیت‌های پروژه تعیین گردیده و WBS[۱] آن نیز ترسیم شد. در نهایت شبکه گرت مربوط به پروژه ترسیم شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل شبکه گرت حاصل، توانایی پاسخ گویی به سئوالات آماری در مورد پروژه را دارد و همچنین مدل شبکه حاصل دید روشنی برای مدیر پروژه جهت اتخاذ تصمیمات به موقع فراهم می‌آورد تا در مرحله اجرا و عمل طبق برنامه ریزی پروژه پیش رفته و بتواند محصول را در زمان مطلوب به صورت مکانیزه و با بهره‌وری بالا تولید نماید.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی و زمانبندی، پروژه، شبکه‌های GERT[۲]، مکانیزاسیون کشاورزی

مقدمه و بررسی منابع

در هر سیستم تولید محصولات کشاورزی، یکی از ویژگی‌های بارز عملیات آن این است که بایستی در بازه‌های زمانی کوتاه مدت انجام پذیرند در غیر این صورت هزینه‌های به موقع انجام نشدن عملیات پیش خواهد آمد. مکانیزاسیون کشاورزی برای کم کردن زیان به موقع نبودن مهمترین نقش را برعهده دارد. یکی از اثرات بسیار مهم مکانیزاسیون کشاورزی که در کشورهای در حال توسعه و به ویژه در کشورمان – ایران– کمتر مورد توجه قرار گرفته است، انجام به موقع عملیات ماشینی است. عدم انجام به موقع عملیات کشاورزی به سبب کمبود، ظرفیت، تعداد یا

[1] - Work Breakdown Structure
[2] - Graphical Evaluation and Review Technique

کارآیی ماشین، ممکن است هزینه هنگفتی را در درآمد به وجود آورد. این هزینه از جیب نمی‌رود بلکه از درآمد می‌کاهد و به همین سبب کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. افت محصول به سبب دیر برداشت، کاهش عملکرد به علت تأخیر در کاشت یا عقب افتادن زمان سمپاشی مثال‌هایی از مواردی هستند که به کاهش کمی یا کیفی محصول و در نتیجه به کاهش درآمد می‌انجامند. در شرایط اقلیمی سواحل خزر در ایران، تاریخ کاشت مناسب گندم آبی از ۱۵ آبان ماه تا آخر آذر ماه می‌باشد. براساس نتایج آزمایشات تاریخ کاشت (بهزراعی) انجام یافته، اگر چنانچه تاریخ کاشت تا ۲۰ دی ماه به تأخیر انداخته شود، دامنه کاهش عملکرد گندم آبی در این مناطق در اثر دیرکشت یا سپری شدن تاریخ کاشت مناسب، به حدود ٤٩/٧٨ درصد بالغ خواهد شد. درصد کاهش در میزان عملکرد محصول با سپری شدن تاریخ کاشت مناسب در شرایط اقلیمی سردسیر کشور مثل استان آذربایجان‌شرقی، در حدود ۱۷/۷ درصد تخمین زده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود این مقدار کاهش در مقیاس‌های بزرگ به میزان بسیار زیادی افزایش می‌یابد. برای جلوگیری از هزینه‌های به موقع انجام نشدن عملیات در سیستم‌های کشاورزی در هر منطقه لازم و ضروری است که پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی به صورت علمی و مناسب برنامه‌ریزی و زمانبندی گردند تا فعالیت‌های موجود در جهت به ثمر رسیدن پروژه به ترتیبی صحیح و در زمان مناسبی انجام گیرند. برنامه‌ریزی و زمانبندی پروژه یکی از حوزه‌های بسیار مهم دانش مدیریت پروژه می‌باشد. بحث مدیریت پروژه مربوط به برنامه‌ریزی و زمانبندی، کنترل و مدیریت زمان، منابع و هزینه فعالیت‌های یک پروژه را در برمی‌گیرد که در میان آنها زمان از اهمیت بیشتری برخوردار است(الماسی وهمکاران ۱۳۸۰، عبدی ۱۳۸۸، عبدی و همکاران ۱۳۸۸، de Toro 2004، de Toro and Hansson 2004، de Toro 2005، Abdi *et al* 2009 و Abdi *et al* 2010).

برنامه‌ریزی و زمانبندی پروژه[1]

در مرحله طرح‌ریزی و اجرای پروژه‌ها یکی از وظایف مهم و پرچالش مدیریت پروژه، زمانبندی مناسب و کارآمد امور و فعالیت‌ها می‌باشد. برنامه‌ریزی و زمانبندی پروژه عبارت از فرموله کردن مراحل و فعالیت‌های طراحی و تعیین زمان شروع و خاتمه هر فعالیت می‌باشد تا پروژه به صورتی منطقی، مرتب و منظم پیش رود. از جهت دیگر برنامه‌ریزی و زمانبندی، عبارت از قرار دادن فعالیت‌های پروژه به ترتیب اجرا و محاسبه منابع مورد نیاز در هر مرحله همراه با زمان پیش‌بینی شده برای تکمیل هر فعالیت می‌باشد. همچنین می‌توان گفت که برنامه‌ریزی و زمانبندی به معنای درج برنامه اجرایی پروژه در یک جدول زمانی است. بنابراین برنامه‌ریزی و زمانبندی به عنوان مبنای اساسی برای کنترل و نظارت بر فعالیت پروژه بکار می‌رود (کحال‌زاده ۱۳۷۸، آلادپوش ۱۳۸٦ و Gavareshki 2004). رهیافت اساسی در همه شیوه‌های برنامه‌ریزی و زمانبندی تشکیل شبکه واقعی یا ضمنی روابط فعالیت و رخداد است که وابستگی‌های متوالی بین فعالیت-ها را در هر پروژه به صورت ترسیمی به خوبی نشان می‌دهد. سپس فعالیت‌هایی که مقدم بر فعالیت‌های دیگر و یا به دنبال آنها انجام می‌شود به وضوح از لحاظ زمانی و کاری تعیین می‌شود. چنین شبکه‌ای ابزاری سودمند برای برنامه‌ریزی

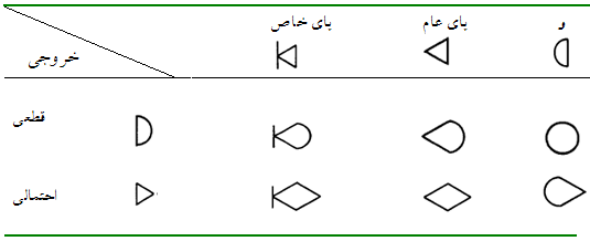
1- Project Scheduling

و زمانبندی و کنترل پروژه است. شبکه‌ها دارای قابلیت‌های محاسباتی قدرتمندی بوده و با تغییر عناصر زمان، منابع و هزینه، شکل شبکه ثابت می‌ماند و از جمله متداول‌ترین ابزار نمایش و تحلیل فعالیت‌های پروژه محسوب می-شوند(کحال‌زاده ۱۳۷۸، عجمی‌پور ۱۳۷۹، احمدی و حسینی بهارانچی ۱۳۸۳، افسری و همکاران ۱۳۸٦، آلادپوش ۱۳۸٦ و Shih-Pin 2007). همچنین، یکی از روش‌های نمایش و تحلیل روابط درونی بین اجزاء یک سیستم نیز، استفاده از شبکه‌ها می‌باشد. شبکه‌ها به عنوان الگو و مدلی از سیستم تحت بررسی در نظر گرفته می‌شوند. مدل سازی مبتنی بر شبکه، تحلیل‌گر را قادر می‌سازد که ساختاری مفید و کارا از سیستم مورد نظر ارائه داده و به تحلیل آن بپردازد. فنون مدل سازی مبتنی بر شبکه می‌توانند کاربرد و ارزش زیادی در طراحی، بهبود و منطقی ساختن سیستم‌های بزرگ و پیچیده امروزی داشته باشند(رضائیان ۱۳۸۸).

با کاربرد شبکه در طرح‌ریزی پروژه‌ها از دهه ۱۹۵۰ و توسعه مدل‌های شبکه‌ای همچون CPM[1] و PERT[2]، به تدریج مشخص شد که امکانات محدود این روش‌ها در مدل سازی پروژه‌هایی که دارای شبکه‌های پیچیده هستند، معضلی در برنامه‌ریزی و زمانبندی این پروژه‌ها است. به همین دلیل محققینی همچون المغربی، پریستکر، هاب، وایتهاوس و سایر همکارانشان به دنبال ابزار تعمیم یافته‌تری در تحلیل شبکه‌ای که قابلیت تطابق بالاتری نسبت به روش‌های CPM و PERT داشته باشد، روش گرت را ابداع کرده و توسعه دادند. (حاج شیر محمدی ۱۳۸۷، سبزه‌پرور ۱۳۸۷ و پریستکر و هاپ ۱۹٦٦). GERT یا تکنیک ارزیابی و بازنگری گرافیکی، روشی مرکب از تئوری فلوگراف، توابع مولد گشتاور و پرت جهت حل مسائل احتمالی می‌باشد. این روش تجزیه و تحلیل سیستم‌ها و مسائل پیچیده را امکان پذیر می‌سازد. یک شبکه GERT از مجموعه‌ای از رویدادها و فعالیت‌ها که برای تشکیل مدل یک سیستم به صورت منطقی به یکدیگر می‌پیوندند، به وجود می‌آید. اما کلیه محدودیت‌هایی که در شبکه‌های CPM و PERT وجود دارد (به جز فرض تولید پیوسته)، در شبکه‌های GERT وجود ندارد. بنابراین همه آن حالات را می‌توان مدل سازی نمود. به بیان دیگر همان گونه که برنامه‌ریزی خطی حالت خاصی از برنامه‌ریزی غیر خطی است، شبکه‌های CPM و PERT نیز هر یک حالت خاصی از شبکه‌های GERT می‌باشند (سبزه پرور ۱۳۸۷). در شبکه‌های گرت نیز مانند شبکه‌های برداری هر فعالیت روی یک پیکان یا شاخه نشان داده می‌شود، با این تفاوت که هر فعالیت شبکه گرت دارای دو پارامتر است که می‌توان روی فعالیت نشان داد. یکی احتمال وقوع گره j به شرط آنکه i به وقوع پیوسته باشد(P_{ij}) و دیگری تابعی از زمان مورد نیاز برای تکمیل فعالیتی که با شاخه i-j نشان داده شده است($f_{ij}(t)$). در رسم شبکه‌های گرت از شکل‌های مختلف گره برای نشان دادن نوع رویداد استفاده می‌شود. در یک شبکه گرت، گره متشکل از دو وجه، یکی ورودی و دیگری خروجی می‌باشد. به طور کلی سه رابطه منطقی برای ورودی و دو رابطه منطقی برای خروجی در نظر گرفته می‌شود. از ترکیب سه نماد ورودی و دو نماد خروجی، شش نوع گره ممکن به شرح جدول۱ به وجود می‌آید.

[1] - Critical Path Method
[2] - Project Evaluation and Review Technique

جدول ۱- فعالیت‌های شبکه جو و پارامترهای مربوطه



در این پژوهش چنانچه در فوق اشارت رفت، پژوهشگر به دنبال استفاده از فنون مدیریت پروژه برای طرح‌ریزی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی می‌باشد. از آنجایی که در بین فنون مدیریت پروژه، تکنیک‌های شبکه‌ای مناسب‌ترین روش برای این منظور معرفی شده است، محقق نیز از آنها استفاده نمود ولی در بین فنون شبکه‌ای نیز شبکه‌های گرت از جامعیت برخوردارند پس شبکه‌های گرت جهت پژوهش انتخاب شدند. برای بررسی عینی‌تر، پروژه تولید مکانیزه محصول جو در سیستم کشاورزی دشت تبریز مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

دشت تبریز در استان آذربایجان شرقی واقع است که از شمال به دامنه‌های جنوبی کوههای میشو، از جنوب به دامنه‌های شمال سهند، از شرق به محدوده شهر تبریز و از غرب به اراضی شوره‌زار دریاچه ارومیه محدود می‌گردد. از نظر مختصات جغرافیایی دشت تبریز بین ۳۷/۵٦ تا ۳۸/۱۷ درجه عرض شمالی و ٤٥/۳۰ تا ٤٦/۱٥ درجه طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع منطقه به طور متوسط با احتساب سه ایستگاه هواشناسی علیشاه، سهلان و تبریز حدوداً ۱۳٤۸ متر از سطح دریا بوده و اراضی منطقه عموماً بدون پستی و بلندی با شیب ملایم حدود دو درصد می‌باشند. منابع آب آبیاری آن نیز از سد ونیار تأمین می‌گردد.

ترسیم نمودار WBS پروژه

با استفاده از روش سلسله مراتبی[1]، ابتدا یک فعالیت مادر به عنوان نام پروژه تعریف شد و در سطح بعدی فعالیت-های اصلی پروژه تعریف گردید. سپس زیر فعالیت‌های هر فعالیت اصلی تعیین و به همین ترتیب در صورت نیاز زیر فعالیت‌های هر فعالیت از سطح قبلی تعریف شد. آخرین فعالیت‌ها یا کادرهایی که به سطح بعدی گسترش نیافتند فعالیت‌های پروژه را تشکیل دادند. در این مجموعه، فعالیت[2] کوچکترین واحد کنترل است و به قسمت کوچکی از امور پروژه گفته می‌شود که دارای زمان بوده و معمولاً نیازمند منابع و هزینه است. این نمودار WBS قلب مدیریت پروژه است زیرا تمام فنون بعدی مبتنی بر ترسیم درست این نمودار است (شکل ۱). بعد از تهیه نمودار WBS شناسایی و تدوین فهرست فعالیت‌ها در آخرین سطح WBS مشخص شد. در این مرحله فعالیت‌های پیش نیاز هر فعالیت مشخص شده و روابط وابستگی بین آنها تعیین گردید. بدین ترتیب تقدم و تأخر فعالیت‌های پروژه به وسیله نمودار گانت یا

1- Hierarchical
2- Activity or Task

شبکه قابل نمایش شد. در شروع برنامه‌ریزی و زمانبندی، لازم بود کارها یا فعالیت‌هایی که برای اجرای پروژه عملی شوند تعریف شده و وابستگی‌های بین آنها معلوم گردد. نمایش شبکه‌ای این پروژه به منظور دست‌یابی به این هدف، به عنوان اولین گام در امور برنامه‌ریزی، انجام پذیرفت. نمایش شبکه‌ای پروژه، پایه و تکیه‌گاه اصلی برای سایر امور برنامه-ریزی و زمانبندی بود.

تعیین زمان انجام هر کدام از فعالیت‌ها

برای تعیین زمان انجام فعالیت‌ها علاوه بر استفاده از گزارش‌ها و آمارهای سازمان‌های جهاد کشاورزی، آب منطقه-ای و مهندسان مشاور، نظرات کارشناسان و مروجان، نظرات کشاورزان نمونه منطقه، نظریات کارشناسان و محققان مراکز تحقیقات، از داده‌های سازمان هواشناسی تبریز نیز استفاده گردید. داده‌های هواشناسی از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۸ به طور روزانه برای پارامترهای هواشناسی مثل میزان بارندگی روزانه و ... ثبت شده بود. برای استخراج تابع چگالی توزیع زمان هر کدام از فعالیت‌ها، ابتدا با استفاده از نرم افزار SPSS داده‌های مورد نیاز از بین میلیون‌ها داده موجود برای هر یک از فعالیت‌ها استخراج گردید، سپس داده‌های حاصل به صورت طبقه‌بندی شده و جداگانه برای تک‌تک فعالیت‌ها به نرم افزار آماری Statistica برده شدند. با استفاده از نرم‌افزار Statistica تابع چگالی توزیع زمان فعالیت‌ها بررسی شدند. با توجه به اینکه ماهیت داده‌ها تطابق بیشتری با توزیع سه پارامتری بتا داشتند، از آن برای محاسبه واریانس و میانگین تک-تک فعالیت‌ها استفاده شد. با در نظر گرفتن توزیع سه پارامتری بتا برای داده‌های زمان انجام هر کدام از فعالیت‌ها و وجود گره‌های AND در شبکه جو علاوه بر اصول شبکه‌های GERT از قواعد و قوانین شبکه‌های PERT نیز برای حل مسئله و تجزیه و تحلیل شبکه مکانیزاسیون پروژه جو استفاده شد. به منظور پیش‌بینی زمان‌های انجام هر یک از فعالیت-ها با ملحوظ نمودن توزیع سه پارامتری بتا، برای هر کدام از فعالیت‌های موجود در شبکه، به طور جداگانه و مستقل سه زمان به شرح ذیل برآورد گردید:

زمان خوش‌بینانه[1]: کوتاه‌ترین زمان ممکن که فعالیت تحت شرایط مطلوب می‌تواند انجام یافته و کامل شود(t_o).

زمان محتمل[2]: زمان محتمل یا محتمل‌ترین زمان انجام یک فعالیت زمانی است که از حداکثر فراوانی در تابع توزیع زمان برخوردار است و در بیشتر مواقع زمان انجام فعالیت برابر این مقدار بوده و بیشترین تعداد کارشناسان این زمان را پیش-بینی نموده‌اند. محتمل‌ترین زمان با علامت اختصاری t_m نشان داده شده است.

زمان بدبینانه[3]: بیشترین زمان لازم برای تکمیل کردن فعالیت می‌باشد(t_p).

[1] - Optimistic Time
[2] - Most Likely Time
[3]- Pessimistic

هر کدام از زمان‌های، خوش‌بینانه، محتمل‌ترین و بدبینانه برای تک‌تک فعالیت‌های شبکه در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین یا زمان مورد انتظار انجام فعالیت که با t_e نمایش داده شده است و همچنین واریانس v_{t_e} هر کدام از فعالیت‌ها به ترتیب، با استفاده از روابط ۱ و ۲ در سیستم تخمین سه زمانه در دامنه صفر تا ۱۰۰٪ محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

$$t_e = \mu = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6} \qquad [۱]$$

$$v_{t_e} = \frac{t_p - t_o}{6} \qquad [۲]$$

شروع یا تکمیل فعالیت رویداد نامیده شد و آن عبارت از لحظه خاصی از زمان است که در آن زمان یک قسمت خاص پروژه انجام یافته و تکمیل می‌شود. به عبارت دیگر رویداد عبارت از انجام یک قسمت تعریف شده و مشخص از پروژه در یک لحظه خاص از زمان می‌باشد. با این تعریف، علائم اختصاری که در محاسبات زمانی و تجزیه و تحلیل شبکه پروژه مکانیزاسیون جو استفاده شده است به شرح زیر ارائه شد.

T_E: متغیر تصادفی زودترین زمان وقوع رویداد

T_L: متغیر تصادفی دیرترین زمان وقوع رویداد

μ_{T_E}: زودترین زمان مورد انتظار وقوع رویداد

μ_{T_L}: دیرترین زمان مورد انتظار وقوع رویداد

$\sigma^2_{T_E}$: واریانس زودترین زمان وقوع رویداد

$\sigma^2_{T_L}$: واریانس دیرترین زمان وقوع رویداد

S_i: متغیر تصادفی فرجه یا شناوری رویداد i ام

μ_{S_i} : فرجه مورد انتظار رویداد i ام

در طی **محاسبات مسیر پیشرو** زودترین زمان مورد انتظار (میانگین) وقوع هر رویداد و واریانس آن به ترتیب از روابط ۳ و ٤ محاسبه شدند.

$$\mu^j_{T_E} = Max\{\mu^i_{T_E} + t^{ij}_e, \dots\} \qquad [۳]$$

$$\sigma^{2j}_{T_E} = \sigma^{2i}_{T_E} + v^{ij}_{t_e} \qquad [٤]$$

و در طی **محاسبات مسیر پسرو** دیرترین زمان مورد انتظار (میانگین) وقوع هر رویداد و واریانس آن از روابط ۵ و ٦ بدست آورده شدند.

$$\mu^i_{T_L} = Min\{\mu^j_{T_L} - t^{ij}_e, \dots\} \qquad [۵]$$

[٦]

$$\sigma^2_{T_L} = \sigma^2_{T_k} + v^{kj}_{t_e}$$

برای محاسبه فرجه[1] رویدادها در شبکه پروژه مکانیزاسیون جو از آنجایی که فرجه برای یک رویداد به طور کلی برابر است با دیرترین زمان وقوع رویداد منهای زودترین زمان وقوع رویداد و از طرفی در شبکه فوق دیرترین زمان و زودترین زمان وقوع رویداد هر دو به صورت متغیر تصادفی تعریف شده‌اند، بنابراین فرجه (S) نیز متغیر تصادفی بوده و از رابطه ۷ محاسبه شد.

$$S = T_L - T_E \qquad [۷]$$

فرجه که تفاضل دو متغیر تصادفی مستقل می‌باشد دارای یک توزیع نرمال است و برای محاسبه میانگین و واریانس آن به ترتیب از روابط ۸ و ۹ استفاده شده و نتایج در جدول ۳ به نمایش گذاشته شده است.

$$\mu_S = E(S) = \mu_{T_L} - \mu_{T_E} \qquad [۸]$$

$$\sigma^2_S = Var(S) = \sigma^2_{T_L} + \sigma^2_{T_E} \qquad [۹]$$

نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل از محاسبات بخش مواد و روش‌ها می‌توان به موارد زیر در مورد پروژه به راحتی اظهار نظر نموده و پاسخ گفت. این موارد نشان می‌دهد که مدل‌های شبکه‌ای حاصل توانایی تجزیه و تحلیل جوانب مختلف پروژه را دارد. (۱): **زمان مورد انتظار و واریانس انجام هر کدام از فعالیت‌های پروژه، (۲): زود ترین زمان مورد انتظار و واریانس رویدادهای پروژه که در آن زمان می‌توان وقوع هر رویداد را منتظر بود،** (۳): **دیرترین زمان مورد انتظار وقوع هر رویداد واریانس آنها، (٤): فرجه هر کدام از رویدادها و واریانس آنها**(فرجه مثبت برای هر رویدادی نشان دهنده جلوتر بودن پیشرفت پروژه از برنامه زمان‌بندی است. در واقع منابع زیادی برای آن رویداد وجود دارد. فرجه صفر به معنی بحرانی بودن بودن رویداد می‌باشد، بایستی رویداد در زمان خاص خود به وقوع بپیوندد در غیر این صورت برنامه زمان‌بندی پروژه به هم خواهد خورد. فرجه صفر از لحاظ پیشرفت پروژه، نشانگر پیشرفت پروژه مطابق با برنامه زمان‌بندی است و منابع به طور مناسب اختصاص یافته است.)، (۵): **زمان مورد انتظار و واریانس اتمام پروژه، (٦): و همچنین مسیر بحرانی شبکه** (مسیر بحرانی شبکه پروژه مکانیزاسیون جو با قطعی فرض کردن گره‌های احتمالی مطابق محاسباتی که در بخش مواد و روش‌ها انجام پذیرفته و نتایج آنها که در جداول ۲ و ۳ ارائه شده‌اند، عبارت از مسیری خواهد بود که در جدول ۳ به همراه رویدادهای بحرانی (رویدادهایی با فرجه صفر) مشخص شدند. مسیر بحرانی پروژه در مدل شبکه (شکل ۲) با خطوط ضخیم مشخص گردید. (۷): **احتمال اتمام پروژه یا وقوع یکی از رویدادها در یک**

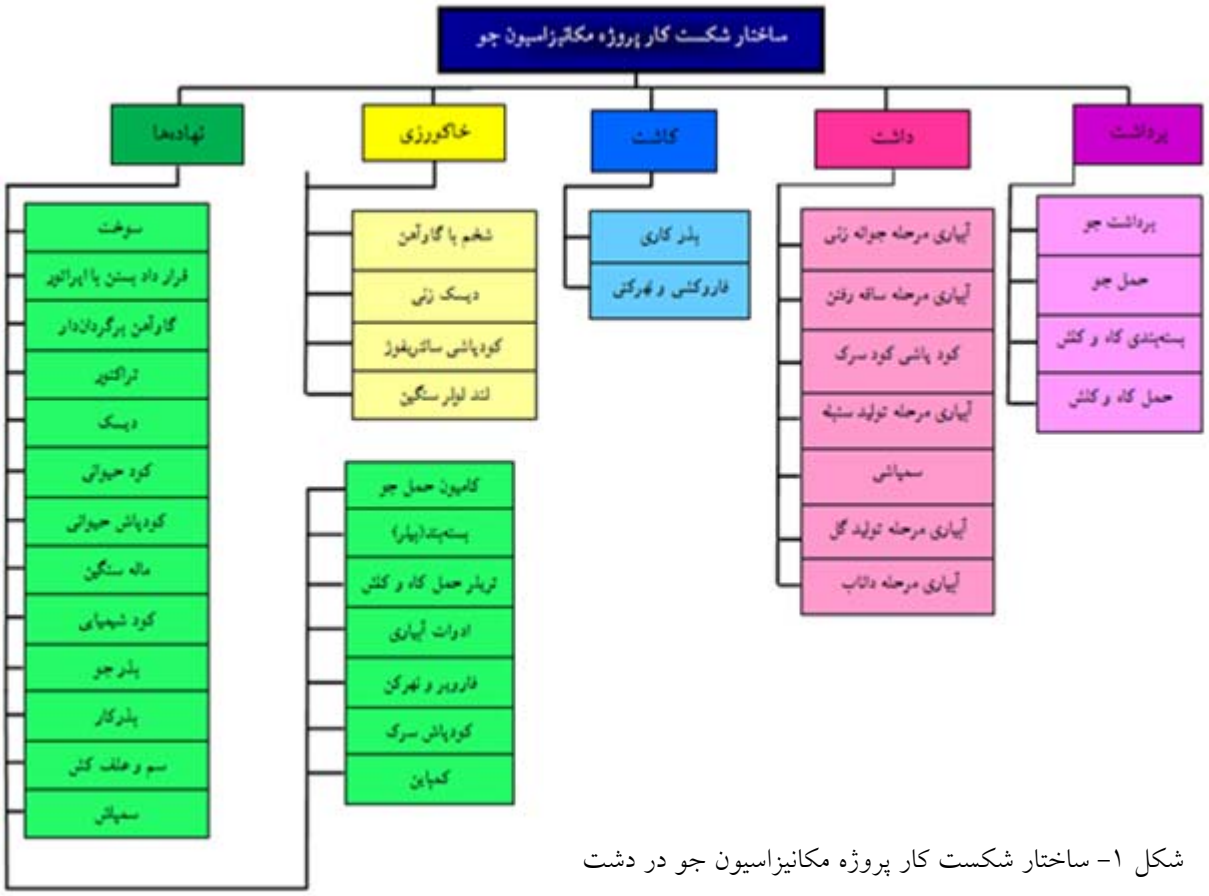
[1] - Slack

زمان تعیین شده و نیز (۸): **احتمال زمان اتمام پروژه یا یکی از رویدادها با یک اطمینان مشخص. نتایج تمامی موارد فوق الذکر در جداول ۲ و ۳ به طور کامل ارائه شد.**

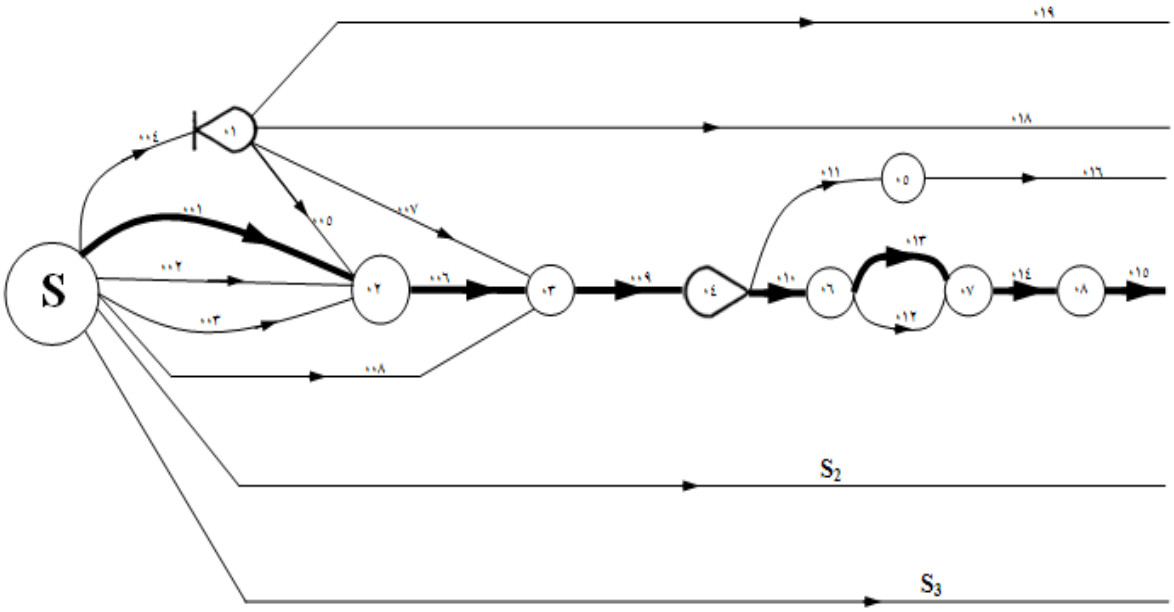
جدول ۲- فعالیت‌های شبکه جو و پارامترهای مربوطه

کد فعالیت	شرح فعالیت	زمان خوشبینانه	زمان محتمل	زمان بدبینانه	زمان مورد انتظار	واریانس زمان انجام فعالیت	انحراف معیار	احتمال انجام فعالیت
S	نقطه شروع اصلی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
S_2	شروع	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
S_3	شروع	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰۰۱	تدارک تراکتور	۳	٤	٥	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۰۲	اجیر کردن اپراتور	۲	۳	۳	۲/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۰۳	تدارک گاوآهن برگرداندار	۱	۲	۲	۱/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۰٤	تهیه سوخت	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۱
۰۰٥	تخصیص سوخت لازم شخم زنی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰۰٦	شخم زنی	۱۸	۲۰	۲۱	۱۹/۸۳	۰/۲٥	۰/٥	۱
۰۰۷	تخصیص سوخت لازم دیسک‌زنی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰۰۸	تهیه دیسک	۱	۲	۲	۱/۸۳	/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۰۹	دیسک زنی	٥	٦	۷	٦	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۱۰	تشخیص لزوم کودپاشی حیوانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷٥
۰۱۱	بی‌نیاز از کودپاشی حیوانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲٥
۰۱۲	تدارک کودپاش حیوانی	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱
۰۱۳	تهیه کود حیوانی	۱	۲	۲	۱/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۱٤	کودپاشی حیوانی	۳	٤	٥	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۱٥	تصمیم برای ماله سنگین زنی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰۱٦	تصمیم برای ماله سنگین زنی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰۱۷	تهیه ماله	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۱
۰۱۸	اختصاص سوخت لازم ماله زنی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰۱۹	تهیه سوخت برای مرحله کاشت	۱	۲	۲	۱/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۲۰	ماله سنگین زنی	٤	٥	٦	٥	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۲۱	اختصاص سوخت لازم بذرکاری	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰۲۲	تهیه بذر	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۱
۰۲۳	تهیه کود شیمیایی	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۱
۰۲٤	تدارک بذرکار	۲	۳	۳	۲/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۲٥	بذرکاری	۲۰	۲۲	۲۳	۲۱/۸۳	۰/۲٥	۰/٥	۱
۰۲٦	تخصیص سوخت فاروکشی و نهرکنی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰۲۷	تهیه فاروئر و نهرکن	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱
۰۲۸	فاروکشی و نهرکنی	۲	۳	۳	۲/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۲۹	تهیه ادوات ابیاری	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۱
۰۳۰	تهیه سوخت لازم برای مرحله داشت	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۱
۰۳۱	اختصاص سوخت برای مرحله داشت	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰۳۲	آبیاری مرحله جوانه‌زنی	۳	٤	٥	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۳۳	آبیاری مرحله ساقه رفتن	۳	٤	٥	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۳٤	تهیه علف کش	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱
۰۳٥	تهیه سمپاش	۱	۲	۲	۱/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۳٦	سمپاشی علف کش	۲	۳	۳	۲/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱

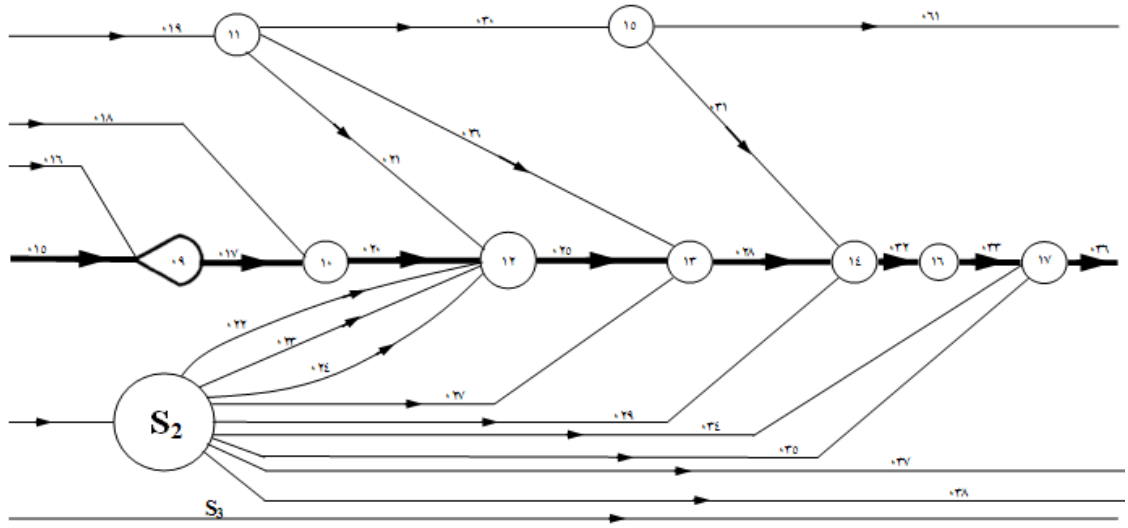
۰۳۷	تهیه کود سرک	۱	۲	۲	۱/۸۳	/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۳۸	تدارک کودپاش سرک	۱	۲	۲	۱/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰۳۹	کودپاشی سرک	۱	۲	۳	۲	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٤۰	آبیاری مرحله تولید سنبله	۳	٤	۵	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٤۱	بازدید مزرعه (آلودگی به علف هرز)	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱
۰٤۲	نیازی به علف کش نیست	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۵
۰٤۳	ضرورت استفاده از علف کش	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۵
۰٤٤	تهیه علف کش	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱
۰٤۵	تهیه سمپاش	۱	۲	۲	۱/۸۳	۰/۰۲۸	۰/۱۷	۱
۰٤٦	تصمیم برای آبیاری مرحله تولید گل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰٤۷	سمپاشی علف کش	۱	۲	۳	۲	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٤۸	تصمیم برای آبیاری مرحله تولید گل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰٤۹	آبیاری مرحله تولید گل	۳	٤	۵	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۵۰	بازدید مزرعه(آفات و بیماری‌ها)	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱
۰۵۱	بی‌نیاز از سمپاشی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۵
۰۵۲	سمپاشی لازم است	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۵
۰۵۳	سمپاشی آفت‌کش	۱	۲	۳	۲	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۵٤	تصمیم برای آبیاری مرحله داناب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰۵۵	تصمیم برای آبیاری مرحله داناب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰۵٦	آبیاری مرحله داناب	۳	٤	۵	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰۵۷	تصمیم گیری برای برداشت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰۵۸	تخصیص سوخت برای برداشت جو	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰۵۹	تدارک کمباین	۳	٤	۵	٤	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٦۰	تدارک کامیون حمل جو	۲	۳	٤	۳	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٦۱	تهیه سوخت لازم مرحله برداشت	۱	۲	۳	۲	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٦۲	برداشت و حمل جو	۱٦	۱۸	۲۱	۱۸/۱٦	۰/٦۹	۰/۸۳	۱
۰٦۳	اختصاص سوخت بسته‌بندی کاه وکلش	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۰٦٤	تدارک بیلر	۲	۳	٤	۳	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٦۵	تدارک تریلر حمل محصول	۲	۳	٤	۳	۰/۱۱	۰/۳۳	۱
۰٦٦	بسته‌بندی و حمل کاه و کلش	۵	۷	۱۰	۷/۱٦	۰/٦۹	۰/۸۳	۱



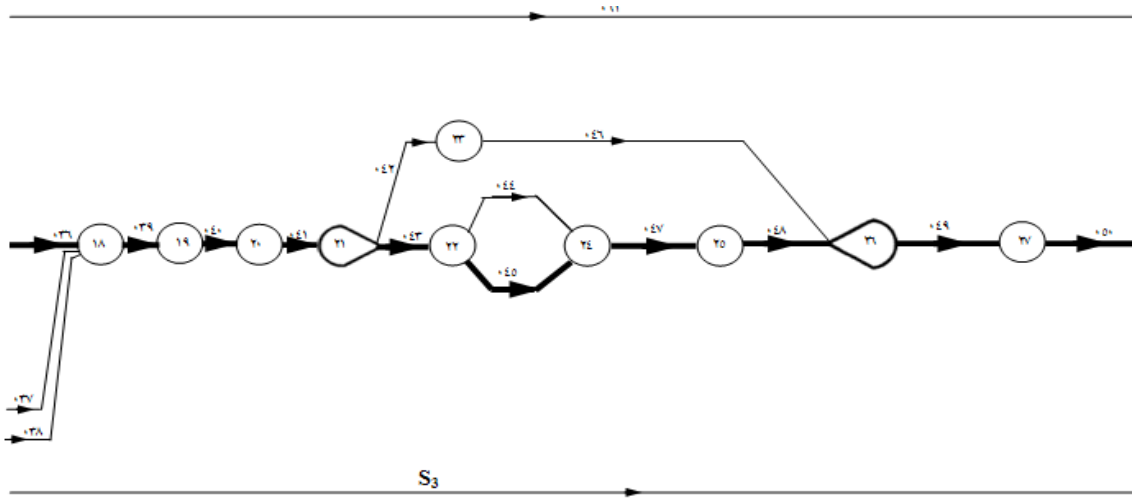
شکل ۱- ساختار شکست کار پروژه مکانیزاسیون جو در دشت



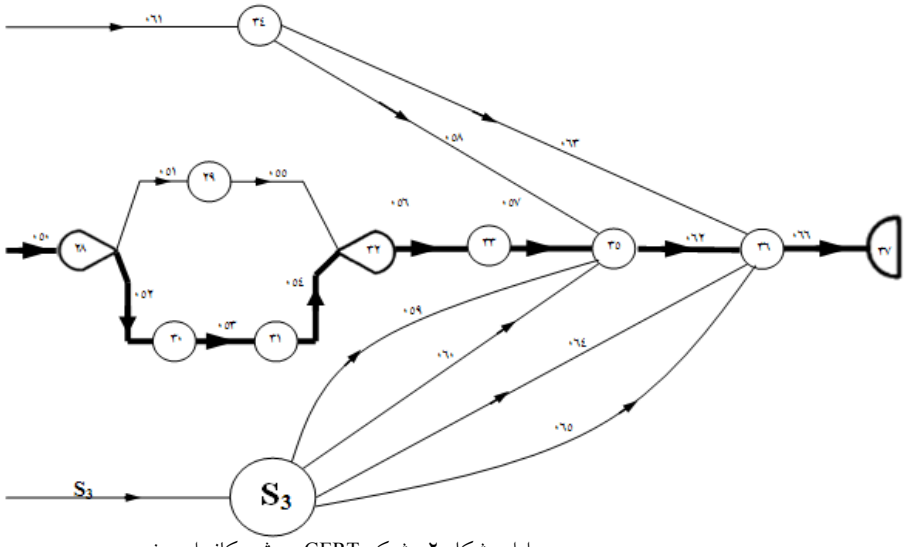
شکل ۲- شبکه GERT پروژه مکانیزاسیون جو (ادامه دارد)



ادامه شکل ۲- شبکه GERT پروژه مکانیزاسیون جو



ادامه شکل ۲- شبکه GERT پروژه مکانیزاسیون جو



ادامه شکل ۲- شبکه GERT پروژه مکانیزاسیون جو

جدول ۳- پارامترهای محاسبه شده در شبکه جو

واریانس دیرترین ...			فرجه	دیرترین زمان مورد انتظار وقوع رویداد						واریانس زودترین ...			زودترین زمان مورد انتظار وقوع رویداد						شماره رویداد
$\sigma^2_{T_L}$ فرجه	σ^2_{i-j}	σ^2_j		T_L	T_L j	t_e i-j	i-j	T_L رویداد بعدی	شماره رویداد بعدی	$\sigma^2_{T_E}$	σ^2_{i-j}	σ^2_i	T_E	T_E i-j	t_e i-j	شاخه i-j	T_E رویداد قبلی	شماره رویداد قبلی	
۳/۳۱۲	۰/۱۱	۳/۲۰۲	۰	۰	۱/۹	۲	۰۰٤	۳/۹	۰۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	S
					۰	٤	۰۰۲	٤	۰۲										
					۳۹/۸۳	۰	S_2	۳۹/۸۳	S_2										
					۹۵/۹۸	۰	S_3	۹۵/۹۸	S_3										
۲/٦۲۲	۰/۰۲۸	۲/۵۹٤	۳۹/۸۳	۳۹/۸۳	۳۹/۸۳	۲/۸۳	۰۲٤	٤۲/٦٦	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	S_2	۰	S	S_2
					٦۳/٤۹	۱	۰۲۷	٦٤/٤۹	۱۳										
					٦۵/۳۲	۲	۰۲۹	٦۷/۳۲	۱٤										
					۷۳/٤۹	۱/۸۳	۰۳۵	۷۵/۳۲	۱۷										
					۷٤/۳۲	۱/۸۳	۰۳۸	۷۸/۱۵	۱۸										
					۹۵/۹۸	۰	S_3	۹۵/۹۸	S_3										
۱/٤۹	۰/۱۱	۱/۳۸	۹۸/۹۵	۹۸/۹۵	۹۵/۹۸	٤	۰۵۹	۹۹/۹۸	۳۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	S_3	۰	S	S_3
					۱۱۵/۱٤	۳	۰٦۵	۱۱۸/۱٤	۳٦										
۳/۲۰۲	۰	۳/۲۰۲	۱/۹	۳/۹	۳/۹	۰/۱	۰۰۵	٤	۰۲	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۰۰٤	۰	S	۰۱
					۲۳/۷۳	۰/۱	۰۰۷	۲۳/۸۳	۰۳										
					۳۷/۵٦	۰/۱	۰۱۸	۳۷/٦٦	۱۰										
					٤۰/۷۳	۱/۸۳	۰۱۹	٤۲/۵٦	۱۱										
۳/۳۱۲	۰	۳/۲۰۲	۰	٤	٤	۱۹/۸۳	۰۰٦	۲۳/۸۳	۰۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰	٤	۲/۱	۰/۱	۰۰۵	۲	۰۱	۰۲
														٤	٤	۰۰۱	۰	S	
۳/۳۱۲	۰	۲/۹۵۲	۰/۱۱	۲/۸٤۲	۲۳/۸۳	٦	۰۰۹	۲۹/۸۳	۰٤	۰/۳٦	۰/۲۵	۰/۱۱	۲۳/۸۳	۲/۱	۰/۱	۰۰۷	۲	۰۱	۰۳
														۲۳/۸۳	۱۹/۸۳	۰۰٦	٤	۰۲	
														۱/۸۳	۱/۸۳	۰۰۸	۰	S	
۳/۳۱۲	۰	۲/۸٤۲	۰	۲/۸٤۲	۳۵/٦٦	۰	۰۱۱	۳۵/٦٦	۰۵	۰/٤۷	۰/۱۱	۰/۳٦	۲۹/۸۳	۲۹/۸۳	٦	۰۰۹	۲۳/۸۳	۰۳	۰٤
					۲۹/۸۳	۰	۰۱۰	۲۹/۸۳	۰٦										
۳/۱۷٤	۵/۸۳	۲/۷۰٤	۰	۲/۷۰٤	۳۵/٦٦	۰	۰۱٦	۳۵/٦٦	۰۹	۰/٤۷	۰	۰/٤۷	۲۹/۸۳	۲۹/۸۳	۰	۰۱۱	۲۹/۸۳	۰٤	۰۵
۳/۳۱۲	۰	۲/۸٤۲	۰/۰۲۸	۲/۸۱٤	۲۹/۸۳	۱/۸۳	۰۱۳	۳۱/٦٦	۰۷	۰/٤۷	۰	۰/٤۷	۲۹/۸۳	۲۹/۸۳	۰	۰۱۰	۲۹/۸۳	۰٤	۰٦
۳/۳۱۲	۰	۲/۸۱٤	۰/۱۱	۲/۷۰٤	۳۱/٦٦	٤	۰۱٤	۳۵/٦٦	۰۸	۰/٤۹۸	۰/۰۲۸	۰/٤۷	۳۱/٦٦	۳۱/٦٦	۱/۸۳	۰۱۳	۲۹/۸۳	۰٦	۰۷
۳/۳۱۲	۰	۲/۷۰٤	۰	۲/۷۰٤	۳۵/٦٦	۰	۰۱۵	۳۵/٦٦	۰۹	۰/٦۰۸	۰/۱۱	۰/٤۹۸	۳۵/٦٦	۳۵/٦٦	٤	۰۱٤	۳۱/٦٦	۰۷	۰۸
۳/۳۱۲	۰	۲/۷۰٤	۰	۲/۷۰٤	۳۵/٦٦	۲	۰۱۷	۳۷/٦٦	۱۰	۰/٦۰۸	۰	۰/٦۰۸	۳۵/٦٦	۲۹/۸۳	۰	۰۱٦	۲۹/۸۳	۰۵	۰۹
														۳۵/٦٦	۰	۰۱۵	۳۵/٦٦	۰۸	
۳/۳۱۲	۰	۲/۷۰٤	۰/۱۱	۲/۵۹٤	۳۷/٦٦	۵	۰۲۰	٤۲/٦٦	۱۲	۰/٦۰۸	۰	۰/٦۰۸	۳۷/٦٦	۲/۱	۰/۱	۰۱۸	۲	۰۱	۱۰
														۳۷/٦٦	۲	۰۱۷	۳۵/٦٦	۰۹	
۲/٦۲۲	۰	۲/۵۹٤	۳۸/۷۳	۲/۵۹٤	٤۲/۵٦	۰/۱	۰۲۱	٤۲/٦٦	۱۲	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰	۳/۸۳	۳/۸۳	۱/۸۳	۰۱۹	۲	۰۱	۱۱
					٦٤/۳۹	۰/۱	۰۲٦	٦٤/٤۹	۱۳										
					٦۵/۲۲	۲	۰۳۰	٦۷/۲۲	۱۵										
۳/۳۱۲	۰	۲/۵۹٤	۰/۲۵	۲/۳٤٤	٤۲/٦٦	۲۱/۸۳	۰۲۵	٦٤/٤۹	۱۳	۰/۷۱۸	۰/۱۱	۰/٦۰۸	٤۲/٦٦	٤۲/٦٦	۵	۰۲۰	۳۷/٦٦	۱۰	۱۲
														۳/۸٤	۰/۱	۰۲۱	۳/۸۳	۱۱	
														۲/۸۳	۲/۸۳	۰۲٤	۰	S_2	
۳/۳۱۲	۰/۰۲۸	۲/۳۱٦	۰	٦٤/٤۹	٦٤/٤۹	۲/۸۳	۰۲۸	٦۷/۳۲	۱٤	۰/۷۱۸	۰/۲۵	۰/۹٦۸	٦٤/٤۹	۳/۸۳	۰/۱	۰۲٦	۳/۸۳	۱۱	۱۳
														٦٤/٤۹	۲۱/۸۳	۰۲۵	٤۲/٦٦	۱۲	
														۱	۱	۰۲۷	۰	S_2	
۳/۳۱۲	۰/۱۱	۲/۲۰٦	۰	٦۷/۳۲	٦۷/۳۲	٤	۰۳۲	۷۱/۳۲	۱٦	۰/۹۹٦	۰/۰۲۸	۰/۹٦۸	٦۷/۳۲	۵/۹۳	۰/۱	۰۳۱	۵/۸۳	۱۵	۱٤
														٦۷/۳۲	۲/۸۳	۰۲۸	٦٤/٤۹	۱۳	
														۲	۲	۰۲۹	۰	S_2	
۲/۳٤٤	۰	۲/۳۱٦	٦۱/۳۹	٦۷/۲۲	٦۷/۲۲	۰/۱	۰۳۱	٦۷/۳۲	۱٤	۰/۰۲۸	۰	۰/۰۲۸	۵/۸۳	۵/۸۳	۲	۰۳۰	۳/۸۳	۱۱	۱۵
					۹۷/۸۸	۲	۰٦۱	۹۹/۸۸	۳٤										
۳/۳۱۲	۰	۲/۲۰٦	۰/۱۱	۲/۰۹٦	۷۱/۳۲	٤	۰۳۳	۷۵/۳۲	۱۷	۱/۱۰٦	۰/۱۱	۰/۹۹٦	۷۱/۳۲	۷۱/۳۲	٤	۰۳۲	۶۷/۳۲	۱٤	۱۶
۳/۳۱۲	۰/۰۲۸	۲/۰٦۸	۰	۲/۰۹٦	۷۵/۳۲	۲/۸۳	۰۳٦	۷۸/۱۵	۱۸	۱/۲۱٦	۰/۱۱	۱/۱۰٦	۷۵/۳۲	۷۵/۳۲	٤	۰۳۳	۷۱/۳۲	۱٦	۱۷

٣/٣١٢	٠	٢/٠٦٨	٠/١١	١/٩٥٨	٧٨/١٥	٧٨/١٥	٧٨/١٥	٢	٠٣٩	٨٠/١٥	١٩	١/٢٤٤	٠/٠٢٨	١/٢١٦	٧٨/١٥	١/٨٣	٧٨/١٥	٢/٨٣	٠٣٦	١٧
																		١/٨٣	٠٣٨	S_2
٣/٣١٢	٠	١/٩٥٨	٠/١١	١/٨٤٨	٨٠/١٥	٨٠/١٥	٤	٠٤٠	٨٤/١٥	٢٠	١/٣٥٤	٠/١١	١/٢٤٤	٨٠/١٥	٨٠/١٥	٢	٠٣٩	٧٨/١٥	١٨	١٩
٣/٣١٢	٠	١/٨٤٨	٠	١/٨٤٨	٨٤/١٥	٨٤/١٥	١	٠٤١	٨٥/١٥	٢١	١/٤٦٤	٠/١١	١/٣٥٤	٨٤/١٥	٨٤/١٥	٤	٠٤٠	٨٠/١٥	١٩	٢٠
٣/٣١٢	٠	١/٨٤٨	٠	١/٨٤٨	٨٥/١٥	٨٥/١٥	٠	٠٤٣	٨٥/١٥	٢٢	١/٤٦٤	٠	١/٤٦٤	٨٥/١٥	٨٥/١٥	١	٠٤١	٨٤/١٥	٢٠	٢١
							٠	٠٤٢	٨٨/٩٨	٢٣									
٣/٣١٢	٠	١/٨٤٨	٠/٠٢٨	١/٨٢	٨٥/١٥	٨٥/١٥	١/٨٣	٠٤٥	٨٦/٩٨	٢٤	١/٤٦٤	٠	١/٤٦٤	٨٥/١٥	٨٥/١٥	٠	٠٤٣	٨٥/١٥	٢١	٢٢
٣/١٧٤	٣/٨٣	١/٧١	٠	١/٧١	٨٨/٩٨	٨٨/٩٨	٠	٠٤٦	٨٨/٩٨	٢٦	١/٤٦٤	٠	١/٤٦٤	٨٥/١٥	٨٥/١٥	٠	٠٤٢	٨٥/١٥	٢١	٢٣
٣/٣١٢	٠	١/٨٢	٠/١١	١/٧١	٨٦/٩٨	٨٦/٩٨	٢	٠٤٧	٨٨/٩٨	٢٥	١/٤٩٢	٠/٠٢٨	١/٤٦٤	٨٦/٩٨	٨٦/٩٨	١/٨٣	٠٤٥	٨٥/١٥	٢٢	٢٤
٣/٣١٢	٠	١/٧١	٠	١/٧١	٨٨/٩٨	٨٨/٩٨	٠	٠٤٨	٨٨/٩٨	٢٦	١/٦٠٢	٠/١١	١/٤٩٢	٨٨/٩٨	٨٨/٩٨	٢	٠٤٧	٨٦/٩٨	٢٤	٢٥
٣/٣١٢	٠	١/٧١	٠/١١	١/٦	٨٨/٩٨	٨٨/٩٨	٤	٠٤٩	٩٢/٩٨	٢٧	١/٦٠٢	٠	١/٦٠٢	٨٨/٩٨	٨٨/٩٨	٠	٠٤٨	٨٨/٩٨	٢٥	٢٦
																	٠٤٦	٨٥/١٥	٢٣	
٣/٣١٢	٠	١/٦	٠	١/٦	٩٢/٩٨	٩٢/٩٨	١	٠٥٠	٩٣/٩٨	٢٨	١/٧١٢	٠/١١	١/٦٠٢	٩٢/٩٨	٩٢/٩٨	٤	٠٤٩	٨٨/٩٨	٢٦	٢٧
٣/٣١٢	٠	١/٦	٠	١/٦	٩٣/٩٨	٩٥/٩٨	٠	٠٥١	٩٥/٩٨	٢٩	١/٧١٢	٠	١/٧١٢	٩٣/٩٨	٩٣/٩٨	١	٠٥٠	٩٢/٩٨	٢٧	٢٨
						٩٣/٩٨	٠	٠٥٢	٩٣/٩٨	٣٠										
٣/٢٠٢	٢	١/٤٩	٠	١/٤٩	٩٥/٩٨	٩٥/٩٨	٠	٠٥٥	٩٥/٩٨	٣٢	١/٧١٢	٠	١/٧١٢	٩٣/٩٨	٩٣/٩٨	٠	٠٥١	٩٣/٩٨	٢٨	٢٩
٣/٣١٢	٠	١/٦	٠/١١	١/٤٩	٩٣/٩٨	٩٣/٩٨	٢	٠٥٣	٩٥/٩٨	٣١	١/٧١٢	٠	١/٧١٢	٩٣/٩٨	٩٣/٩٨	٠	٠٥٢	٩٣/٩٨	٢٨	٣٠
٣/٣١٢	٠	١/٤٩	٠	١/٤٩	٩٥/٩٨	٩٥/٩٨	٠	٠٥٤	٩٥/٩٨	٣٢	١/٨٢٢	٠/١١	١/٧١٢	٩٥/٩٨	٩٥/٩٨	٢	٠٥٣	٩٣/٩٨	٣٠	٣١
٣/٣١٢	٠	١/٤٩	٠/١١	١/٣٨	٩٥/٩٨	٩٥/٩٨	٤	٠٥٦	٩٩/٩٨	٣٣	١/٨٢٢	٠	١/٨٢٢	٩٥/٩٨	٩٣/٩٨	٠	٠٥٥	٩٣/٩٨	٢٩	٣٢
															٩٥/٩٨	٠	٠٥٤	٩٥/٩٨	٣١	
٣/٣١٢	٠	١/٣٨	٠	١/٣٨	٩٩/٩٨	٩٩/٩٨	٠	٠٥٧	٩٩/٩٨	٣٥	١/٩٣٢	٠/١١	١/٨٢٢	٩٩/٩٨	٩٩/٩٨	٤	٠٥٦	٩٥/٩٨	٣٢	٣٣
١/٥١٨	٩٢/٠٥	١/٣٨	٠	١/٣٨	٩٩/٨٨	٩٩/٨٨	٠/١	٠٥٨	٩٩/٩٨	٣٥	٠/١٣٨	٠/١١	٠/٠٢٨	٧/٨٣	٧/٨٣	٢	٠٦١	٥/٨٣	١٥	٣٤
					١١٨/٠٤	١١٨/١٤	٠/١	٠٦٣	٩٩/٩٨	٣٦										
٣/٣١٢	٠	١/٣٨	٠/٦٩	٠/٦٩	٩٩/٩٨	٩٩/٩٨	١٨/١٦	٠٦٢	١١٨/١٤	٣٦	١/٩٣٢	٠	١/٩٣٢	٩٩/٩٨	٧/٨٤	٠/١	٠٥٨	٧/٨٣	٣٤	٣٥
															٩٩/٩٨	٠	٠٥٧	٩٩/٩٨	٣٣	
															٤	٤	٠٥٩	٠	S_3	
٣/٣١٢	٠	٠/٦٩	٠	١١٨/١٤	١١٨/١٤	٧/١٦	٠٦٦	١٢٥/٣	٣٧	٠/٦٩	٢/٦٢٢	٠/٦٩	١/٩٣٢	١١٨/١٤	٧/٩٣	٠/١	٠٦٣	٧/٨٣	٣٤	٣٦
															١١٨/١٤	١٨/١٦	٠٦٢	٩٩/٩٨	٣٥	
															٣	٣	٠٦٥	٠	S_3	
٣/٣١٢	٠	٠	٠	٠	١٢٥/٣	٠	٠	٠	٠	٠	٣/٣١٢	٠/٦٩	٢/٦٢٢	١٢٥/٣	١٢٥/٣	٧/١٦	٠٦٦	١١٨/١٤	٣٦	٣٧

منابع

١. احمدی ا و حسینی بهارانچی ر، ١٣٨٣. مدیریت و کنترل پروژه فازی(تألیف). موسسه انتشاراتی جهان جام جم.

٢. سبزه پرور م، ١٣٨٧. کنترل پروژه (تألیف). چاپ دوم. انتشارات ترمه.

٣. الماسی م، کیانی ش و لویمی ن، ١٣٨٠. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی(تألیف). موسسه انتشارات حضرت معصومه(س).

۴. افسری، م.؛ حجازی، س.ر و حاج شیر محمدی، ع. ١٣٨٦. روش تبدیل گرت فازی به CPM برای زمانبندی پروژه‌ها. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع. ٢٠ الی ٢١ تیر، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

۵. آلادپوش، ح. ١٣٨٦. مفاهیم و کلیات دانش مدیریت پروژه (ترجمه). حامی.

۶. حاج شیر محمدی، ع. ١٣٨٧. مدیریت و کنترل پروژه (کاربرد روش‌های سی‌پی‌ام، پرت، گرت و پی‌ان).

٧. رضائیان ع، ١٣٨٨. تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم. تالیف. چاپ سیزدهم. انتشارات سمت.

۸. کحال‌زاده ع، ۱۳۷۸. مدیریت پروژه(ترجمه). چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی.
۹. عبدی ر، ۱۳۸۸. برنامه‌ریزی و زمانبندی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی با شبکه‌های گرت. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.
۱۰.عبدی ر، قاسم‌زاده ح ر، عبداله‌پور ش، سبزه‌پرور م و دباغ نسب ع، ۱۳۸۸. مدل سازی و آنالیز فرایند پروژه مکتنیزاسیون یونجه با شبکه‌های گرت. دانش کشاورزی پایدار، شماره ۱ جلد ۱۹/۱. ۱۵۷-۱۶۹.
۱۱.عجمی‌پور م، ۱۳۷۹. برنامه ریزی و کنترل پروژه با PERT & CPM (ترجمه). چاپ اول. انستیتو ایز ایران.
12. Abdi R, Ghassemzadeh HR, Abdollahpour Sh, Sabzeparvar M. and Dabbaghnasab A. 2009. Modeling and Resource Allocation of Agricultural Mechanization Projects with GERT Networks. *JFAE. Vol.7 (3&4) 438-441.*
13. Abdi R, Ghassemzadeh HR, Abdollahpour Sh, Sabzeparvar M. and Dabbaghnasab A. 2010. Modeling and Analysis of Mechanization Projects of Wheat Production by GERT Networks. *Agricultural Sciences in China. 2010, 9(7): 101-105*
14. de Toro A, 2005. Influences on timeliness costs and their variability on arable farms. *Biosystems Engineering 80 (3): 19–35.*
15. de Toro A, 2004. Assessment of field machinery performance in variable weather conditions using discrete event simulation. Ph.D thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
16. de Toro A and Hansson PA, 2004. Machinery co-operatives: A case study in Sweden. *Biosystems Engineering. 87 (1): 13–25.*
17. de Toro A and Hansson PA, 2004. Analysis of field machinery performance based on daily soil workability status using discrete event simulation or on average workday probability. *Agricultural Systems. 79: 109-129.*
18. Gavareshki MHK, 2004. New fuzzy GERT Method for Research Projects Scheduling**.** *IEEE. Transactions 2: 820 - 824.*
19. Pritsker AAB, 1966. GERT; Graphical Evaluation and Review Technique. RM-4973-NASA (Memorandum).
20. Shih-Pin C, 2007. Analysis of Critical Paths in a Project Network with Fuzzy Activity Times. *European Journal of Operational Research. 183: 442–459.*

Abstract

In the agricultural mechanization projects, operations or activities of project must be accomplished on time with well-defined sequence and short time span, if timelines costs are to be avoided. Basic planning of agricultural mechanization projects is suitable solution for minimize the timelines costs. Project management techniques are used by many industries successfully. The basic approach in all scheduling techniques is to form a network of activities and events relationships that graphically portrays the sequential relations between the tasks in a project. Such a network would as a powerful tool available a farm manager to plan, schedule, monitor, and control a project. Since GERT Networks have most of the advantages associated with networks and enables system analyst in exact evaluation of certain types of networks, in this research GERT Networks were used and Agricultural mechanization projects in Tabriz plain as a case study was simulated, modeled and analyzed. Critical activities, events and paths were determined. Results showed that the network model was able to answer any statistic questions concerning with the project. Networks model, particularly GERT Networks are increasingly powerful tool for modeling, scheduling, planning, controlling and analyzing of agricultural mechanization projects and The generated GERT Network model is increasingly powerful tool to help manager who could able to make optimum decision.

Keywords: Agricultural mechanization, Gert Network, Project , Scheduling.