

تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی با نرم افزار Lingo (مطالعه موردی: منطقه حنا - سمیرم)

پیمان مختاری مطلق^۱، حسین شریفان^۲

۱. کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، شرکت آب منطقه‌ای اصفهان

Peymokhtari@yahoo.com

۲. استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

H_Sharifan47@yahoo.com

چکیده:

وجود دوره‌های خشکسالی اخیر در ایران، کمبود آبدهی رودخانه‌ها در ماه‌های مورد نیاز و افزایش نیاز به تولید محصولات کشاورزی باعث بروز چالش‌های در بهره‌برداری بهینه از منابع آب گردیده است. با توجه به اینکه آب مورد نیاز منطقه از شبکه آبیاری حنا تأمین می‌گردد، تکافوی نیاز آبی گیاهان در اراضی کشاورزی را به طور کامل نمی‌کند، گیاهان دچار تنش آبی و در نهایت کاهش محصول خواهند گردید. در این مطالعه هدف‌های مورد بررسی عبارت از استفاده‌ی کمتر از نهادهای زمین و آب، کمینه کردن هزینه‌های متغیر تولید و بیشینه کردن سود ناخالص مزرعه توسط برنامه بهینه‌سازی Lingo بود. بر اساس نتایج در الگوی بهینه دو محصول یونجه در کشت ابتدایی و آفتابگردان در کشت دوم سال زراعی جای گرفتند و محصولات دیگر نظیر گندم، جو و ذرت علوفه‌ای از الگوی بهینه حذف شدند.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، بهینه، سود، هزینه، Lingo.

مقدمه:

در مناطق خشک و نیمه خشک مانند اکثر نقاط ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی می‌باشد. بنابر این مهمترین مسئله در رفع چالش‌ها در مدیریت آب عبارت است از ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب است. با توجه به اینکه ارزش اقتصادی آب ارتباط مستقیمی با الگوی کشت محصولات زراعی و تراکم آنها داشته و این الگو طی سال‌های بهره برداری دستخوش تغییرات زیادی می‌شود، بایستی با بررسی این تغییرات در کلیه مناطق کشور، وضعیت موجود آب از نظر الگو و تراکم با شرایط پیشنهادی مقایسه گردد. فعالیت‌های کشاورزی از شاخص‌های مهم توسعه در کشورهایی همچون ایران محسوب می‌گردد. هرگاه تخصیص منابع در سطح تولید کنندگان و بنگاه‌های اقتصادی به حالت غیر بهینه‌ای صورت گیرد، نمی‌توان انتظار داشت که منابع در سطح کلان به صورت کارا تخصیص یابد. در کشاورزی یافتن الگوی کشت زراعی بهینه با هدف کسب سود خالص حداکثر و با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی مانند منابع آب، خاک، نیاز منطقه، قیمت تمام شده و غیره، پیچیده بوده و با روش‌های معمول مانند سعی و خطا نمی‌توان یقین نمود که آیا ترکیب کشت پیشنهادی دارای حداکثر سود دهی خواهد بود یا نه. زیرا عملاً بینهایت ترکیب کشت را باید مورد آزمون قرار داد. در برنامه ریزی کشاورزی و تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در یک واحد کشاورزی و یا در یک منطقه خاص از برنامه ریزی ریاضی استفاده می‌شود. هدف برنامه ریزی خطی به حداکثر و یا به حداقل رساندن تابع هدف مدیر مزرعه با در نظر گرفتن تعدادی از محدودیت‌ها (منابع در دسترس) و متغیرهای تصمیم (فعالیتها) به طور همزمان می‌باشد.

بررسی منابع نشان می‌دهد که در زمینه استفاده از مدل‌ها برای بهینه سازی در زمینه‌های مختلف از جمله مدیریت منابع آب و تعیین الگوی بهینه کشت مورد استفاده واقع شده است. اسدپور و همکاران (۱۳۸۴) نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه سازی الگوی کشت را برای یک دشت در زیر حوزه هراز مورد بررسی قرار داده‌اند و نتیجه گرفتند که با ایجاد انعطاف در آرمان‌ها در مدل فازی، منابع به نحو بهتری تخصیص می‌یابند و سطح زیر کشت توسعه پیدا می‌کند. قدمی و همکاران (۱۳۸۵) بهینه سازی بهره برداری از سیستم‌های چند مخزنی منابع آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این بررسی یک مدل الگوریتم ژنتیک قطعی جهت بهره برداری بهینه از یک سیستم چند مخزنی منابع آب در شمال خراسان به جهت مصارف کشاورزی تدوین شده است. دهقانی و نخجوانی (۱۳۸۵) کاربرد شاخص کارایی مصرف آب و تابع عملکرد در تعیین الگوی کشت با هدف افزایش کارایی مصرف آب را برای دو محصول گندم و ذرت مورد بررسی قرار داده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که اولویت کشت گندم باید در مناطقی باشد که با مصرف آب به میزان ۳۰۰ میلی‌متر، حدود ۱/۵ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود و کشت ذرت نیز در مناطقی از ایران قابل توصیه است که با مصرف آب به میزان ۶۰۰ میلی‌متر، کارایی آب محصول ذرت در حدود ۱/۳ متر مکعب حاصل شود. قادری و همکاران (۱۳۸۵) برای بهره برداری بهینه تلفیقی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی دشت شهریار مدل‌سازی انجام داده و با استفاده از نتایج مدل زمان و مکان برداشت بهینه از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی را مشخص کرده‌اند.

چیدری و قاسمی (۱۳۷۸)، به بررسی و تعیین الگوی بهینه محصولات زراعی در یک مزرعه‌ی نماینده‌ی ۴۰ هکتاری در شهرستان اقلید استان فارس پرداختند. در این مطالعه هدف‌های مورد بررسی عبارت از استفاده‌ی کمتر از نهادهای زمین و آب، کمینه کردن هزینه‌های متغیر تولید و بیشینه کردن سود ناخالص مزرعه بود. بر اساس نتایج در الگوی بهینه دو محصول گندم و چغندر جای گرفتند و محصولات دیگر نظیر لوبیا، نخود و عدس از الگوی بهینه حذف شدند.

بیات (۱۳۷۸) به تعیین الگوی بهینه‌ی کشت در شرایط بهره برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیر زمینی در دشت برازجان پرداخت. نتایج نشان داد که بازده برنامه‌ای اجرای الگوی بهینه برای بهره برداری‌های شش و کمتر از شش هکتار و بهره برداری های بیش از شش هکتار به ترتیب ۳۳ و ۲۱ درصد نسبت به الگوی فعلی آنها افزایش خواهد یافت.

ترکمانی و صداقت (۱۳۷۸) با استفاده از برنامه ریزی ایجاد گزینه‌ها به تعیین الگوی بهینه‌ی زراعت و باغداری پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که سطح زیر کشت پسته در الگوی بهینه و تقریباً بهینه‌ی بهره بردار نماینده‌ی آب شیرین تفاوت معنی داری با وضعیت فعلی آن ندارد، اما در مورد بهره برداران دارای آب شور این سطح به گونه ای معنی دار بیش تر از سطح زیر کشتی است که بهره برداران به پسته اختصاص داده اند.

مواد و روش‌ها

بهینه سازی

بهینه سازی روشی است که بوسیله آن بهترین جواب ممکن برای یک مسئله با توجه به هدف تعیین شده و قیدهای موجود، که همه با توابع و روابط ریاضی مشخص شده‌اند، تعیین می‌شود. مسئله بهینه دارای یک تابع هدف و احتمالاً چندین قید می‌باشد که مجموعاً خصوصیات سیستم مورد نظر را در بر می‌گیرند.

روش‌های عمده برنامه‌ریزی ریاضی جهت بهینه سازی عبارتند از: برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی غیرخطی، برنامه ریزی پویا، برنامه ریزی اعداد صحیح، برنامه‌ریزی صفر و یک، روش مسیر بحرانی، روش تخصیص.

