مکانیزاسیون کشاورزی و اهمیت طرح‌ریزی پروژه‌های کشاورزی با تکنیک‌های کنترل پروژه

هادی جوان*

دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*ایمیل مکاتبه کننده: **hjavan90@gmail.com**

چکیده

عملیات کشاورزی از قبیل خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت محدوده زمانی مناسب خود برای انجام شدن دارند. اگر این عملیات در زمان مناسب خود انجام نگیرند باعث ایجاد افت در کمیت و کیفیت و درنتیجه ایجاد هزینه‌های به‌موقع نبودن محصول خواهند شد. بدین منظور پروژه‌های کشاورزی نیازمند این هستند تا همچون پروژه‌های صنعتی به‌صورت علمی و مناسب با علم کنترل پروژه طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی گردند. در این تحقیق اهمیت طرح‌ریزی علمی پروژه‌های کشاورزی مورد مطالعه قرار گرفت و نتیجه این شد که طرح‌ریزی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی باعث انجام عملیات در زمان به‌موقع خود و تولید محصولاتی باکیفیت و بهره‌وری بالا می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مکانیزاسیون کشاورزی، کنترل پروژه، طرح‌ریزی پروژه

مقدمه

بخش کشاورزی برای تحقق مأموریت‌های خود ازجمله تأمین امنیت غذایی جامعه و ایفای نقش مؤثر در تقویت استقلال ملّی، نیازمند گذر سریع از مرحلهٔ تولید معیشتی و سنتی به مرحلهٔ تولید صنعتی و تجاری است. محدودیت منابع در بخش کشاورزی، اهمیت انتخاب فناوری‌های مناسب جهت استفاده کامل و بهینه از منابع کمیاب و گران را در تولید مواد غذایی فراوان و ارزان نشان می‌دهد. فناوری‌های مکانیکی با غلبه بر محدودیت‌های فنی و اقلیمی از یک‌سو و محدودیت‌های زمانی از سوی دیگر، امکان افزایش سطح زیر کشت و تولید بخش کشاورزی را میسر کرده‌اند. در حقیقت، فناوری‌های مکانیکی امکان کاربردی شدن دستاوردهای تحقیقاتی را در شاخه‌های مختلف کشاورزی فراهم ساخته‌اند. درنتیجه، مکانیزاسیون کشاورزی از یک انتخاب و یک جایگزینی ساده ماشین به‌جای نیروی کار به‌ضرورت، جهت افزایش بهره‌وری استفاده از سایر نهاده‌ها تبدیل شده است. از طرفی مکانیزاسیون به مثابه رویکردی است که نیلِ بخش کشاورزی به مرحلهٔ تولید صنعتی و تجاری را ممکن می‌سازد. با به‌کارگیری مکانیزاسیون می‌توان فعالیت‌های خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت را در زمان مناسب خود و به بهترین نحو ممکن انجام داد. ازآنجایی‌که پروژه‌های کشاورزی تحت شرایط جوی مختلف و همین‌طور فصلی می‌باشند، انجام به‌موقع این قبیل فعالیت‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. چنان‌چه فعالیت

های این نوع پروژه‌ها در زمان مناسب خود انجام نگیرند باعث ایجاد افت کمی و کیفی در عملکرد محصول و درنهایت باعث به وجود آمدن هزینه‌های به‌موقع نبودن عملیات می‌شود که بیشتر کشاورزان این‌گونه هزینه‌ها را به‌حساب نامساعد بودن شرایط جوی، پراکنش نامناسب نزولات و ... می‌گذارند. برای کاهش هزینه‌های مزبور، فعالیت‌های کشاورزی نیازمند این هستند که همانند پروژه‌های صنعتی به‌صورت علمی و مناسب و با استفاده از علم کنترل پروژه طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی گردند.

مواد و روش‌ها

فناوری و انواع آن

فناوری فنی است قابل دسترس که امکان انتخاب آن وجود دارد (Fan و۱۹۹۱). قابلیت دسترسی و امکان انتخاب فناوری از یک‌سو و محدودیت منابع از سوی دیگر، انتخاب بهترین نوع و سطح مناسب فناوری‌ها را برای دستیابی به اهداف معین در هر جامعه و در هر بخش الزامی می‌سازد. فناوری جدید می‌تواند جایگزینی عوامل نسبتاً فراوان و ارزان را به جای عوامل نسبتاً کمیاب و گران تسهیل کند. فنونی را که برای تسهیل جایگزینی دیگر عوامل به جای نیروی کار به کار گرفته می‌شوند، کاراندوز و فنونی را که برای تسهیل جایگزینی دیگر عوامل به جای زمین به کار گرفته می‌شوند زمین اندوز می‌نامند. فناوری ماشینی، فناوری کاراندوز و فناوری زیستی یا شیمیایی، فناوری زمین اندوزند.

تعریف مکانیزاسیون و سیاست مکانیزاسیون کشاورزی

برای مکانیزاسیون تعریف‌های مختلفی وجود دارد. در یک تعریف، مکانیزاسیون عهده‌دار شدن و انجام دادن فعالیت‌های کشاورزی توسط منابع غیرانسانی نیروست و سیاست‌های مکانیزاسیون سیاست‌هایی است که بر سرعت و جهت پذیرش فناوری‌های مکانیکی توسط کشاورزان اثر می‌گذارد (Ellis و۱۹۹۰).

فرایند مکانیزاسیون کشاورزی

تجزیه‌وتحلیل طرح‌های مکانیزاسیون مبین آن است که فعالیت‌های بسیار انرژی بر[1] و فعالیت‌های بسیار کنترل بر[2] اولین فعالیت‌های کشاورزی هستند که مکانیزه می‌شوند. فعالیت‌های بسیار انرژی بر در کشاورزی شامل حمل‌ونقل، آسیاب کردن، پمپاژ آب، آماده‌سازی زمین، خرمن‌کوبی و فعالیت‌های مشابه است که به انرژی بسیار زیادی نیاز دارند و فعالیت‌های بسیار کنترل بر در کشاورزی شامل کاشت، وجین کردن، دفع آفات، بوجاری و این قبیل فعالیت‌هاست. دولت‌ها نیز برای تسهیل و تسریع فرایند مکانیزاسیون با اهدافی چون افزایش تولید، سودآورتر کردن فعالیت‌های کشاورزی از طریق کاهش هزینه‌های تولید، کاهش سختی کار کشاورزی و افزایش جذابیت آن برای سرمایه‌گذاری به اعمال سیاست‌های مکانیزاسیون می‌پردازند. حجم سیاست‌های

[1] Power Intensive Operations
[2] Control Intensive Operations

تسهیل‌کننده مکانیزاسیون در یک کشور به عواملی همچون جمعیت، تولید ناخالص داخلی، سطح دستمزدها، فقر روستایی، اهداف مکانیزاسیون و سیاست‌های کلان کشور بستگی دارد.

البته سرعت مکانیزاسیون به ویژگی‌های عمومی کشاورزی همچون تعداد بهره برداری‌ها، انداز بهره‌برداری‌ها و شکل‌های هندسی آن‌ها، الگوی کشت، روش تولید، میزان مصرف نهاده و تولید محصول، سطح توان ماشینی مزرعه، بودجه‌های زراعی و دامی، سطح درآمد کشاورزان و درآمد غیر کشاورزی بهره‌برداران نیز بستگی دارد (Clarke, 1997).

آثار مکانیزاسیون بر کشاورزی را عمدتاً به دودسته اقتصادی و زیست‌محیطی تقسیم می‌کنند که آثار اقتصادی شامل اثر بر کارایی[3] فعالیت‌ها، اثر بر اشتغال و اثر بر توزیع درآمد است. مکانیزاسیون با کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، تبدیل زمین‌های متروک و بایر به زمین‌های حاصلخیز ، به‌صرفه کردن استفاده از برخی آبخیزها با به‌کارگیری پمپ‌های آبیاری و افزایش ضریب کشت فرصت‌های جدید تولید ایجاد کرده است.

در خصوص اثر مکانیزاسیون بر اشتغال ، با توجه به اینکه برخی معتقد به اثر منفی مکانیزاسیون بر اشتغال هستند، به ذکر این نکته اکتفا می‌گردد که به عقیده کلاین مکانیزاسیون کشاورزی مادامی‌که با برنامه‌ریزی و به میزان لازم انجام شود ،(Cline, 1977) می‌تواند زمینه‌ساز افزایش اشتغال باشد و چنانچه بیش از میزان مطلوب (که در نظام‌های بهره‌برداری مختلف، متفاوت است) انجام شود، موجب کاهش اشتغال خواهد شد .

تطابق نداشتن ترکیب توان تراکتورهای موجود با زمین‌های کشاورزی

یکی از مشکلات مکانیزاسیون، انطباق نداشتن ترکیب تراکتورهای موجود با ساختمان و بافت خاک، نوع محصولات و شرایط کشاورزی ایران همچون اندازه بهره‌برداری‌هاست. 85درصد تراکتورهای موجود از گروه تراکتورهای متوسط باقدرت اسمی حدود / نزدیک 75قوه اسب و نیروی کششی ۵۵ قوه اسب هستند و بدین ترتیب انجام دادن عملیاتی مانند خاک‌ورزی‌های اولیه، بخصوص شخم عمیق و آماده‌سازی مطلوب خاک، عملاً ناممکن است.

خسارات ناشی از کمبود ماشین‌آلات و استفاده از ماشین‌آلات مستهلک

خسارات ناشی از کمبود ماشین‌آلات، استفاده از ماشین‌آلات فرسوده، نامناسب بودن ماشین‌آلات و سایر مشکلات در هر یک از مراحل کاشت، داشت و برداشت بسیار چشمگیر است. به‌عنوان‌مثال به موارد زیر به‌طور مختصر اشاره می‌گردد:

۱) انجام ندادن به‌موقع عملیات کاشت، داشت و برداشت و افزایش ضایعات

میزان ضایعات در زود کاشت و یا دیر کاشت به‌طور متوسط حدود سه برابر ضایعات در زمان مناسب کاشت است. هرچقدر تعداد ماشین‌آلات کمتر باشد، موارد زود کاشت و دیر کاشت افزایش می‌یابد و درنتیجه، به میزان ضایعات افزوده می‌گردد .

۲) افزایش هزینه عملیات زراعی

[3] Efficiency Effects

عمر مفید تراکتور بر اساس منابع و مراجع علمی ، معادل ۱۰ هزار ساعت یا ۱۰ سال با کارکردی برابر هزار ساعت در سال است. اگرچه پس از سپری شدن عمر مفید و اقتصادی یک تراکتور، با تعمیر و بازسازی دوباره، استفاده از آن امکان‌پذیر است، اما این امر توجیه اقتصادی ندارد. بر اساس تحقیقات انجمن مهندسان کشاورزی امریکا، هزینه تعمیرات تراکتور در ۵۰۰۰ ساعت کارکرد اولیه ۳۰ درصد قیمت آن و در ۵۰۰۰ ساعت دوم ۹۰ درصد قیمت خرید خواهد بود. به عبارتی، با افزایش عمر آن، هزینه تعمیرات تراکتور با روندی شتابناک افزایش می‌یابد. مسلماً استفاده از تراکتور بعد از پایان عمر مفید آن، هزینه‌های تعمیرات بسیار در پی خواهد داشت .

با توجه به مطالبی که در بالا ذکر شد، و برای اینکه بتوان مشکلاتی که در بخش کشاورزی وجود دارد همانند محدودیت منابع، لزوم انجام فعالیت‌ها در زمان مناسب خود و کاهش هزینه‌ها مرتفع ساخت، فعالیت‌های کشاورزی باید به‌صورت علمی و مناسب با استفاده اصول و علم کنترل پروژه طرح‌ریزی گردند. در همین راستا در ادامه مطلب به‌صورت مختصر در مورد نحوه و چگونگی طرح‌ریزی یک پروژه کشاورزی و آشنایی با انواع مختلف آن مطالبی آورده شده است.

نتایج و بحث

برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه

شرح و بسط این حوزه از سال 1917 میلادی با ابداع نمودار گانت شروع شد و دهه‌های 1950 تا 1970 سرعت بیشتری گرفته است . امروزه هزاران روش گوناگون، برای مسائل برنامه‌ریزی پروژه ابداع شده و هنوز در حال گسترش است .این روش‌ها شامل روش‌های دقیق، مدل‌های ریاضی، روش‌های ابتکاری و فرا ابتکاری هستند .در مرحله طرح‌ریزی و اجرای پروژه‌ها از وظایف مهم و پر چالش مدیریت پروژه، زمان‌بندی مناسب و کارایی امور و فعالیت‌هاست. وقتی پروژه به اجزای کوچک‌تر و فعالیت‌ها تقسیم می‌گردد و تک‌تک آن‌ها قبل از اجرا، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی می‌شوند، ناخودآگاه تعهدی نسبت به انجام فعالیت‌ها طبق برنامه زمان‌بندی‌شده در گروه پروژه ایجاد می‌شود که این تعهد مانع به تأخیر افتادن پروژه می‌گردد.

مدیریت پروژه

قدمت مدیریت پروژه‌ها بدون در نظر گرفتن دانش مدیریت پروژه، به حداقل 4500 سال پیش‌برمی گردد. سازندگان اهرام مصر و معابد مایا در امریکای مرکزی، اغلب اولین مدیران پروژه دنیا محسوب می‌شوند. بحث مدیریت پروژه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، کنترل و مدیریت زمان، منابع و هزینه فعالیت‌های پروژه است که در میان آن‌ها زمان اهمیت بیشتری دارد. نمونه‌ای از این پروژه‌ها که در آن‌ها از فن مدیریت پروژه استفاده شد عبارت‌اند از : پروژه منهتن که به ساخت اولین بمب اتمی منجر شد، برنامه سفر آپولو به ماه و طراحی ایرباس.

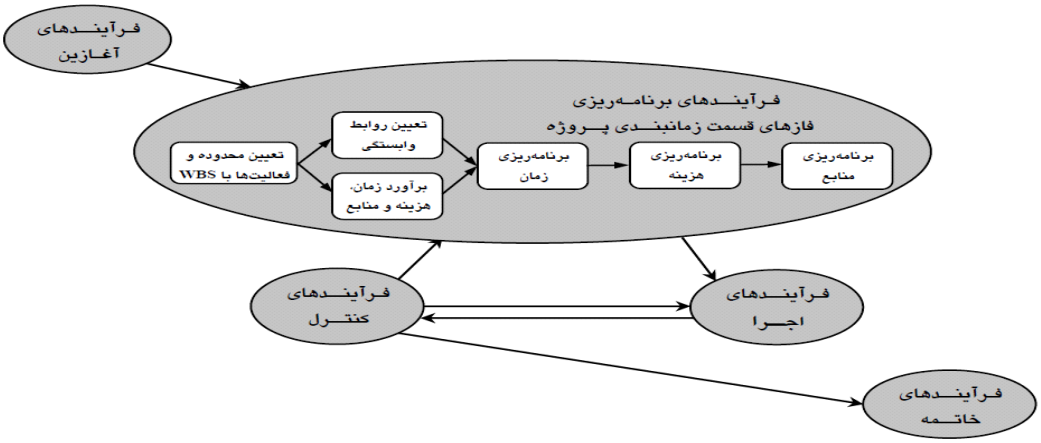
مدیریت پروژه با دیدگاه امروزی به برنامه‌ریزی، کنترل و مدیریت پروژه‌هایی اطلاق می‌شود که دارای شش ویژگی اصلی زیر باشند :

- یک کار منحصربه‌فرد، جدید و غیرتکراری باشد.

- برای تحقق یک نتیجه عینی انجام شود که بعد از اتمام پروژه این نتیجه در قالب یک محصول، ارائه خدمت یا تعهد باید به‌طور مشهود قابل تحویل باشد.
- برای تحقق نتیجه باید بتوان پروژه را به بسته‌های کاری مشخص، غیرتکراری و گسسته‌ای تقسیم نمود که هر یک از آن‌ها دارای زمان محدودی بوده و روابط وابستگی خاصی بین آن‌ها حاکم است.
- موقتی باشد، یک نقطه شروع و پایان مشخص داشته و زمان آن نامحدود نباشد.
- هر یک از این بسته‌های کاری یا فعالیت‌ها نیازمند منابع کاری و مصرفی مختلفی هستند.
- بودجه پروژه محدود و قابل پیش‌بینی است و باید یک حمایت‌کننده مالی داشته باشد.

فرآیندهای مدیریت پروژه

استاندارد PMBOK مراحل انجام پروژه را به 5 فرآیند اصلی تقسیم می‌کند که مطابق شکل باهم در ارتباط هستند .در این فرآیندها خروجی یک فرآیند ورودی یک فرآیند دیگر است اما لازم نیست یک فرآیند حتماً به اتمام برسد تا فرآیند دیگر شروع شود .در مرحله طرح‌ریزی و اجرای پروژه‌ها یکی از وظایف پر چالش مدیریت پروژه، زمان‌بندی فعالیت‌ها است .زمان‌بندی پروژه مهم ترین قسمت از فرآیندهای برنامه‌ریزی پروژه بوده که به‌طورکلی در شش فاز اصلی به شرح شکل زیر کامل می‌گردد:



شکل ۱: فرایندهای مدیریت پروژه

ساختار شکست کار

در یک پروژه بزرگ با تعداد فعالیت‌های زیاد، تهیه فهرستی از فعالیت‌ها که باید انجام شود مشکل خواهد بود و حتی ممکن است برخی از فعالیت‌ها از قلم بیفتد .در چنین مواقعی بهتر است از روش سلسله مراتبی، برای تهیه فهرست فعالیت‌ها استفاده شود. بدین ترتیب که ابتدا یک فعالیت مادر به‌عنوان نام پروژه تعریف نموده و در سطح بعدی فعالیت‌های اصلی پروژه تعریف گردد، سپس زیر فعالیت‌های هر فعالیت اصلی تعیین و به همین ترتیب در صورت نیاز زیر فعالیت‌های هر فعالیت از سطح قبلی تعریف شود. آخرین فعالیت‌هایی که به سطح ساختار بعدی گسترش نیافته‌اند، فعالیت‌های پروژه را تشکیل می‌دهند. شناسایی فعالیت به

این روش را «ساختار شکست کار پروژه» یا به‌اختصار WBS می‌گویند. هدف از انجام این کار، شناسایی فعالیت‌های پروژه و تعیین محدوده پروژه هست.

شکل ۲: نمودار WBS با نمایش کد فعالیت ها

تعیین روابط وابستگی فعالیت‌ها

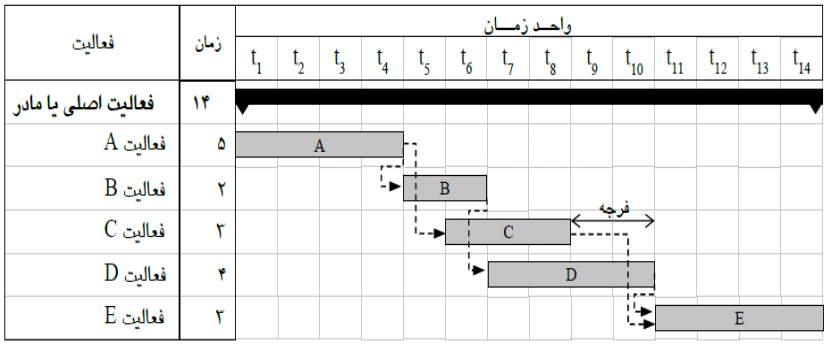
منظور از تعیین روابط وابستگی، تعیین فعالیت‌های پیش‌نیاز هر فعالیت و روابط وابستگی بین آن‌هاست .بین فعالیت‌ها ممکن است دو نوع رابطه وابستگی وجود داشته باشد:

- وابستگی‌های طبیعی: دو فعالیت ممکن است به‌طور طبیعی و منطقی به یکدیگر وابسته باشند، برای مثال در پروژه تولید گندم تا هنگامی‌که فعالیت شخم‌زنی انجام نشود، فعالیت دیسک زنی انجام نخواهد شد.
- وابستگی‌های امکانی: به علت محدودیت در منابع ایجاد می‌شوند .معمولاً در برنامه‌ریزی پروژه در نظر گرفته نمی‌شود چون در برنامه‌ریزی تخصیص منابع به‌طور خودکار حل می‌شوند.

در زمان‌بندی پروژه، تقدم و تأخر فعالیت‌های (وابستگی فعالیت‌های) پروژه را می‌توان به‌وسیله **نمودار گانت** یا **مدل‌های شبکه‌ای** نمایش داد.

نمودار گانت

اولین ملاحظات علمی برای دست‌یابی به روش‌های برنامه‌ریزی، در جریان عملیات نظامی جنگ جهانی اول، در سال 1917 توسط هنری گانت به عمل آمده است .این نمودار که بعدها به نمودارهای گانت و میله‌ای مشهور شد، از ساده‌ترین نمودارها برای نشان دادن زمان آغاز و پایان فعالیت‌ها می‌باشند و هنوز هم در بسیاری از سازمان‌ها به‌عنوان تنها روش برنامه‌ریزی مورداستفاده قرار می گیرند .در نمودار گانت که نمونه‌ای از آن در شکل زیر نشان داده شده است، زمان هر فعالیت به‌صورت یک میله‌ی افقی که طول آن متناسب با مدت فعالیت است، در مقابل فعالیت نشان داده می‌شود .پس از رسم نمودار گانت توالی فعالیت‌ها و زمان اتمام پروژه به‌وضوح مشخص می‌شود .برای نمایش فعالیت‌ها به‌وسیله نمودار گانت باید زمان انجام فعالیت‌ها برآورد شده باشد .در نمودار گانت برای تمییز فعالیت‌های مادر از فعالیت‌های پروژه، معمولاً فعالیت‌های مادر با میله‌های توپر یا تیره نمایش داده می شوند.



شکل۳ : نمایش نمودار گانت

اگرچه مهم‌ترین مزیت نمودار گانت فهم ساده آن است، اما سه اشکال اساسی دارد:

- ابزاری قدرتمند برای محاسبات زمانی نیست.
- در به هنگام سازی زمان‌ها فاقد انعطاف است.
- برای تصمیم‌گیری‌های هم‌زمان پروژه (منطق اجرا، زمان‌بندی و تخصیص منابع) مناسب نیست.

برنامه‌ریزی شبکه‌ای

شبکه‌ها ازجمله متداول‌ترین ابزار نمایش و تحلیل فعالیت‌های پروژه محسوب می‌شوند که دارای قابلیت‌های محاسباتی قدرتمندی می‌باشند .مدل‌سازی مبتنی بر شبکه، تحلیل‌گر را قادر می‌سازد که ساختاری مفید و کارا از سیستم موردنظر ارائه داده و به تحلیل آن بپردازد .دقت در تهیه تنظیم شبکه با ساختاری صحیح و منطقی که نمایانگر اهداف پروژه و دربرگیرنده محدودیت‌های فنّاوری منابع و امکانات باشد، باعث می‌شود که سایر امور طرح‌ریزی به‌صورت قابل‌اطمینان و دقیق عملی شوند.

شبکه‌ها به دو سیستم معروف گرهی و برداری رسم می‌گردند:

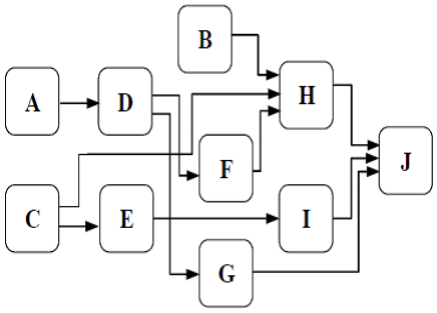
۱) *شبکه‌های گرهی یا سیستم فعالیت روی گره(**AoN**)*

ساده‌ترین نحوه رسم شبکه، شبکه گرهی با سیستم نمایش فعالیت‌ها روی گره است که به‌اختصار شبکه‌های AoN نامیده می‌شوند . در این نوع شبکه‌ها هر فعالیت به‌صورت یک گره که معمولاً به شکل مستطیل است و روابط بین آن‌ها با پیکان‌های توپر نشان داده می‌شوند .اطلاعات مربوط به هر فعالیت در گره مربوطه نشان داده می‌شود و پیکان‌ها فقط وابستگی بین فعالیت‌ها را مشخص می کنند.

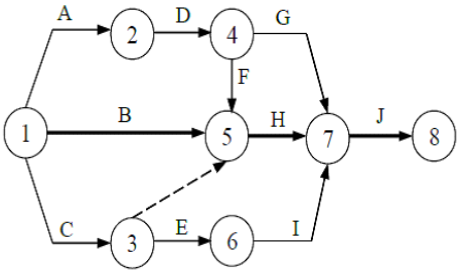
۲) *شبکه‌های برداری یا سیستم فعالیت روی کمان(**AoA**)*

در شبکه‌های برداری(AoA)، پروژه به‌صورت یک مدل متشکل از یکسری پیکان و گره یا دایره نشان داده می‌شود .هر پیکان نشان دهنده یک فعالیت و هر گره نمایشگر یک رویداد است .طول پیکان هیچ مشخصه‌ای از فعالیت را نشان نمی‌دهد اما جهت پیکان نشان‌دهنده پیشرفت زمان، صرف هزینه یا کاربرد منابع کاری است که حالت برداری ندارد .در این شبکه‌ها فعالیت‌های پروژه به روش‌های نوشتن شرح یا کد فعالیت روی پیکان یا شناسایی با شماره رویداد شروع و ختم فعالیت شناسایی می‌شوند .در شبکه

های برداری (AoA)، رویداد یک لحظه زمانی را تشکیل داده که فقط شروع و پایان فعالیت را نشان می‌دهد و نیاز به زمان، منابع و هزینه ندارد.



شکل ٤: شبکه‌های گرهی



شکل ٥ : شبکه‌های برداری

روش مسیر بحرانی(CPM)

مدل شبکه‌ای CPM از قوانین شبکه‌های AoA تبعیت می‌کند که سعی در شناسایی فعالیت‌های بحرانی پروژه دارد. برای شناسایی فعالیت‌های بحرانی، ابتدا باید محاسبات زمانی فعالیت‌ها انجام شود. محاسبات زمانی در شبکه‌هایCPM ، در دو مرحله «مسیر پیش‌رو» (مسیر محاسبه زودترین زمان شروع و پایان فعالیت‌ها) و «مسیر پس‌رو» (محاسبه دیرترین زمان شروع و پایان فعالیت‌ها) انجام می‌شود. این محاسبات را می‌توان به‌صورت جدول و یا روی شبکه نمایش داد. فعالیت‌های بحرانی فعالیت‌هایی هستند که هیچ تأخیری در زمان انجام این فعالیت‌ها جایز نیست. شناسایی فعالیت‌های بحرانی از این نظر مهم است که کوچک‌ترین تأخیر در زمان شروع یا پایان آن‌ها باعث به تأخیر افتادن زمان کل پروژه می‌گردد. مسیری که از فعالیت‌های بحرانی تشکیل شده باشد، «مسیر بحرانی» نامیده می‌شود.

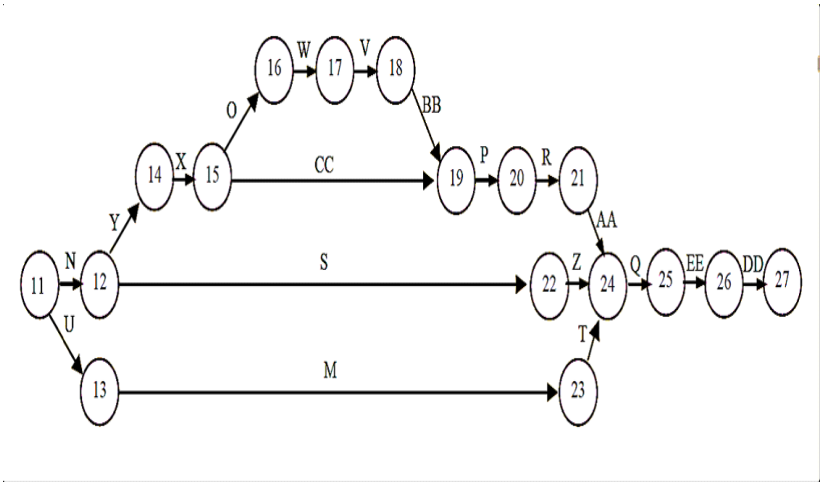
شبکه‌های پیش‌نیازی(PN)

یکی از محدودیت‌های شبکه‌های برداری AoA این است که در آن‌ها تنها یک رابطه وابستگی مجاز دانسته شده و آن اینکه شروع هر فعالیت فقط وقتی ممکن است که کلیه فعالیت‌های پیش‌نیازی آن پایان یافته باشند. اما در عمل نمی‌توان تمام روابط موجود بین فعالیت‌ها را با این نوع رابطه وابستگی نشان داد. برای حل این مشکل ، فنون شبکه‌های پیش‌نیازی (PN) توسعه یافته‌اند که در آن انواع روابط وابستگی بین فعالیت‌ها تعریف‌شده است. نحوه نمایش شبکه PN به روش AoN است.

فن ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها (PERT)

PERT، پرکاربردترین تکنیک مدیریتی جهت برنامه‌ریزی و هماهنگی پروژه‌های بزرگ به شمار می‌رود. محاسبه میزان احتمال پایان فعالیت در زمان پیش‌بینی‌شده، تعیین فعالیت‌های ضروری برای انجام پروژه که حتماً باید به‌موقع انجام شود و پیش‌بینی بروز

تغییرات احتمالی در روند اجرای برنامه از جمله اهداف به‌کارگیری شبکه‌های PERT می‌باشد. روش PERT نیز همچون روش CPM از قوانین مدل شبکه‌های برداری (AoA) بهره می‌برد.

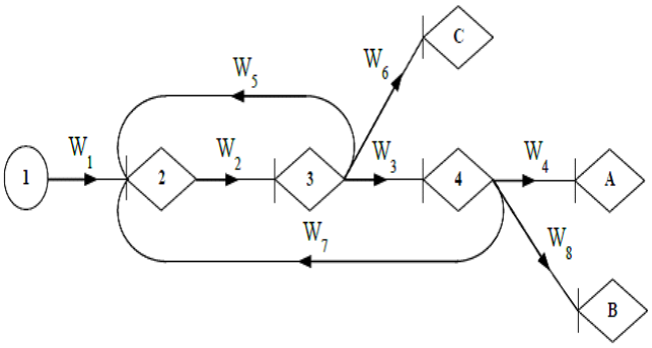


شکل ٦: نمونه‌ای از یک شبکه پرت

اگرچه شبکه‌های CPM و PERT شباهت‌های زیادی به هم دارند ولی با توجه به قابلیت‌هایشان در شرایط مختلف به کار می‌روند. روش CPM برای برنامه‌ریزی پروژه‌هایی کاربرد دارد که در آن‌ها طول مدت انجام و زمان پایان فعالیت‌ها مشخص است و برای انجام هر فعالیت فقط یک محدوده زمانی در نظر گرفته می‌شود؛ درحالی‌که PERT برای پروژه‌هایی استفاده می‌شود که در آن‌ها طول مدت انجام و زمان پایان کار فقط به‌طور تقریب قابل برآورد است و زمان انجام هر فعالیت از ابتدا احتمالی در نظر گرفته می شود.

روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها(GERT)

تکنیک ارزیابی و بازنگری گرافیکی (GERT) روشی مرکب از تئوری فلوگراف، تابع مولد گشتاور و PERT جهت حل مسائلی می باشد که دارای فعالیت‌های احتمالی با زمان‌های احتمالی است .شکل زیر نمونه‌ای از شبکه GERT را نمایش می‌دهد که مانند شبکه های برداری (AoA) هر فعالیت با یک پیکان یا شاخه نشان داده می‌شود .در رسم شبکه‌های GERT از شکل‌های مختلف گره برای نشان دادن نوع رویداد استفاده می‌شود .یک گره متشکل از دو وجه ورودی و خروجی می‌باشد که از ترکیب سه نماد ورودی (یای خاص، یای عام، AND و دو نماد خروجی) قطعی و احتمالی، شش نوع گره به وجود می‌آید.



شکل ۷: نمونه‌ای از یک شبکه گرت

تحقیقات صورت گرفته در این زمینه

فهیمی فرد و کهخا(2009)، زمان‌بندی پروژه در کشاورزی را برای تثبیت 100 هکتار باغ انگور در مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه زابل مطالعه کردند. آن‌ها این مطالعه را به‌وسیله مدل‌های شبکه‌ای CPM و PERT انجام دادند و نتایج به دست آمده را با حالت عادی مقایسه کردند. حداقل زمان تکمیل پروژه در حالت عادی 390 روز بود، اما با استفاده از مدل شبکه‌های PERT این مدت زمان به 365کاهش پیدا کرد. درحالی‌که احتمال تکمیل پروژه در مدت زمان‌های کمتر از 390 روز یعنی380 ، 370 و 365 روز به ترتیب99.8% ، 84.14%و 52.43% بود. نتایج روش CPM نیز نشان داد که میزان هزینه پروژه در 365 روز530 ، 643 و 23 ریال کم‌تر شده است. منجزی و همکاران(2012) ، نیز برای زمان‌بندی ساخت‌وساز گلخانه مکانیزه در استان خوزستان از روش شبکه‌ای PERT استفاده کرده و اثربخشی مدل‌های شبکه‌ای در زمان‌بندی پروژه را نتیجه گرفتند.

داودی (1378) چگونگی استفاده از روش PERT را برای مدل‌سازی و طرح‌ریزی پروژه‌های تحقیقاتی-صنعتی مورد بررسی قرار داد. ایشان بعد از پیاده‌سازی شبکه‌های PERT برای ساخت پره توربین در مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی، بیان می‌کند که مدل شبکه ای PERT ضمن انعطاف‌پذیری بالا، امکان ارائه مدل واقعی‌تری از مسئله و نمایش بهتری از روابط موردنیاز در پروژه را به وجود آورده است، به‌طوری‌که امکان برنامه‌ریزی ماشین‌ها، تجهیزات و بودجه‌بندی پروژه با اطمینان و دقت بیشتری صورت می‌گیرد.

عبدی (1388) با هدف بررسی امکان استفاده از فنون شبکه‌ای برای زمان‌بندی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی در دشت تبریز، به برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه‌های مکانیزاسیون با استفاده از شبکه‌های GERT پرداخت .ایشان زمان‌بندی چند محصول از جمله یونجه، گندم، جو و کلزا را با استفاده از فنون شبکه‌ای انجام داد. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که روش شبکه‌ای قابلیت برنامه ریزی و زمان‌بندی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی را داشته و مدل‌های شبکه‌ای ابزار یا تکنیک بسیار توانمندی برای مدل‌سازی، طرح‌ریزی، زمان‌بندی،کنترل و آنالیز پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی می‌باشد.

دادرس آلارلو (1391) طرح‌ریزی پروژه مکانیزاسیون دو محصول گندم و ذرت دانه‌ای را به کمک شبکه‌های PERT انجام داد و نتیجه گیری کرد که مدل شبکه‌ای حاصل، دید روشنی برای مدیر پروژه جهت اتخاذ تصمیمات به‌موقع فراهم می‌آورد تا در مرحله اجرا طبق برنامه‌ریزی پروژه پیش رفته و بتواند محصول را در زمان مطلوب به‌صورت مکانیزه و با بهره‌وری بالا تولید نماید.

شریفی و همکاران(1393) ، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه مکانیزاسیون تولید جو با استفاده از مدل شبکه‌ای PERT را در استان البرز مورد مطالعه قرار دادند و به نتایج زیر دست یافتند:

شبکه پرت ترسیم شده توانای تجزیه‌وتحلیل جوانب گوناگون پروژه را دارد و امکان پاسخ‌گویی به سؤالاتی چون زودترین و دیرترین زمان وقوع رویداد، واریانس و فرجه هر یک از رویدادها، زمان مورد انتظار اتمام پروژه و مانند این‌ها را به‌سادگی فراهم می‌کند. زودترین زمان تولید مکانیزه جو 228.20 روز به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که با احتمال 99% عملیات تولید محصول جو در استان البرز در کمتر از 240 روز (دوره کشت جو) به پایان می‌رسد.

در پروژه زمان‌بندی مکانیزاسیون تولید جو، فرجه اکثر فعالیت‌ها صفر است بدین معنی که این فعالیت‌ها طبق برنامه زمان‌بندی پیش می‌رود و منابع به خوبی اختصاص یافته اند.

در صورت لزوم و به‌منظور کاهش زمان و هزینه‌ها، امکان تغییر در شبکه به‌آسانی فراهم می‌شود.

حور زاده (1393) در بررسی مدل‌سازی و برنامه‌ریزی تخصیص منابع و موازنه هزینه-زمان پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی با شبکه‌های PERT ، بدین نتیجه رسیده است که مدل‌های شبکه‌ای روابط موردنیاز بین فعالیت‌های پروژه را به‌خوبی نمایش داده و سبب انعطاف‌پذیری برنامه در به هنگام سازی پروژه و اتخاذ تصمیمات منطق اجرا، زمان‌بندی و تخصیص منابع می‌شود و هم چنین مدل شبکه‌ای PERT قابلیت مدل‌سازی و زمان‌بندی فعالیت‌های پروژه مکانیزاسیون کشاورزی را دارد. تخمین زمان انجام فعالیت‌ها با کمک شبکه‌های PERT سبب دخالت عامل احتمال در محاسبات زمانی می‌شود که ضمن زمان‌بندی دقیق‌تر پروژه، محاسبه احتمال وقوع رویدادهای یک فعالیت را میسر می‌گرداند.

نتیجه‌گیری

با توجه به مسائل مطرح شده می‌توان نتیجه گرفت که طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی، باعث انجام عملیات در زمان مطلوب، تولید محصول زراعی با بهره‌وری و کیفیت بالا و امکان برنامه‌ریزی منابع با اطمینان و دقت بیشتر می شود.

منابع مورد استفاده

۱. امجدی ا، چیذری ا. ۱۳۸۵. وضعیت مکانیزاسیون کشاورزی در ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال چهاردهم، شماره ۵۵.
۲. حور زاده هشجین، ا .۱۳۹۳. مدل‌سازی و برنامه‌ریزی تخصیص منابع و موازنه هزینه -زمان پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی با شبکه‌های PERT ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
۳. دادرس آلارلو، ف .۱۳۹۱. برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه‌های مکانیزاسیون کشاورزی با شبکه‌های PERT ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
٤. داوودی، ع .۱۳۷۸. به‌کارگیری روش PERT در برنامه‌ریزی پروژه‌های تحقیقاتی صنعتی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی . پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.

۵. سبزه پرور، م.۱۳۹۲ .کنترل پروژه به روش گام به گام .چاپ هفدهم .انتشارات ترمه.

٦. شریفی، م .۱۳۹۲ .برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه مکانیزاسیون تولید جو با استفاده از مدل شبکه‌ایPERT ، مهندسی بیوسیستم ایران .دوره ٤٥ .شماره .1 بهار و تابستان ۹۳ .ص ۱۱–۲۲

7. Abdi, R., Ghasemzadeh, H.R., Abdollahpour, Sh. & Dabbaghnasab, A. (2009). Modeling and Analysis of Alfalfa Mechanization Project Process by GERT Networks. Knowledge of Sustainable Agriculture, 1(19), 157-169.
8. Abdi, R., Ghassemzadeh, H.R., Abdollahpour, Sh., Sabzehparvar, M. & Dabbaghnasab, A. (2010). Modeling and Analysis of Mechanization Projects of Wheat Production by GERT Networks. Agricultural Sciences in China, 9(7), 101-105
9. Clarke, L.J. (1997), Agricultural mechanization strategy formulation: Concepts and methodology and the roles of the private sector and the government.
10. Cline, W.R. (1977), Policy instruments for rural income distribution. In Frank, C.R.Webb, R.C., ed., income distribution and growth in the less developed countries, The Brookings Inst, Washington DC.
11. Demeulemeester, E.L. and W.S.Herroelen. 2002. "Project Scheduling (A Research Handbook)" Department of Applied Economics, Katholieke Universiteit, Leuven Belgium, Kluwer Academic Publishers.
12. Ellis, F. (1990), Agricultural policies in Developing Countries, Cambridge: Cambridge University Press.
13. Fahimifard, S.M. and A.A. Kehkha. 2009. "Application of project scheduling in agriculture (Case study: Grape Garden Stabilization)". Am-Euras Journal, Agric. Environ. Sci., 5 (3): 313-321.
14. Fan, S. (1991), Effects of technological change and institutional reform on production growth in Chinese agriculture, Amer. T. Agr. Econ., 266-75.
15. Pritsker, A.A.B., L.J. Watters and P.M. Wolfe. 1969. "Multi Project Scheduling with Limited Resources: A Zero-One Programming Approach". Management Science, 16: 93-108.
16. Witney, B. 1988. "Choosing and Using Farm Machines. Edinburgh, Scotland, UK: Land Technology Ltd.

Agricultural Mechanization and Agricultural Planning Projects with Project Management Techniques

Abstract

Agriculture operations such as tillage, planting, spraying and harvesting have a limited time for be done. If this operation is not performed at the right time to cause a lost in the quantity and quality and thus timeliness costs generation. Therefore agriculture projects are needed to planning and scheduling such as industrial projects. This article to emphasis that the scientifically planning the agriculture projects and result was on-timely establishing agriculture operations and generation of efficiently production.

Keywords: Agricultural Mechanization, Project Control, Project Scheduling.