نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

تحلیل و ارزیابی پروژه ساخت گلخانه مکانیزه با استفاده از روش پرت فازی

نسیم منجزی [۱*]، محمد جواد شیخ داودی[۲]، هادی بصیرزاده[۳] و حسن ذکی دیزجی[۴]

۱ و ۲و ۴ – به ترتیب دانشجوی دکتری و هیئت علمی گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- هیئت علمی گروه ریاضی، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه شهید چمران اهواز

ایمیل مکاتبه کننده: nasimmonjezi@gmail.com

چکیده

در سیستم‌های کشاورزی بخاطر اهمیت شاخص زمان جهت کاهش هزینه‌های از دست دادن زمان و کاهش لنگی‌های حین کار، تکنیک‌های زمان‌بندی پروژه، بویژه مدل‌های شبکه‌ای، کاربرد دارند. در خصوص احداث گلخانه با توجه به بالا بودن هزینه اولیه احداث، هر مقدار وقت و هزینه در برآورد دقیق و تهیه طرح مطالعاتی منطبق بر واقعیات صرف شود، ارزشمند خواهد بود. بنابراین در این تحقیق، تحلیل و ارزیابی پروژه ساخت یک واحد گلخانه مکانیزه با استفاده از روش پرت[۱] فازی انجام شد. اطلاعات مورد نیاز، از طریق منابع مختلفی مانند گزارش‌ها و آمارهای سازمان جهاد کشاورزی و نظرات پیمانکاران، مهندسان مشاور ساخت گلخانه و گلخانه‌داران گردآوری شد. ابتدا فعالیت‌های پروژه تعیین گردید. در نهایت شبکه پرت مربوط به پروژه ترسیم شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. زمان تکمیل پروژه با استفاده از روش پرت فازی (۱۳۷، ۲۰۱، ۲۹۰) روز بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی و زمانبندی، ساخت گلخانه مکانیزه، پرت فازی

مقدمه

در تحلیل و ارزیابی سیستم‌ها بخصوص در بخش کشاورزی از شاخص‌هایی همچون انرژی، اقتصاد، ارگونومی، سلامت محیط زیست و زمان استفاده می‌شود. با توجه به اهمیت شاخص زمان جهت کاهش هزینه‌های از دست دادن زمان و کاهش لنگی‌های حین کار، تکنیک‌های زمان‌بندی پروژه و مطالعه کار، بویژه مدل‌های شبکه‌ای، کاربرد دارند و برای طرح‌ریزی علمی و اصولی پروژه‌ها و کاهش هزینه‌ها راه حل مناسبی می‌باشند. در خصوص احداث گلخانه با توجه به بالا بودن هزینه اولیه احداث، هر مقدار وقت و هزینه در برآورد دقیق و تهیه طرح مطالعاتی منطبق بر واقعیات صرف شود، ارزشمند خواهد بود. بنابراین بهتر است در زمینه مدیریت ساخت این‌گونه واحدها، از شیوه‌های بهینه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، مانند روش پرت بیش از پیش بهره گرفت. روش‌های کلاسیک، به علت

[1] - Program Evaluation and Review Technique (PERT)

ضعف‌های موجود در نحوه تخمین مدت زمان فعالیت‌ها و برای مدل کردن پروژه‌های واقعی با مشکلات متعددی مواجه می‌شوند. یکی از راهکارهای اساسی در برخورد با چنین مشکلاتی، استفاده از منطق فازی[1] می‌باشد. منطق فازی با در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترهای تصمیم‌گیری، رویکردی جهت نزدیک کردن مدل‌های زمان‌بندی پروژه به واقعیت می‌باشد. اولین مطالعات در زمینه کاربرد منطق فازی در برنامه‌ریزی پروژه در سال ۱۹۸۱ توسط چاناس و کامبوروسکی[2] صورت گرفت که در نتیجه آن روش جدیدی بنام FPERT[3] ارائه گردید. در این روش با استفاده از نظریه فازی، تخمین زمان فعالیت‌ها و اتمام پروژه به صورت فازی صورت می‌پذیرفت (چاناس و کامبوروسکی، ۱۹۸۱). از آن پس، برخی از محققان مانند اسلیستوف و تیشچاک[4] (۲۰۰۳)، دوبویس[5] و همکاران (۲۰۰۳) و زیلینسکی[6] (۲۰۰۵) مفاهیم فازی را برای تجزیه و تحلیل محاسبات در روش‌های کنترل پروژه به کار گرفته‌اند. دادرس آلارلو (۱۳۹۱) طرح‌ریزی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی (الگوی کشت منتخب دشت مغان) را با استفاده از شبکه‌های پرت انجام داد. نتایج نشان داد، مدل شبکه حاصل، توانایی پاسخ‌گویی به هر نوع پرسش آماری در ارتباط با پروژه را دارا می‌باشد. شریفی (۱۳۹۱) زمان‌بندی و شبیه‌سازی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی (محصولات استراتژیک زراعی استان البرز) را با استفاده از روش پرت انجام داد. نتایج نشان داد کوتاه‌ترین زمان ممکن تولید مکانیزه جو ۲۲۸/۲۰ روز می‌باشد. منجزی و همکاران (۲۰۱۲ الف، ۲۰۱۲ ب و ۱۳۹۰) تحلیل و ارزیابی پروژه ساخت گلخانه مکانیزه را با استفاده از روش سی پی ام و پرت (کلاسیک و فازی) انجام دادند. نتایج نشان داد که مدل شبکه حاصل، مدیر پروژه را جهت اتخاذ تصمیمات به موقع کمک کرده تا در مرحله اجرا و عمل طبق برنامه‌ریزی پیش رفته و بتواند پروژه را در زمان مطلوب و با هزینه مناسب به اتمام برساند. بنابراین در این تحقیق، تحلیل و ارزیابی پروژه ساخت یک واحد گلخانه مکانیزه با استفاده از روش پرت فازی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات و محل اجرای طرح

احداث گلخانه می‌تواند در هر نقطه‌ای از کشور که شرایط لازم (اثرات محیطی، دسترسی به راه‌های حمل و نقل و غیره) را داشته باشد، انجام شود. در این تحقیق به صورت مطالعه موردی استان خوزستان، شهرستان باوی در نظر گرفته شد. واحد زمان پیش‌بینی شده برای همه فعالیت‌ها، روز می‌باشد.

زمان انجام فعالیت‌های شبکه ساخت گلخانه مکانیزه؛ تحلیل با استفاده از روش پرت فازی

برای تخمین زمان‌های انجام فعالیت‌های موجود در شبکه پروژه ساخت گلخانه مکانیزه از گزارش‌ها و آمارهای

[1] - Fuzzy logic
[2] - Chanas and Kamburowski
[3] - Fuzzy PERT
[4] - Slyeptsov and Tyshchuk
[5] - Dubios
[6] - Zielinski

سازمان جهاد کشاورزی و نظرات پیمانکاران، مهندسان مشاور ساخت گلخانه، کشاورزان و گلخانه‌داران استفاده گردید.

از آن‌جایی‌که جمع‌آوری و گردآوری اطلاعاتی مانند میزان دقیق زمان‌های انجام کار، معمولاً به دلیل عدم ثبات آن‌ها اغلب به صورت تقریبی ارائه می‌شود. به همین دلیل در این تحقیق انجام محاسبات و بدست آوردن نتایج با استفاده از اعداد فازی مثلثی صورت می‌گیرد. در این تحقیق مدت زمان لازم برای انجام هر یک از فعالیت‌های شبکه پروژه ساخت گلخانه مکانیزه به صورت یک عدد فازی مثلثی مثبت مشخص شد.

جمع و تفریق فازی دو عدد $\tilde{T}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $\tilde{T}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ از الگوی زیر پیروی می‌کند:

$$\tilde{T}_1 \oplus \tilde{T}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (۱)$$

$$\tilde{T}_1 \ominus \tilde{T}_2 = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (۲)$$

روش‌های مختلفی برای مشخص کردن ترتیب اعداد فازی ارائه شده است که در این تحقیق از روش مقدار میانگین کلی۱ استفاده شد. برای یک عدد فازی مثلثی $\tilde{T} = (l, m, u)$ مقدار میانگین کلی $G(\tilde{T})$ و انحراف معیار $S(\tilde{T})$ با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Chen & Huang, 2007).

$$G(\tilde{T}) = \frac{l + m + u}{3} \quad (۳)$$

$$S(\tilde{T}) = \frac{1}{18}[l^2 + m^2 + u^2 - lm - lu - mu] \quad (۴)$$

دو عدد فازی $\tilde{T}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $\tilde{T}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ با استفاده از الگوهای زیر مرتب شدند.

اگر $G(T_2) < G(T_1)$ باشد آن‌گاه $\tilde{T}_2 < \tilde{T}_1$ است.

اگر $G(T_2) = G(T_1)$ و $S(\tilde{T}_2) > S(\tilde{T}_1)$ باشد آن‌گاه $\tilde{T}_2 < \tilde{T}_1$ است.

اگر $G(T_2) = G(T_1)$ و $S(\tilde{T}_2) = S(\tilde{T}_1)$ باشد آن‌گاه $\tilde{T}_2 \approx \tilde{T}_1$ است.

محاسبات زمانی شبکه پروژه ساخت گلخانه مکانیزه با استفاده از روش پرت فازی ۲

با استفاده از محاسبات مسیر پیشرو برای تعیین زودترین زمان شروع فازی و زودترین زمان پایان فازی از فرمول‌های ۵ و ۶ استفاده شد (Chen & Huang, 2007).

1- Generalized Mean Value
2- Fuzzy PERT (FPERT)

$$\tilde{S}_i^e = \max_{j \in P(i)} \{ \tilde{S}_j^e \oplus \tilde{d}_j \} \quad (۵)$$

$$\tilde{F}_i^e = \tilde{S}_i^e \oplus \tilde{d}_i \quad (۶)$$

$\tilde{S}_i^e$ زودترین زمان فازی شروع برای رویداد $i = I$ (رویداد پایه) برابر $\tilde{S}_I^e = (0,0,0)$ در نظر گرفته شد. $\tilde{F}_i^e$ زودترین زمان پایان است ($\tilde{F}_E^e$ برابر است با زمان تکمیل پروژه - $\tilde{T}_{end}$- در رویداد پایان $i = E$). و $P(i)$ مجموعه‌ای از فعالیت‌های پیش‌نیاز برای فعالیت iام است و $\tilde{d}_i$ مدت زمان انجام فعالیت iام است.

محاسبات مسیر پسرو برای تعیین دیرترین زمان شروع و دیرترین زمان پایان نیز از الگوی زیر پیروی کرد.

$$\tilde{F}_i^l = \min_{j \in S(i)} \{ \tilde{F}_j^l \ominus \tilde{d}_j \} \quad (۷)$$

$$\tilde{S}_i^l = \tilde{F}_i^l \ominus \tilde{d}_i \quad (۸)$$

از آن‌جایی‌که $\tilde{F}_i^l$ دیرترین زمان پایان است برای $i=E$ ، $\tilde{T}_{end} = \tilde{F}_E^l$ است. $\tilde{S}_i^l$ نیز دیرترین زمان شروع و $S(i)$ مجموعه‌ای از فعالیت‌های پیش‌نیاز برای فعالیت iام هستند.

روش پرت فازی (FPERT) از مقدار میانگین کلی برای مقایسه اعداد فازی و محاسبه $\tilde{S}_i^e$ ، $\tilde{S}_i^l$ ، $\tilde{F}_i^e$ و $\tilde{F}_i^l$ برای هر فعالیت iام استفاده می‌کند.

در روش پرت فازی، زمان فرجه برای هر فعالیت از اختلاف بین دیرترین و زودترین زمان شروع یا اختلاف بین دیرترین و زودترین زمان پایان محاسبه می‌شود.

اگر $\tilde{S}_i^e$، $\tilde{S}_i^l$، $\tilde{F}_i^e$ و $\tilde{F}_i^l$ برای فعالیت iام به ترتیب زودترین زمان شروع، دیرترین زمان شروع، زودترین زمان پایان و دیرترین زمان پایان باشند، فرجه آن برابر خواهد بود با:

$$\tilde{m}_i = \tilde{S}_i^l \ominus \tilde{S}_i^e \quad (۹)$$

یا

$$\tilde{m}_i = \tilde{F}_i^l \ominus \tilde{F}_i^e \quad (۱۰)$$

در روش پرت کلاسیک، فعالیت i بحرانی نامیده می‌شود اگر زمان فرجه آن برابر صفر باشد. در پرت فازی اگر زمان فرجه فعالیت i به صورت $\tilde{m}_i = (a_i, b_i, c_i)$ نشان داده شود آن‌گاه بحرانی بودن فعالیت به صورت زیر تعریف می‌شود (Chen & Huang, 2007):

$$CD_i = \begin{cases} 1, & b_i \le o \\ \frac{-a_i}{b_i - a_i} & a_i < 0 < b_i \\ 0, & a_i \ge o \end{cases} \quad (۱۱)$$

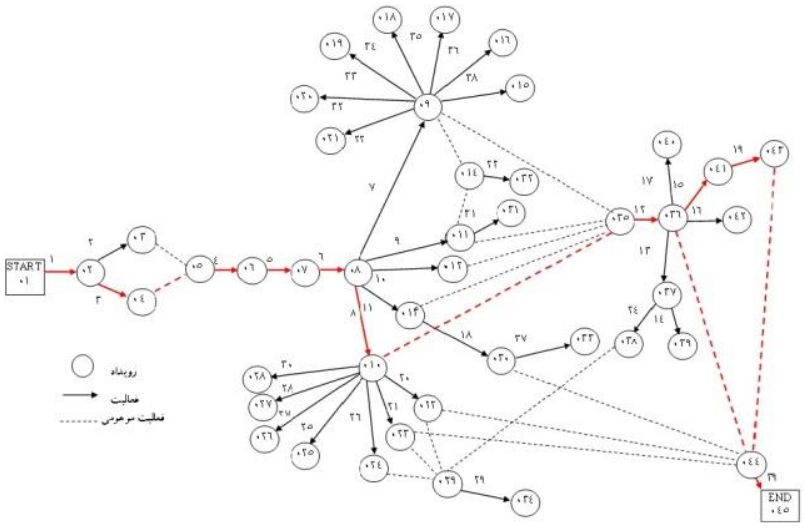
که CD_i درجه بحرانی بودن فعالیت i است.

نتایج و بحث

نتایج محاسبات زمانی شبکه پروژه ساخت گلخانه مکانیزه با استفاده از روش پرت فازی

مدت زمان لازم برای انجام هر یک از فعالیت‌های پروژه به صورت اعداد فازی مثلثی تخمین زده شد و در جدول ۱ ارائه گردید. با استفاده از روابط و فرمول‌هایی که در بخش مواد و روش‌ها ذکر شد زودترین زمان شروع فازی، زودترین زمان پایان فازی، دیرترین زمان شروع فازی، دیرترین زمان پایان فازی و فرجه فازی برای هر یک از فعالیت‌های پروژه محاسبه گردید که در جدول ۱ نشان داده شده است. درجه بحرانی بودن فعالیت‌ها نیز بر اساس فرجه فازی محاسبه و در جدول ۱ ارائه شده است. برای مثال درجه بحرانی بودن فعالیت اول، یک بدست آمد که نشان‌دهنده‌ی بحرانی بودن کامل فعالیت اول می‌باشد. . زمان تکمیل پروژه با استفاده از پرت فازی (۱۳۷، ۲۰۱، ۲۹۰) روز بدست آمد.

لازم به ذکر است که در روش پرت کلاسیک یک فعالیت یا در مسیر بحرانی قرار می‌گیرد یا نمی‌گیرد اما در روش پرت فازی یک فعالیت درجه‌ای از بحرانی بودن را از صفر تا یک می‌گیرد و هر چه درجه بحرانی بودن به یک نزدیک‌تر باشد آن فعالیت بحرانی‌تر است و در عمل و در حین اجرا باید در انجام آن دقت بیشتری کرد تا باعث تأخیر در زمان تکمیل پروژه نشود. با توجه به نتایج حاصله از درجه بحرانی بودن فعالیت‌ها، برای مثال فعالیت‌های ۱۳،۲۴ و ۲۹ درجه بحرانی بودن برابر ۰/۹۶ دارند که می توان گفت تقریباً بحرانی هستند. این نگرش می‌تواند به مدیر پروژه آگاهی‌های بسیار مفیدی بدهد بطوریکه در برنامه‌ریزی انعطاف مناسبی داشته باشد. مسیر بحرانی پروژه در شکل ۱ با خطوط قرمز مشخص شده است.



شکل ۱- شبکه پرت پروژه ساخت گلخانه مکانیزه

جدول ۱- نتایج محاسبات و آنالیز شبکه پرت فازی پروژه ساخت گلخانه مکانیزه

شرح فعالیت	کد فعالیت	مدت اجرا	زمان های شروع		زمان های خاتمه		فرجه	درجه بحرانیت
			ES	LS	EF	LF		
شروع	شروع	(۰،۰،۰)	(۰،۰،۰)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	(۰،۰،۰)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
تهیه زمین	۱	(۲۰،۱۴،۷)	(۰،۰،۰)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	(۲۰،۱۴،۷)	(-۱۶۰،۱۴،۱۳۳)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
انجام آزمون خاک و آب	۲	(۱۰،۷،۵)	(۲۰،۱۴،۷)	(-۱۸۵،۵۲،۸۳)	(۳۰،۲۱،۱۲)	(-۱۹۰،۵۹،۷۳)	(-۱۷۸،۳۸،۱۰۳)	۰/۷۳
تهیه طرح و نقشه	۳	(۶۰،۴۵،۳۰)	(۲۰،۱۴،۷)	(-۱۴،۱۶۰،۱۳۳)	(۸۰،۵۹،۳۷)	(-۱۹۰،۵۹،۷۳)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
اخذ پروانه تاسیس گلخانه	۴	(۶۰،۴۰،۳۰)	(۸۰،۵۹،۳۷)	(-۱۹۰،۵۹،۷۳)	(۱۴۰،۹۹،۶۷)	(-۲۲۰،۹۹،۱۳)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
خاکبرداری و تسطیح	۵	(۱۰،۷،۵)	(۱۴۰،۹۹،۶۷)	(-۲۲۰،۹۹،۱۳)	(۱۵۰،۱۰۶،۷۲)	(-۲۲۵،۱۰۶،۳)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
حصارکشی و دیوارکشی	۶	(۱۰،۷،۵)	(۱۵۰،۱۰۶،۷۲)	(-۲۲۵،۱۰۶،۳)	(۱۶۰،۱۱۳،۷۷)	(۲۳۰،۱۱۳،۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
انبار مواد اولیه	۷	(۴۵،۳۰،۲۰)	(۱۶۰،۱۱۳،۷۷)	(۲۴۰،۱۲۸،۲۲)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۶۰،۱۵۸،۶۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۰/۹۰
ساختمان‌های گلخانه	۸	(۶۰،۴۵،۳۰)	(۱۶۰،۱۱۳،۷۷)	(۲۳۰،۱۱۳،۷)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۶۰،۱۵۸،۶۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
ساختمان اداری و رفاهی	۹	(۴۵،۳۰،۲۰)	(۱۶۰،۱۱۳،۷۷)	(۲۴۰،۱۲۸،۲۲)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۶۰،۱۵۸،۶۷)	(-۱۶۳،۱۵،۱۳۸)	۰/۹۰
ساختمان نگهبانی	۱۰	(۳۰،۲۵،۱۵)	(۱۶۰،۱۱۳،۷۷)	(۲۳۰،۱۳۳،۳۷)	(۱۹۰،۱۳۸،۹۲)	(۲۶۰،۱۵۸،۶۷)	(-۱۶۸،۲۰،۱۲۳)	۰/۸۶
ساختمان موتورخانه	۱۱	(۴۵،۳۰،۲۰)	(۱۶۰،۱۱۳،۷۷)	(۲۴۰،۱۲۸،۲۲)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۶۰،۱۵۸،۶۷)	(-۱۶۳،۱۵،۱۳۸)	۰/۹۰
خیابان کشی	۱۲	(۲۰،۱۴،۱۰)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۶۰،۱۵۸،۶۷)	(۲۴۰،۱۷۲،۱۱۷)	(۲۷۰،۱۷۲،۸۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
برق‌رسانی	۱۳	(۲۰،۱۵،۱۰)	(۲۴۰،۱۷۲،۱۱۷)	(۲۷۵،۱۷۷،۱۰۵)	(۲۶۰،۱۸۷،۱۲۷)	(۲۸۵،۱۹۲،۱۲۵)	(-۱۵۸،۵،۱۳۵)	۰/۹۶
ژنراتور مولد برق	۱۴	(۷،۵،۳)	(۲۶۰،۱۸۷،۱۲۷)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۳۰)	(۲۶۷،۱۹۲،۱۳۰)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۶۰،۹،۱۳۰)	۰/۹۳

شرح فعالیت	کد فعالیت	مدت اجرا	زمان های شروع		زمان های خاتمه		فرجه	درجه بحرانیت
			ES	LS	EF	LF		
آبرسانی	۱۵	(۱۰،۷،۵)	(۲۴۰،۱۷۲،۱۱۷)	(۲۷۰،۱۷۲،۸۷)	(۲۵۰،۱۷۹،۱۲۲)	(۲۷۵،۱۷۹،۹۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
گاز رسانی	۱۶	(۱۰،۷،۵)	(۲۴۰،۱۷۲،۱۱۷)	(۲۸۵،۱۹۴،۱۲۷)	(۲۵۰،۱۷۹،۱۲۲)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۶۸،۲۲،۱۱۳)	۰/۸۳
تلفن خط امتیاز	۱۷	(۷،۵،۳)	(۲۴۰،۱۷۲،۱۱۷)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۳۰)	(۲۴۷،۱۷۷،۱۲۰)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۷۰،۲۴،۱۱۰)	۰/۸۲
منبع ذخیره سوخت	۱۸	(۱۰،۷،۵)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۷۵،۱۷۹،۹۷)	(۲۱۵،۱۵۰،۱۰۲)	(۲۸۰،۱۸۶،۱۰۷)	(-۱۷۸،۳۶،۱۰۸)	۰/۷۵
مخزن آب	۱۹	(۱۰،۷،۵)	(۲۵۰،۱۷۹،۱۲۲)	(۲۷۵،۱۷۹،۹۷)	(۲۶۰،۱۸۶،۱۲۷)	(۲۸۰،۱۸۶،۱۰۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
تاسیسات گرمایش گلخانه	۲۰	(۱۰،۷،۵)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۷۵،۱۷۹،۹۷)	(۲۳۰،۱۶۵،۱۱۲)	(۲۸۰،۱۸۶،۱۰۷)	(-۱۶۸،۲۱،۱۲۳)	۰/۸۵
تاسیسات سرمایش گلخانه	۲۱	(۱۰،۷،۵)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۷۵،۱۷۹،۹۷)	(۲۳۰،۱۶۵،۱۱۲)	(۲۸۰،۱۸۶،۱۰۷)	(-۱۶۸،۲۱،۱۲۳)	۰/۸۵
باسکول	۲۲	(۲،۱،۱)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۹،۲۰۰،۱۳۵)	(۲۰۷،۱۴۴،۹۸)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۲،۵۷،۷۰)	۰/۵۵
تجهیزات اطفای حریق	۲۳	(۳،۲،۱)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۹،۱۹۹،۱۳۴)	(۲۰۸،۱۴۵،۹۸)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۲،۵۶،۷۱)	۰/۵۵
تجهیزات سیستم برقی	۲۴	(۵،۴،۲)	(۲۶۰،۱۸۷،۱۲۷)	(۱۹۴،۱۹۲،۱۲۵)	(۲۶۵،۱۹۱،۱۲۹)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۳۰)	(-۱۵۸،۵،۱۳۵)	۰/۹۶
دستگاه مه‌پاش	۲۵	(۱۰،۷،۵)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۸۵،۱۹۴،۱۲۷)	(۲۳۰،۱۶۵،۱۱۲)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۷۸،۳۶،۹۳)	۰/۷۲
دماسنج و رطوبت سنج	۲۶	(۷،۳،۲)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۸۵،۱۹۳،۱۲۳)	(۲۲۷،۱۶۱،۱۰۹)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۳۰)	(-۱۷۸،۳۵،۹۷)	۰/۷۳
دستگاه مولد CO_2	۲۷	(۷،۵،۳)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۳۰)	(۲۲۷،۱۶۳،۱۱۰)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۸۰،۳۸،۹۰)	۰/۷۰
سایبان گلخانه	۲۸	(۸،۵،۳)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۲۹)	(۲۲۸،۱۶۳،۱۱۰)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۸۰،۳۸،۹۱)	۰/۷۰
تابلوهای فرمان گلخانه	۲۹	(۷،۵،۳)	(۲۶۵،۱۹۱،۱۲۹)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۳۰)	(۲۷۲،۱۹۶،۱۳۲)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۵۸،۵،۱۳۵)	۰/۹۶
تجهیزات آبیاری گلخانه	۳۰	(۷،۵،۳)	(۲۲۰،۱۵۸،۱۰۷)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۳۰)	(۲۲۷،۱۶۳،۱۱۰)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۸۰،۳۸،۹۰)	۰/۷۰
لوازم اداری	۳۱	(۳،۲،۱)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۹،۱۹۹،۱۳۴)	(۲۰۸،۱۴۵،۹۸)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۲،۵۶،۷۱)	۰/۵۵
ماشین و ابزارآلات باغبانی	۳۲	(۵،۳،۲)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۸،۱۹۸،۱۳۲)	(۲۱۰،۱۴۶،۹۹)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۱،۵۵،۷۳)	۰/۵۷

شرح فعالیت	کد فعالیت	مدت اجرا	زمان های شروع		زمان های خاتمه		فرجه	درجه بحرانیت
			ES	LS	EF	LF		
سموم قارچ‌کش و حشره‌کش	۳۳	(۳،۱،۱)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۹،۲۰۰،۱۳۴)	(۲۰۸،۱۴۴،۹۸)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۲،۵۷،۷۱)	۰/۵۵
کود دامی و کود شیمیایی	۳۴	(۱۰،۵،۳)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۷،۱۹۶،۱۲۷)	(۲۱۵،۱۴۸،۱۰۰)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۰،۵۳،۷۸)	۰/۵۹
گلدان پلاستیکی، جعبه و کیسه پلاستیکی	۳۵	(۲،۱،۱)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۹،۲۰۰،۱۳۵)	(۲۰۷،۱۴۴،۹۸)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۲،۵۷،۷۰)	۰/۵۵
بذور	۳۶	(۲،۱،۱)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۹،۲۰۰،۱۳۵)	(۲۰۷،۱۴۴،۹۸)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۲،۵۷،۷۰)	۰/۵۵
گازوئیل و بنزین	۳۷	(۳،۲،۱)	(۲۱۵،۱۵۰،۱۰۲)	(۲۸۹،۱۹۹،۱۳۴)	(۲۱۸،۱۵۲،۱۰۳)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۸۷،۴۹،۸۱)	۰/۶۲
روغن واسکازین	۳۸	(۳،۲،۱)	(۲۰۵،۱۴۳،۹۷)	(۲۸۹،۱۹۹،۱۳۴)	(۲۰۸،۱۴۵،۹۸)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۹۲،۵۶،۷۱)	۰/۵۵
اخذ پروانه تولید و بهره برداری گلخانه	۳۹	(۳۰،۱۵،۱۰)	(۲۶۰،۱۸۶،۱۲۷)	(۲۸۰،۱۸۶،۱۰۷)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱
پایان	پایان	(۰،۰،۰)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(۲۹۰،۲۰۱،۱۳۷)	(-۱۵۳،۰،۱۵۳)	۱

نتیجه‌گیری

- 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 پیش‌رفته و بتواند پروژه را در زمان مطلوب و با بهره‌وری بالا به اتمام برساند.
- تغییر و اصلاح برنامه در وضعیت‌های جدید و پیش‌بینی نشده به سهولت انجام می‌شود.
- هر قسمتی از شبکه را به راحتی می‌توان تغییر داد.
- استفاده از داده‌ها به صورت فازی، در تخمین نتایج واقعی حاصل از تحلیل و ارزیابی پروژه ساخت گلخانه مکانیزه مؤثر می‌باشد.

منابع و مآخذ

۱. دادرس آلارلو، ف. ۱۳۹۱. طرح ریزی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی با شبکه‌های پرت. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۲. شریفی، م. ۱۳۹۱. زمان‌بندی و شبیه سازی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی محصولات استراتژیک زراعی با استفاده از فنون شبکه‌ای (مطالعه موردی استان البرز). پایان نامه دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه تهران.

۳. منجزی، ن. ۱۳۹۰. تحلیل و ارزیابی پروژه ساخت گلخانه مکانیزه با استفاده از روش‌های سی پی ام و پرت (کلاسیک و فازی). پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

4. Chanas, S. & Kamburowski, J. 1981. The use of fuzzy variables in PERT. Fuzzy Sets and Systems. Vol 5(1), 11-19.
5. Chen, C. T. & Huang, S. F. 2007. Applying fuzzy method for measuring criticality in project network. Information Science. Vol (177), 2448-2458.
6. Dubois, D., Fargier H. & Galvagnon, V. 2003. On latest starting times and floats in activity networks with all-known durations. European Journal of Operation Research (EJOR). Vol (147), 266–280.
7. Monjezi, N., Sheikhdavoodi, M. J. & Basirzadeh, H. 2012a. Application of Project Scheduling in Agriculture (Case Study: Mechanized Greenhouses Construction Project). Research Journal Applied Science Engineering Technology. Vol 4 (3), 241-244.
8. Monjezi, N., Sheikhdavoodi, M. J., Basirzadeh, H. & Zakidizaji, H. 2012b. Analysis and Evaluation of Mechanized Greenhouse Construction Project using CPM Methods. Research Journal Applied Science Engineering Technology.Vol 4(18), 3267-3273.
9. Slyeptsov, A. I. & Tyshchuk, T. A. 2003. Fuzzy temporal characteristics of operations for project management on the network models basis. European Journal of Operation Research (EJOR). Vol (147), 253–265.
10. Zielinski, P. 2005. On computing the latest starting times and floats of activities in a network with imprecise durations. Fuzzy Sets Systems. Vol (150), 53–76.

Analysis and Evaluation of Mechanized Greenhouse Construction Project using Fuzzy PERT Method

Abstract

Analysis and evaluation of agricultural systems use these criteria: energy, economic, agronomy, environmental conservation and time. Because of time importance indicator for reducing timeliness cost and work breakdown, project scheduling techniques and work study especially network models are used. Therefore primary cost of greenhouse construction is high; project scheduling is importance for management of these units construction. In this study, analysis and evaluation of mechanized greenhouses construction project was studied using fuzzy PERT method. Data were collected from variety sources such as reports and statistics of agricultural organization, opinions and comments of agricultural experts and advocators, contractors, consulting engineers and farmers. At first, the project activities are determined. Finally, PERT network was plotted and analyzed. Results showed that the completion time of this project, based on using fuzzy PERT method, is (137, 201, 290).

Keywords: scheduling, mechanized greenhouses construction, fuzzy PERT