مشخصات محل انجام تحقیق

منطقه مورد مطالعه واقع در استان اصفهان، شهرستان سمیرم، روستای ترس آباد (حنا) می‌باشد. مساحت زمین زراعی در نظر گرفته شده ۱۱۵۰ هکتار می‌باشد. آب مورد استفاده از طریق شبکه آبیاری و زهکش سد حنا تأمین می‌شود. نوع سیستم آبیاری مزرعه سیستم آبیاری بارانی کلاسیک می‌باشد. از این مساحت حدود ۵۰۰ هکتار در سال گندم، ۴۵۰ هکتار جو، و الباقی حدود ۲۰۰ هکتار یونجه کشت می‌شود. در کشت دوم سویا و آفتابگردان به جمعاً میزان ۲۵۰ هکتار کشت می‌گردد.

بهینه سازی الگوی کشت

منابع آب موجود در منطقه، نیاز آبی گیاهان در اراضی کشاورزی را به طور کامل برآورده نمی‌کند و لذا گیاهان دچار تنش آبی و در نهایت کاهش محصول خواهند گردید. در نتیجه این نیاز احساس می‌شود که نحوه بهره برداری از منابع و چگونگی تخصیص آب بین گیاهان مختلف به نحوی بهینه شود که تأثیرات سوء کم آبی به حداقل ممکن برسد و از طرفی با توجه به قیمت محصول و هزینه‌ها بیشترین سود حاصل زارع شود.

بنابراین هدف از این مطالعه، ارائه یک الگوی کشت مناسب برای بیشینه کردن میزان محصول و درآمد و کمینه کردن هزینه‌هاست. برای این منظور از برنامه لینگو استفاده شد.

معرفی نرم افزار لینگو

LINGO ابزاری قدرتمند در جهت بهینه سازی خطی و غیر خطی، به منظور حل و تجزیه و تحلیل مدل‌های فرموله شده مسائل کوچک و بزرگ می‌باشد. بهینه سازی به شما کمک می‌کند بهترین نتیجه، بالاترین سود، خروجی یا رضایتمندی را به دست آورده، یا به کمترین هزینه، ضایعات یا ناراضیاتی برسید. اغلب این مسائل شامل استفاده موثر (به بهترین شکل ممکن) از منابع، شامل پول، زمان، ماشین آلات، کارکنان، موجودی و ... می‌باشد. مسائل بهینه سازی، بسته به اینکه آیا روابط بین متغیرها در مسئله خطی هستند یا نه، به دو دسته خطی و غیر خطی تقسیم بندی می‌شوند. این نرم افزار در واقع یک برنامه ریاضی است. ابزاری

ساده برای اجرای مثال‌های پیچیده و قدرتمند است که بکارگیری آن ساده و تنها با فرامین بسیار محدود کلیه کارهای مورد نظر کاربر را انجام می‌دهد و این امکان را فراهم می‌سازد که از قدرت بهینه‌سازی خطی و غیر خطی آن برای مسایل بزرگ استفاده و جواب‌ها را مورد تجزیه و تحلیل نمود. در ساده‌ترین سطح، انبوهی از متغیرهای مستقل یا متغیرهای وابسته را تنها با وارد کردن چند خط حل و در سطح پیچیده‌تر مدل‌های خیلی بزرگ و پیچیده را نیز که شامل توابع زیادی هستند به سادگی و روانی مدل‌های معمولی می‌توان بهینه نمود.

برای انجام این تحقیق، داده‌های هواشناسی، کشاورزی و اطلاعات شبکه آبیاری مزرعه از ادارات هواشناسی، جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای جمع‌آوری شده است. همچنین با پرسنل میدانی اطلاعات مورد نظر از کشاورزان منطقه جمع‌آوری شد.

با استفاده از داده‌های گردآوری شده توسط نرم افزار لینگو برای زمین مورد مطالعه میزان درآمد بیشینه با توجه به میزان آب آبیاری و مساحت زمین کشاورزی، مساحت زیر کشت هر محصول محاسبه گردید. مزرعه با سه محصول گندم، جو، و یونجه در کشت اول و در کشت دوم با دو محصول ذرت و آفتابگردان در نظر گرفته و توابع هدف و قیود آن به صورت زیر در نرم افزار نوشته شد.

تابع هدف: فرمولی است که بیان می‌کند دقیقاً چه چیزی می‌بایست بهینه شود.

B=تابع هدف در کشت اول

$$B = \sum(\text{crops}(i): (\text{ymax}(i) * RY(i) * (p(i) - \text{cost}(i)) * A(i)));$$

U=تابع هدف در کشت دوم

$$U = \sum(\text{CROPSS}(i): (\text{ymax}A(i) * RYA(i) * (pA(i) - \text{cost}A(i)) * AA(i)));$$

محدودیت‌ها: تقریباً بدون استثناء، بعضی حدود را روی مقادیر متغیرها در یک مدل (حداقل یک منبع محدود خواهد بود؛ از قبیل زمان، مواد خام، بودجه و ...) می‌توان در نظر گرفت. این حدود به شکل فرمول‌هایی که تابعی از متغیرهای مدل می‌باشند بیان شده، به عنوان محدودیت‌ها شناخته می‌شوند.

$$AT=1150; ECTOTAL=1; QMAX=2.5; VT=6; VT1=5; VT2=1; CAA=3;$$

$$ATOTAL=AT*10000; VTOTAL=VT*1000000; V1TOTAL=VT1*1000000; V2TOTAL=VT2*1000000;$$

$$(\text{crops}(i): A(i) > 0.0);$$

$$(\text{CROPSS}(i): AA(i) > 0.0);$$

$$(\text{crops}(i): A(i) < ATOTAL);$$

$$(\text{cropsS}(i): AA(i) < ATOTAL/CAA);$$

$$(\text{crops}(i): AWT(i) = AW(i) * A(i));$$

$$(\text{cropss}(i): AWT A(i) = AWA(i) * AA(i));$$

$$(\text{crops}(i): AWT(i) = V1TOTAL);$$

$$(\text{cropss}(i): AWT A(i) = V2TOTAL);$$

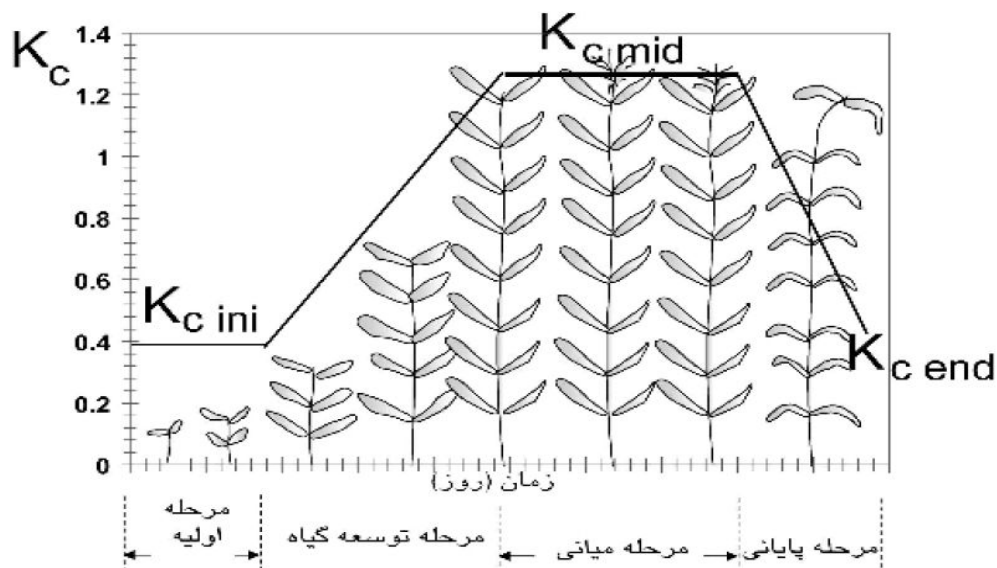
$$(\text{crops}(i): EC(i) = ECTOTAL);$$

(cropss(i):ECA(i)=ECTOTAL);

Y_{MAX} : حداکثر عملکرد محصول (Kg/m^2)، C (EFF.R): ضریب فصلی باران موثر که C برابر است با نسبت باران موثر به بارندگی کل، RAIN: باران فرو باریده یا پیش بینی شده در مدت دوره رشد گیاه (متر)، Cost: هزینه تولید هر کیلو از محصول، P: درآمد ناشی از فروش هر کیلو از محصول، E_p : میزان تبخیر از تشت در مورد دوره رشد گیاه، A_{Wtt} : آستانه آب مصرفی برای تولید محصول و E_t : میزان تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه، که این پارامتر از نرم افزار NETWAT بدست آمد. در صورت نبود داده قبلی از نیاز آبی گیاه (E_{t_c})، این پارامتر از رابطه زیر بدست می آید:

$$E_{t_c} = K_c \times E_{t_0} \quad (1)$$

که K_c : ویژگی های گیاهی در ضریب گیاهی، E_{t_0} : میزان تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه مرجع می باشد. ضریب K_c اثر هر دو عامل تعرق از گیاه و تبخیر از خاک در یک ضریب گیاهی ویژگی های گیاه و میانگین اثر تبخیر از خاک را با یکدیگر تلفیق می کند. استفاده از میانگین ضرایب K_c گیاهی برای برنامه ریزی معمول آبیاری و اهداف معمول مدیریتی است و برای اغلب مطالعات موازنه هیدرولوژیک آب، مناسب تر و متداول تر از محاسبه روزانه ضریب گیاهی با بکارگیری ضرایب جداگانه گیاه و خاک است. مطابق شکل (1) از زمان کشت تا هنگامی که ۱۰٪ سطح زمین پوشش گرفته، از K_c ini تا K_c mid مرحله رشد سریع است که از ۱۰٪ تا ۷۵٪ پوشش را شامل می شود و K_c mid انتهای دوره رشد و K_c end انتهای فصل آبیاری می باشد.



شکل ۱- منحنی K_c در مراحل مختلف رشد گیاه

مراحل کار بدین صورت است:

- ۱- تشخیص مراحل رشد گیاه، تعیین طول مدت هر مرحله و انتخاب ضریب گیاهی مربوطه
- ۲- اصلاح ضرایب گیاهی انتخاب شده
- ۳- رسم منحنی ضریب گیاه به نحوی که تعیین مقادیر K_c برای اثر فواصل خیس شدن خاک یا شرایط اقلیمی در طول هر مرحله رشد برای هر دوره از مرحله رشد ممکن باشد.
- ۴- محاسبه تبخیر تعرق از حاصل ضرب تبخیر تعرق مرجع و ضریب گیاهی.

بحث و نتایج

پس از اجرای برنامه بهینه‌سازی لینگو و با توجه به سال زراعی ۹۱-۹۰ و قیمت محصولات در این سال زراعی الگوی کشت منطقه و شرایط آب و هوایی و کشت هر ساله گندم، جو و یونجه در کشت اول و نیز قیمت این محصولات و نیروی کارگری مورد نیاز آن، نتایج نشان داد که از مساحت کل ۱۱۵۰ هکتاری، تنها الگوی کشت مناسب برای بیشینه کردن میزان محصول و درآمد و کمینه کردن هزینه‌ها در کشت اول، تخصیص کل مزرعه به کشت یونجه می‌باشد. همچنین در کشت دوم با در نظر گرفتن کلیه توابع محدود کننده و کشت دو محصول ذرت علوفه‌ای و آفتابگردان نتایج نشان داد که از مساحت کل ۱۱۵۰ هکتاری، تخصیص ۲۶۵/۱ هکتار به کشت آفتابگردان بیشترین میزان محصول و درآمد و کمترین هزینه را حاصل می‌کند. کل میزان آب مصرفی برای یونجه ۵ میلیون مترمکعب و برای آفتابگردان ۱۰ میلیون متر مکعب بدست آمد. اختلاف ناشی از این حجم آب به دلیل این است که در کشت اول میزان بارش در منطقه زیاد می‌باشد و این میزان بارش موثر و کاهش تبخیر و تعرق در حجم آب مصرفی بسیار قابل ملاحظه می‌باشد. همچنین نتایج با مقایسه کشت انجام شده نشان داد که زارعین کشت بهینه‌ای انجام نداده‌اند. زیرا در سال زراعی ۹۱-۹۰ حدود ۵۰۰ هکتار در سال گندم، ۴۵۰ هکتار جو، و الباقی حدود ۲۰۰ هکتار یونجه کشت می‌شود. در کشت دوم سویا و آفتابگردان به جمعاً میزان ۲۵۰ هکتار کشت می‌گردد، که با توجه به داده‌های بدست آمده نشان از عدم تطابق سطح زیر کشت با میزان سطح بهینه دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعه چیدری و قاسمی (۱۳۷۸)، که به بررسی و تعیین الگوی بهینه محصولات زراعی در یک مزرعه‌ی ۴۰ هکتاری در شهرستان اقلید استان فارس پرداختند، هدف‌های مورد بررسی آنها عبارت از استفاده‌ی کمتر از نهاده‌های زمین و آب، کمینه کردن هزینه‌های متغیر تولید و بیشینه کردن سود ناخالص مزرعه بود. بر اساس نتایج در الگوی بهینه دو محصول گندم و چغندر جای گرفتند و محصولات دیگر نظیر لوبیا، نخود و عدس از الگوی بهینه حذف شدند. در این مطالعه نیز بر اساس پرسشنامه‌های میدانی محصولات گندم، جو و یونجه در کشت اول و در کشت دوم محصولات آفتابگردان و ذرت علوفه‌ای کشت می‌گردد. نتایج بهینه الگوی کشت نشان داد، دو محصول یونجه در کشت ابتدایی و آفتابگردان در کشت دوم سال زراعی جای گرفتند و محصولات دیگر نظیر گندم، جو و ذرت علوفه‌ای از الگوی بهینه حذف شدند. بیشترین علت این اختلافات ناشی از افزایش هزینه‌های کارگری و قیمت دانه‌های روغنی و مصارف دامی در مقابل پایین بودن قیمت محصولات غله‌ای در سال زراعی گذشته می‌باشد.

منابع

- ۱- اسدپور، ح.، خلیلیان، ص.، پیکانی، غ. ۱۳۸۴. نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه سازی الگوی کشت. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ویژه نامه بهره‌وری و کارایی. شماره ۳۰۹. صفحات ۳۰۷-۳۳۸.
- ۲- بیات، پ. ۱۳۷۸. تعیین الگوی بهینه کشت با بهره برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیر زمینی: مطالعه موردی دشت برازجان. پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- ۳- چیدری، ا.، قاسمی، خ.ع. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه ریزی ریاضی در الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم (۲۸): ۶۱-۷۶.
- ۴- دهقانی سانجج، ح.، نجوانی مقدم، م.م. ۱۳۸۵. کاربرد شاخص کارایی مصرف آب و تابع عملکرد در تعیین الگوی کشت را با هدف افزایش کارایی مصرف آب، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان.
- ۵- قادری، ک.، اسلامی، ح.ر.، موسوی، س.ج. ۱۳۸۵. بهره برداری بهینه تلفیقی از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی دشت تهران- شهریار. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان.
- ۶- قدمی، س.م.، شریفی، م.ب.، قهرمان، ب. ۱۳۸۵. بهینه سازی بهره برداری از سیستم های چند مخزنی منابع آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک. هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز.