

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، تکافوین نیاز آبی گیاهان در اراضی کشاورزی برابره طور کامل نمی‌کند، گیاهان دچار تنش آبی و در نهایت کاهش محصول خواهند گردید. در این مطالعه هدف‌های مورد بررسی عبارت‌اند از استفاده یک‌متر از نهاده‌های زمین‌آب، کمینه کردن هزینه‌های متغیر تولید و بیشینه کردن سود ناخالص مزرعه توسط برنامه بهینه‌سازی Lingo بود. بر اساس نتایج در الگوی بهینه محصولیونجه در کشت ابتدایی و آفتابگردان در کشت دوم سال زراعی جایگزین شدند و محصولات دیگر نظیر گندم، جو و ذرت علوفه‌ای از الگوی بهینه حذف شدند.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، بهینه‌سود، هزینه، Lingo.

در مناطق خشک و نیمه خشک مانند اکثر نقاط ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی می باشد. بنابراین مهمترین مسئله در رفع چالشها

در مدیریتهای آب است. ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب است. با توجه به اینکه باز شاخص اقتصاد یا بار تباطوستقیمیبالگو یک ششم محصولاتزرارعیوتراکمانها داشته و اینالگو طیسال هایبهر هیر داریدستخوشتغییراتزیادی می -

شود، با استیابار سیانتغییراتدر کلیهمناطقکشور، وضعیت موجود آباز نظرالگو تراکمباشرایطیشنها دیمقایسهرگرد. فعالیتها یک کشاورزی شاخه صهایمهمتوسعه درکشورهایبهمچونایران محسوب می گردد. هرگاه تخصیص منابع در سطح تولید کنندگان و نگاهها یا اقتصاد بیبه حالتغیر بهینه - ایصورتگیرند، نمی توانانتظار داشتکه منابع در سطح کلان به صور تکارا تخصیصیابد.

کشاورزی یافتنالگو یک شتررا عیبیهنههاهد فکسب سودخالصداکثرو بادرنظر گرفتنمحدودیت هایمانندمنابعآب، خاک، نیاز منطقه، پیچیدهبودهوروش هایمعمولمانندسعیو خطانمی توانیقیننمود کهآیا تریککشتپیشنهادهای

دارایحد اکثر سوددهیخواهد بود یا نه. زیراعمالیبهینباتر کییکشترایاید موردآزمونقرار داد. دربرنامهریزیک کشاورزیوتعیینالگوی

بهینهکشمحصولاتزرارعیدر یکواحد کشاورزیو یادر یکمنطقهخاصان برنامهریزریاضیاستفاده میشود. هدفبرنامهریزی

خطیبه حد اکثر و یابه حد اقلرساندنتابعدهد فمدیر مزرعه بادرنظر گرفتنتعداد یازمحدودیتها (منابع در دسترس) و متغیرهای

تصمیم (فعالیتها) بهطور همزمانی باشد.

بررسیمنابعنشانی دهد که در زمینهاستفاده ازمدل هابرایبهینه سازه در زمینهایمختلفاز جمله

مدیریت منابع آبوتعیینالگو بیبهینهکشمورد استفاده واقعهشدهاست. اسدپوروهمکاران (۱۳۸۴) نظریه

کاربردمدلبرنامهریزی خطیآرمانیفازیدر بهینه سازه بالگو یکشترابراییکدشتر زیر حوزهرهراز

اندونتیجهگرقتند کهبا ایجادانعطافدرآرمان هادردلفازی، منابعبهینحوبهتری

تخصیصمی یابندوسطح زیر کشتتوسعه پیدامی کند. سیستم هایچندمخزنیمنابعآب با استفاده ازالگوریتمژنتیکر امور دبررسیقرار داده اند.

مدلالگوریتمژنتیکقطعیجهتبهینه سازه در بهینه سازه یکسیستمچندمخزنیمنابعآب در شمالخراسانبه

جهتمصارفکشاورزی تندیوشده است. دهقانیونخجوانی (۱۳۸۵) کاربردشاخصکاراییمصرفآب

وتابع عملکرد تعیینالگو یکشترابهاذ فافزایشکاراییمصرفآببرایایدومحصولگندموزرت

اند کههاولویتکشتگندمباید در مناطقیباشد کهبامصرفآببه

۱/۵ کیلوگرم متر مکعب حاصلشود و کشتدر تنیز در مناطقیاز ایرانقابلتوصیه است کهبامصرفآببه میزان ۶۰۰ میلی -

متر، کاراییآب محصولذرت در حدود ۱/۳ متر مکعب حاصلشود. قادریوهمکاران (۱۳۸۵) برایبهینه سازه در بهینه تلفیقیاز منابع آب -

هایسطحیوزیر زمینیدشتشهر یارمدلساز یا جامدادهوا با استفاده از نتایجمدل مانومکانبرداشتبهینه سازه منابع آب -

هایسطحیوزیر زمینیرامشخص کرده اند.

چیدریوقاسمی (۱۳۷۸)، بهرر سیوتعیینالگو بیبهینه محصولاتزرارعی در یکمزرعه ینماینده ۴۰ هکتاریدر شهر ستاناقلیداستانفار سپرداختند.

دراینمطالعه هدفهایموردبررسیعبارتاز استفاده یکمتر از نهادهایزمینوآب، کمینه کردن هزینه -

هایمتغیر تولیدو بیشینه کردن سود ناخالص مزرعه بود.

براساس نتایج درالگو بیبهینه محصولگندم و چغندر جایگزینتندو محصول لاتدیگر نظیرلوبیا، نخود و عدس ازالگو بیبهینه حذف شدند.

بیات (۱۳۷۸) بهتعیینالگو بیبهینه یکشتررایطبههر هیرداریتلفیقیاز منابع آبسطحیوزیر زمینیدر دستبراز جانپرداخت.

نتایج نشان داد کهبازدهبرنامه اجرایالگو بیبهینه برایبهینه سازه در

هایشش و کمتر از شش هکتار و بهر هیرداریهاییبیش از شش هکتار بهترتیب ۳۳ و ۲۱ درصد نسبت به الگو بیفعالیها افزایش خواهد یافت.

تر کمانیو صداقت (۱۳۷۸) با استفاده از بر نامهریز یا ایجاد گزینه‌ها به تعیین الگوی بهینه یز را اعتبار با گذار پیر داختند. نتایج این مطالعه نشان داد که سطح یز بر کشت پیستهدر الگوی بهینه تقریباً بهینه یز بهر هبر دار نماینده - یا بشیر بنتفاوت معنیدار و با وضعیت فعلی آندارد، اما در مورد بهر هبر دار اندازا یا بشور این سطح به گونه‌ها معنیدار بیشتر از سطح یز کشت پیست بهر هبر دار انبهبسته‌ها اختصاص دادهاند.

مواد و روش‌ها

بهینه‌سازی

بهینه‌سازی روش‌هاست که به وسیله آن بهترین جواب ممکن برای یک مسئله با توجه به هدف تعیین شده و قیدها می‌وجود، که هم‌ه‌ها توابع و روابط ریاضی مشخص شده‌اند، تعیین می‌شود. مسئله بهینه‌دار را می‌توان به صورت هدف و احتمالاً چندین قید می‌باشد که مجموعاً خصوصیات سیستم مورد نظر را در بر می‌گیرند. روش‌ها عمدتاً بر نامهریز یا ضریب بهینه‌سازی عبارت‌اند از: ریز تغییر خطی، بر نامهریز پیویا، بر نامهریز یا عدد صحیح، بر نامهریز یصفر و یک، روش مسیری 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.

بهینه‌سازی الگوی کشت

منابعاً موجود در منطقه، نیاز آبی گیاهان در اراضی کشاورزی را به طور کامل نمی‌کند و لذا گیاهان دچار تنش آبی در نهایت کاهش محصول خواهند گردید. شود که نحوه بهر هبر دار یا منابع و چگونگی تخصیص آبی به گیاهان مختلف به نحوه بهینه‌سازی شود که تأثیر آن سوء کم‌آبی به حد قابل‌ممکن 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 بهینه‌سازی خطی و غیر خطی می‌باشد، به منظور حل توابع هدف و تحلیل مدل‌های فرمول‌شده مسائل کوچک و بزرگ می‌باشد. بهینه‌سازی به شما کمک می‌کند بهترین نتیجه، بالاترین سود، خروجی رضایت‌مندی را به دست آورده، یا به کمترین هزینه، ضایعات یا ناراضی‌تیر رسید. اغلب این مسائل شامل استفاده هم‌وثر (به‌بهترین شکل ممکن) از منابع، شامل پول، زمان، ماشین‌آلات، کارکنان، موجودیو... می‌باشد. مسائل بهینه‌سازی، بسته به اینکه آیا روابط بین متغیرها در مسئله خطی هستند یا نه، به دو دسته خطی و غیر خطی تقسیم‌بندی 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 پر کردن پرشنامه 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: فرمولیاست 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 محدود در ابعاد و مقادیر متغیرها در یک مدل (حداقلی کمینب محدود خواهد بود؛ از قبیل زمان، مواد خام، بودجه و ...) می‌تواند در نظر گرفته شود. این محدودیت‌ها شکل فرمول‌های یک‌تابع یا متغیرهای مدلی باشند بیان شده، به عنوان محدودیت‌ها شناخته می‌شوند.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

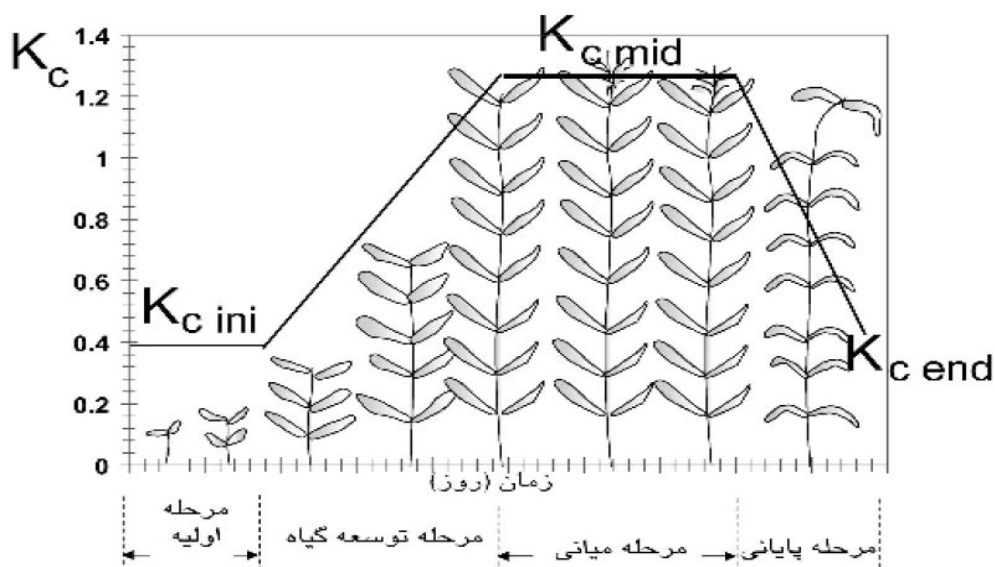
ناشی از فروش هر کیلو از محصول، E_p : میزان تبخیر از تشت در مورد دوره رشد گیاه، A_{wtt} : آستانه آب مصرفی برای تولید محصول و E_t : میزان تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه، که این پارامتر از نرم افزار NETWAT بدست آمد.

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 : ویژگیهای گیاهیدر 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 و ویژگیهای گیاه هومیانگیناثر تبخیر از خاک را بایکدیگر تلفیق می کند. استفاده از میانگین ضریب K_c گیاه برای برنامهریزی معمولاً آبیاری و اهاد معمولمدیریت است و برای اغلب مطالعات موازنه هیدرولوژیک آب، مناسب- تر و متداول تر از محاسبه روزانه ضریب گیاهی با کارگیر بضرای جداگانه گیاه و خاک است. مطابق شکل (۱) K_c ini 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 طولمدت هر مرحله و انتخاب ضریب گیاهی مربوطه

۲- اصلاح ضرایب گیاهی انتخاب شده

K_c

۳- رسم منحنی ضریب گیاهی به نحوی که تعیین مقادیر

برای اثر فواصل خیس شدن خاک یا شرایط طول هر مرحله رشد بر آبیاری دورها از هر چه شد ممکن نباشد.

۴- محاسبه تبخیر تعرق از حاصلضرب تبخیر تعرق مرجع و ضریب گیاهی.

بحث و نتایج

پس از اجرای برنامه بهینه سازی لینگو و با توجه به سال زراعی ۹۰-۹۱ 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 دومبا 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 چیدریوفاسمی (۱۳۷۸)، که به بررسی تعیین الگوی بهینه محصولات زراعی در یک مزرعه ۴۰ هکتاری در شهرستان اقلید استان فارس پرداختند، هدف‌های مورد بررسی آنها عبارت از استفاده یکمتر از نهاده‌های مینوآب، کمینه کردن هزینه‌های متغیر تولید و بیشینه کردن سود ناخالص مزرعه بود. براساس نتایج در الگوی بهینه دو محصول گندم و چغندر جایگزین دو محصولات دیگر نظیر لوبیا، نخود و عدس از الگوی بهینه حذف شدند. در این مطالعه نیز براساس 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 جایگزین دو 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 کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی‌فازیدر بهینه‌سازی الگوی کشت. اقتصاد کشاورزی توسعه. ویژه‌نامه بهره‌وری و کارایی. شماره ۳۰۹. صفحات ۳۰۷-۳۳۸.

- ۲- بیات، پ. ۱۳۷۸. تعیین الگوی بهینه کشت با بهره‌برداریتلفیق‌یاز منابع آب سطحی و زیرزمینی: مطالعه موردی دیدشت برازجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- ۳- چیدری، ا.، قاسمی، خ.ع. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در الگوی بهینه کشت محصول آذوقه، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم (۲۸): ۶۱-۷۶
- ۴- دهقانی سانج، ح.، نخجوانی 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. بهره‌برداریهینه‌تلفیق‌یاز منابع آبهای سطحی و زیرزمینی در شهرستان -شهریار. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان.
- ۶- قدمی، س.م.، شریفی، م.ب.، قهرمان، ب. ۱۳۸۵. بهینه‌سازی بهره‌برداریا ز سیستم‌های چندمخزن منابع آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک. هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز.