مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۸، ص ۹-۱

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 2, Summer 2009, p.1-9

ارزیابی اثر بارندگی بر برنامه‌ریزی و مدیریت زراعی (مطالعه موردی: منطقه گلستان)

حسین شریفان[۱*] - بیژن قهرمان[۲] - امین علیزاده [۳]

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۹
تاریخ پذیرش: ۸۷/۵/۱۴

چکیده

تأمین آب مورد نیاز کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این خصوص نزولات جوی یکی از مهمترین منابع طبیعی تأمین کننده آب مورد نیاز در کشاورزی محسوب می‌شود. این مسأله در استان گلستان با توجه به موقعیت جغرافیایی آن در نزدیکی رشته کوههای البرز از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، به‌طوری‌که در مناطق جنوبی و دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز، میزان نزولات جوی زیاد و در مناطق شمالی تا حد بسیار کم مشاهده می‌شود. در این تحقیق تأثیر نزولات جوی بر الگو و تراکم کشت مزارع کشاورزی استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت و از باران به دو گونه استفاده شد: یکی باران‌های پیش‌بینی شده برای یک سال زراعی و دیگر بارندگی با توزیع‌های مناسب احتمالاتی. در گزینه اول با استفاده از یک دوره درازمدت و با استفاده از نرم افزار Minitab-13، میزان بارندگی در ۳۶ دوره ۱۰ روزه از یک سال زراعی تولید گردید. در گزینه دوم با استفاده از نرم افزار LST مقادیر بارندگی در دوره‌های ترسالی و خشکسالی برای احتمالات مختلف برآورد شد. سپس با استفاده از ضریب تبدیل باران به باران مؤثر (برگرفته از معادله باران مؤثر روش USDA) بخش مؤثر باران در کشاورزی محاسبه و در بهینه سازی الگو وتراکم کشت مزارع مورد استفاده قرار گرفت. در بهینه سازی الگو و تراکم کشت از نرم افزار Lingo-8 استفاده شد. بررسی‌ها نشان داد که در منطقه جنوبی با اقلیم نیمه مرطوب با کاهش بارندگی از مساحت محصولاتی نظیر گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی کاسته شده و مساحت کلزا افزایش یافت و نیز مساحت شالیزارها کم شد. در منطقه میانی و شمالی با اقلیم‌های نیمه‌خشک تا خشک با کاهش بارندگی از مساحت هندوانه کاسته و بر مساحت کلزا افزوده شد. در گزینه احتمالاتی بارندگی نتیجه شد که با کاهش بارندگی و با وقوع خشکسالی در منطقه مطالعاتی، کاشت محصولاتی نظیر کلزا، هندوانه و پنبه از اهمیت بیشتری برخوردار بودند. همچنین وضعیت ترسالی و خشکسالی می تواند علاوه بر مساحت اختصاص یافته موجب تغییر الگوی کشت نیز گردد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، تراکم کشت، نزولات جوی، گلستان

مقدمه

نزولات جوی یکی از پارامترهای مهم هواشناسی در کشاورزی محسوب می شود. در استان گلستان با وجود اقلیم‌های متفاوت و اراضی کشاورزی گسترده، این پارامتر از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، بطوری‌که در مناطق جنوبی و دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز، میزان نزولات جوی زیاد و در مناطق شمالی تا حد بسیار کم مشاهده می‌شود.

باران مؤثر به قسمتی از باران سالانه، فصلی و یا هر دوره زمانی مورد نظر گفته می‌شود که در محل ریزش به‌طور مستقیم و یا غیر مستقیم برای تولید محصول مفید واقع شود. برای برآورد این پارامتر با توجه به عوامل تأثیر گذار روی آن، روش‌های متعددی توسط محققان ارائه شده است که در این تحقیق از روش سرویس حفاظت خاک آمریکا (USDA) استفاده شد (۳).

$$Er = f(IR)(1.25R^{0.824} - 2.03) * 10^{0.000955\,ET} \quad (1)$$

که درآن Er: باران مؤثر ماهانه (میلیمتر)، ET : تبخیر و تعرق ماهانه (میلیمتر)، R : باران ماهانه (میلیمتر)، f(IR) : تابعی از عمق خالص آبیاری است که در اینجا یک در نظر گرفته شد.

با توجه به محدودیت منابع آب و خاک، برای تأمین آب مورد نیاز

۱- دانشجوی سابق دکتری دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(* - نویسنده مسئول: Email: H_sharifan47@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مزرعه و توسعه کشاورزی به یک مدیریت صحیح نیاز ضروری می‌باشد تا از این منابع به‌طور بهینه استفاده شود. بنابراین در مدیریت صحیح کشاورزی سعی می‌شود جهت تأمین مواد غذایی مورد نیاز و افزایش درآمد و کارایی مصرف آب از پتانسیل‌های آب و خاک در دسترس به نحو احسن استفاده شود. به عبارت دیگر در الگوی کشت باید محصولاتی مورد استفاده قرار گیرند که به آب کمتر نیاز داشته ولی درآمد بیشتری را به همراه داشته باشند. از طرف دیگر ممکن است به علت محدودیت در منابع آب، مقداری از مزرعه به صورت آیش درآمده تا محصولات با کم آبیاری مواجه نشوند و یا ممکن است کل مزرعه در شرایط کم آبیاری تحت کشت قرار گیرد.

با استفاده از سری‌های زمانی، آشگر طوسی (۱) در منطقه شیروان واقع در استان خراسان خشکسالی را پیش‌بینی نموده و بر اساس نتایج به دست آمده، بهترین الگوی کشت را پیشنهاد نمود. احمدی (۲) در تحقیقی مقدار باران سالانه ایستگاه های هواشناسی استان خراسان را با استفاده از سری های زمانی و مدل SARIMA پیش‌بینی نمود.

در خصوص بهینه سازی الگو و تراکم کشت در یکی از مزارع ایالت پنجاب هند، تحقیقی توسط پائول و همکاران (۸) انجام شد. الگوی کشت ایشان شامل محصولاتی نظیر خردل، جو، گندم و نخود بود و بهینه سازی در دو مرحله فصلی و درون فصلی انجام گرفت. در مرحله اول بهینه سازی، مساحت اختصاص یافته به هر یک از محصولات الگوی کشت بهینه برآورد گردید به‌طوری‌که تابع هدف حداکثر سازی سود خالص بود. اگرچه سود خالص هر کیلو خردل و یا نخود از سایر محصولات بیشتر بود لیکن عملکرد آنها در واحد سطح کمتر بود. بنابراین در الگوی بهینه شده انتخاب نشدند. از طرف دیگر آنها توصیه کردند که برای انتخاب محصول در بهینه سازی علاوه بر تولید بیشتر در واحد سطح باید به گیاهانی که نیاز آبی کمتری دارند، توجه شود. از سوی دیگر تارجلو و همکاران (۱۰) در تحقیقی براساس تابع هدفی که معرف درآمد خالص ناشی از کشاورزی بود، استراتژی آبیاری بهینه برای یک فصل خاص در منطقه آلباست (Albacet) واقع در کشور اسپانیا تعیین شد. بطوری‌که جهت این کار از تابع تولید – آب و قیود تعریف شده استفاده گردید. محققانی نظیر مینودین و همکاران (۷) با ارائه مدل خطی و با استفاده از نرم افزار Lindo و روش آنالیز سلسله مراتبی[1] (AHP) توانستند الگوی کشت مزارعی در تایلند را برای سه حالت بهینه سازی نمایند. این حالات شامل حداکثر سازی درآمد، حداکثرسازی سطح زیرکشت و توازنی بین این دو هدف بودند. آنها مدل خود را برای سه وضعیت ۸۰٪ (خشکسالی) و ۵۰٪ (سال نرمال) و ۲۰٪ (ترسالی) قابلیت دسترسی به آب و نیز کم آبیاری ۲۵٪ و ۵۰٪ و همچنین آبیاری کامل حل نموده و علاوه بر نوع محصولات، سطح زیر کشت هر یک را در شرایط فوق مشخص کردند.

در حالی‌که کاروالو و همکاران (۴) درشرایط پتانسیل آبی ۱۰۰٪ و کمتر از آن و با آبیاری کامل محصولات مدل غیرخطی خود را برای بهینه سازی الگوی کشت مزارع شیلی حل کردند. براساس مقایسه نتایج بدست آمده در وضعیت های مختلف پتانسیل آبی، سطح زیر کشت در حالت پتانسیل آبی۱۰۰ ٪ تعداد محصولات و درآمد حاصله بیش از حالات دیگر بود. نتایج حاصله از این تحقیق نشان داد که قیمت محصولات، هزینه آب بر میزان سود ناشی از رعایت الگوی کشت اثر گذاشت و همچنین قابلیت و پتانسیل آبی توانست الگوی کشت را تحت تأثیر قرار دهد.

در خصوص بهینه سازی الگوی کشت مزارع سالواتیرا (Salvatierra) واقع در منطقه نیمه مرطوب اسپانیا تحقیقی در سه مرحله توسط ژوان و همکاران (۵) انجام شد. در مرحله اول تبخیر و تعرق گیاهی و تابع تولید–آب بدست آمد. در مرحله دوم اثر یکنواختی فرونشت بر عملکرد محصول و آب مصرفی بررسی شد و در مرحله آخر با حداکثر سازی درآمد، الگوی کشت و ارتفاع آب آبیاری مشخص گردید. در الگوی کشت پیشنهادی، محصولاتی نظیر غلات و سبزیجات وجود داشت و در تابع هدف بهینه‌سازی، درآمد خالص مد نظر بود. بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده در این تحقیق نتیجه شد که نیمی از سطح مزارع باید در شرایط کم آبیاری و مابقی در وضعیت آبیاری کامل کشت شوند. عدم سودمندی کشت غلات نسبت به سبزیجات از دیگر نتایج این پژوهش بود.

بنابراین با توجه به زوایای مختلف بهینه سازی، هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی تأثیر میزان نزولات جوی بر الگو و تراکم کشت مزارع کشاورزی استان گلستان بود.

مواد و روش‌ها

با بررسی‌های به‌عمل آمده، استان گلستان از نظر اقلیمی و کشاورزی به سه منطقه جنوبی، میانی و شمالی تقسیم بندی شد و در هر یک از این مناطق، مزرعه‌ای که دارای ایستگاه باران‌سنجی بود انتخاب گردید. این مزارع عبارت بودند از لاله باغ در منطقه جنوبی، مزرعه نمونه در منطقه میانی و قازانقایه در منطقه شمالی، در جداول ۱ و ۲ مشخصات هر مزرعه و الگوی کشت اولیه هر منطقه نشان داده شده است. از باران به عنوان مهمترین پارامتر از انواع مختلف نزولات جوی به دو گونه استفاده شد. یکی باران‌های پیش بینی شده برای یک سال زراعی و دیگر بارندگی با توزیع های مناسب احتمالاتی. در گزینه اول با استفاده از یک دوره درازمدت و با استفاده از نرم افزار Minitab-13، میزان بارندگی در ۳۶ دوره ۱۰ روزه از یک سال زراعی تولید گردید (۹). برای تولید این پارامتر، چهار مرحله: مرحله

1 - Analytic Hierarechy Process

شناسایی، مرحله برازش الگوها، مرحله تشخیص درستی الگو و مرحله پیش بینی به ترتیب انجام گرفت.

(جدول۱)- مشخصات اولیه مزارع مورد نظر در تحقیق

منطقه	نام مزرعه	مساحت	حجم اولیه آب*	حجم دوم آب**	حجم کل آب	شوری آب	حداکثرمساحت کشت دوم	راندمان
		هکتار	م.متر مکعب	م.متر مکعب		dS/m	درصد	درصد
جنوبی	لاله باغ	۱۰۰۰	۲/۰	۰/۵	۲/۵	۱/۵	۷۰	۵۰
میانی	مزرعه نمونه	۴۰۰۰	۲۵	۴	۲۹	۲	۷۰	۵۰
شمالی	قازانقایه	۶۰۰	۲/۵	۰/۵	۳	۲	۷۰	۵۰

(جدول۲)- محصولات کشاورزی مورد نظر در الگوی پیشنهادی جهت بهینه سازی

منطقه	کشت اول	کشت دوم
جنوبی	گندم، جو، پنبه، کلزا، گوجه فرنگی، سیب زمینی و آفتابگردان	سویا، ذرت دانه ای، ذرت علوفه ای و برنج
میانی	گندم، جو، پنبه، کلزا، گوجه فرنگی، سیب زمینی، هندوانه، آفتابگردان و یونجه	سویا، ذرت دانه ای، ذرت علوفه ای و برنج
شمالی	گندم، جو، پنبه، کلزا، هندوانه و سورگوم	برنج

در گزینه دوم با استفاده از نرم افزار LST در سه مزرعه مورد نظر، مقادیر بارندگی در دوره‌های ترسالی و خشکسالی برای احتمالات مختلف برآورد شدند. از آنجا که برای بررسی‌های مورد نظر در بهینه سازی به آمار بارندگی در مدت‌های ۱۰ روزه از سال نیاز می‌باشد، لذا آمار درازمدت۱۰ روزه بارندگی در ایستگاه‌های مورد نظر جمع‌آوری گردید (برای هر سال ۳۶ داده). سپس با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری LST برای ۳۶ دوره ۱۰ روزه از سال، مقدار بارش در دوره‌های ترسالی و خشکسالی با احتمالات مختلف برآورد شدند. در مرحله بعد با استفاده از ضریب تبدیل باران به باران مؤثر (روش USDA) بخش مؤثر باران در کشاورزی محاسبه و در بهینه سازی الگو وتراکم کشت مزارع مورد استفاده قرار گرفت. ضمنا در بهینه سازی الگو و تراکم کشت از نرم افزار Lingo-8 استفاده شد. برای این بهینه سازی نیاز به تعریف تابع هدف و یکسری قیود می‌باشد تا بتوان بهترین گزینه را انتخاب کرد.

الف- تابع هدف: تابع هدف در بهینه سازی، حداکثر درآمد خالص بود (معادله۲)، پارامترهای این معادله و کلیه معادلات در جدول ۳ معرفی شده‌اند. درآمد خالص از دو بخش درآمد ناخالص (معادله ۳) و هزینه ها (معادله ۴) تشکیل شده است. برای محاسبه این دو معادله به تابع عملکرد نسبی-آب-شوری نیاز می‌باشد (معادله ۵) .

$$Maximize \quad : TNB = \sum \left(TB - TC \right)_c \qquad (۲)$$

$$TB_c = Y\max_c . Ry_c . P_c . A_c \qquad (۳)$$

$$TC_C = Y\max_C . Ry_C . C_C . A_C \qquad (۴)$$

$$Ry_C = \begin{bmatrix} a0_C + a1_C\left(\frac{TAW_C}{TEpan_C}\right) + a2_C\left(\frac{TAW_C}{TEpan_C}\right)^2 \\ + a3_C\left(EC_{ir}\right) + a4_C\left(EC_{ir}\right)^2 + a5_C\left(\frac{TAW_C}{TEpan_C}\right).EC_{ir} \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

ب) قیود

قید باران: با در اختیار داشتن ضریب تبدیل باران به باران مؤثر (معادله ۱) و میزان بارندگی در کل فصل رشد هر محصول، می‌توان با استفاده از معادله ۶ باران مؤثر هر محصول را برآورد نمود. همچنین اگر درصدی از باران فروبارد، با اعمال ضریب K، مقدار باران فروباریده به‌دست می‌آید (معادله ۷).

$$Rain_{eff} = C_{\mathrm{Re}} . Rain \qquad (۶)$$

قیدآب مصرفی

مقدار آب مصرفی هر محصول در کل دوره رشد شامل آب آبیاری TAW و باران مؤثر($Rain_{eff}$) می‌باشد (معادله ۷). ولی برای محصول برنج علاوه بر تأمین نیاز آبی گیاه، حدود ۲ میلیمتر بر روز جهت نفوذ عمقی از منطقه ریشه گیاه برنج در نظر گرفته شد (معادله ۸). همچنین مطابق توصیه لتی و همکاران (۱۹۸۵) آب مصرفی توسط گیاه در کل فصل رشد نباید از حدی بیشتر و یا کمتر شود (معادله ۹). از طرف دیگر مجموع آب مصرفی توسط محصولات انتخاب شده در الگوی بهینه نباید از حجم منبع آب بیشتر شود (معادله۱۱).

$$TAWR = TAW + K.Rain_{eff} \qquad (۷)$$

$$TAWR = TAW + Rain_{eff} + 0.24 \qquad (۸)$$

$$AWt \quad \le \quad TAWR \quad \le 1.5 * TEP \qquad (۹)$$

$$TVW = V_{1total} + V_{2total} \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{c=1}^{NC} [(TAW_c . A_C)] \le TVW \qquad (۱۱)$$

قیدمساحت

مساحت مربوط به محصولات انتخاب شده باید بزرگتر از صفر بوده و مساحت‌های اختصاصی به محصولات نباید از مساحت کل مزرعه بزرگتر شود و مساحت مربوط به محصولات تابستانه باید درصدی از مساحت کل مزرعه باشد (معادلات۱۲ تا ۱۴). همچنین حداقل مساحتی که به محصولی خاص باید اختصاص یابد (مانند گندم) در معادله (۱۵) نشان داده شده است. *همچنین حداقل مساحتی که به محصولی خاص باید اختصاص یابد (مانند گندم) در معادله(۱۵) نشان داده شده است.*

$$A_C \ge 0 \qquad (۱۲)$$

$$A_{C-Second} \ge 0 \qquad (۱۳)$$

$$\sum_{c=1}^{NC} A_C \le A_{total} \qquad (۱۴)$$

$$A\min_c \ge \alpha * A_{total} \qquad (۱۵)$$

قید شوری آب آبیاری

کیفیت آب آبیاری در این قید تعریف می‌شود. همچنین EC باران صفر در نظر گرفته شد.

$$0 \le EC_{ir} \le EC\max_{ir} \qquad (۱۶)$$

(جدول ۳)- معرفی پارامترهای به‌کاربرده شده در تابع هدف و قیود بهینه سازی در مقیاس فصلی

A_c = مساحت تحت کشت هر محصول (متر مربع)	Λc = ضریب مساحت مزرعه برای کشت دوم
$A_{c\text{-second}}$ = مساحت محصولات برای دومین کشت (متر مربع)	EC_{ir} = هدایت الکتریکی آب آبیاری (dS/m)
Amax = حداکثرمساحت مورد نیاز برای هر محصول (متر مربع)	P_C = قیمت فروش هر کیلو محصول (ریال)
Amin = حداقل مساحت مورد نیاز برای هر محصول (متر مربع)	TAW_c = آب مصرفی در کل دوره رشد هر گیاه (میلیمتر)
A_{total} = مساحت کل مزرعه که از یک منبع آب تامین می‌شوند (مترمربع)	TB_c= درآمد ناخالص هر محصول (ریال برای هر کیلو)
$a5_c$,.. $a1_c$, $a0_c$ = ضرایب ثابت در تابع تولید- آب – شوری برای هر محصول،	TC_c= هزینه صرف شده برای هر محصول (ریال برای هر کیلو)
C = نام محصول (کد محصول)	$TEpan_c$ = میزان تبخیر از تشت در کل دوره رشد هر گیاه (میلیمتر)
C_C = هزینه های کل هر محصول (ریال در هر متر مربع)	TNB = درآمد خالص مزرعه (ریال) در یک دوره تناوب زراعی مشخص
C_{Re} = ضریب تبدیل باران به باران مؤثر	$Ymax_c$ = حداکثر عملکرد هر محصول در واحد سطح (کیلوگرم در متر مربع)
NC = تعداد محصولات مزرعه در هر سال	TVW = کل حجم آب در دسترس در سال (متر مکعب)
	TAW = ارتفاع آب آبیاری مورد استفاده (متر)
	TAWR = مجموع ارتفاع آب آبیاری و باران مؤثر(متر)

(جدول ٤)- مشخصات و اطلاعات مورد نیاز هر یک از محصولات برای بهینه سازی

محصول	حداکثر عملکرد	درآمد	هزینه
	Kg/m^2	تومان/کیلو	تومان/کیلو
گندم	۰/۹	۱۸۷	۱۱۲/۸
جو	۰/۷۵	۱۴۳	۹۳
پنبه	۰/۶	۴۱۵	۲۳۳/۳
کلزا	۰/۶	۳۶۰	۲۲۴
گوجه فرنگی	۶	۷۰	۱۷/۲
سیب زمینی	۳/۵	۱۱۰	۶۰
سویا-تابستانه	۰/۶	۲۷۷	۱۲۴/۴
ذرت دانه ای	۰/۹	۱۴۸	۷۴/۳
ذرت علوفه ای	۸	۲۵	۷/۱
هندوانه	۱۲	۸۵	۱۲
برنج	۰/۸	۴۵۰	۲۱۴

علاوه بر قیود بالا، یکسری قیود دیگر نیز برای هر مزرعه شامل مساحت مزرعه (A_{total})، پتانسیل آب برای محصولات کشت اول و دوم (از نظر کمی و کیفی: EC_{iw}, V_{2total}, V_{1total})، راندمان آبیاری (Eff) و درصد استحصال آب از منبع (K) در برنامه بهینه سازی تعریف گردید.

مشخصات و اطلاعات مورد نیاز (جدول ۴) برای بهینه سازی فصلی در یک فایل ذخیره شده سپس در برنامه بهینه سازی به‌کار برده می‌شد.

نتایج و بحث

در تحقیقی که شریفان (۹) انجام داد، بر اساس سری زمانی و با استفاده از نرم‌افزار Minitab مقدار باران ۱۰ روزه برای سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در سه ایستگاه باران‌سنجی لاله باغ، مزرعه نمونه و قازانقایه برآورد گردید. هدف از پیش‌بینی رسیدن به مقادیری جهت اجرای برنامه بهینه‌سازی بود. با این وجود در بخش دیگر تحقیق حالات مختلف احتمالاتی بارندگی نیز مد نظر قرار گرفت.

با استفاده از مقادیر بارندگی‌های ۱۰ روزه پیش‌بینی شده و با توجه به زمان و طول دوره رشد هریک از محصولات مورد نظر در هر مزرعه، مقدار باران در طول دوره رشد برآورد گردید. سپس با حاصلضرب ضریب تبدیل در مقدار باران فروباریده در طول دوره رشد برای هر محصول و در هر مزرعه، مقدار باران مؤثر مربوط به آن محصول در مزرعه مورد نظر بدست آمد. به‌طور کلی این ضریب برای محصولات تابستانه بیشتر از محصولات پائیزه بود. از طرف دیگر هرچه اقلیم منطقه گرمتر و خشک‌تر شود، این ضریب افزایش می‌یابد چون نیاز آبی گیاه بیشتر شده و درصد کمتری از باران تلف می‌شود.

در این قسمت با توجه به میزان باران پیش بینی شده در تحقیق مورد اشاره، (۹)، تأثیر آن بر نحوه الگو وتراکم کشت و نیز درآمد اقتصادی مزرعه برای سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۵ سناریو روی مقادیر باران پیش‌بینی شده در سال مذکور در نظر گرفته شد. در این سناریوها با فرض احتمالات وقوع ۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪، ۲۵٪ و ۰٪ مقدار باران پیش بینی شده تعیین شد و باران مذکور به عنوان یکی از پتانسیل‌های آبی در سه منطقه جنوبی، میانی و شمالی استان مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از بهینه سازی در مورد سه مزرعه لاله باغ، مزرعه نمونه و قازانقایه در جداول۲ تا ۴ نشان داده شده است. ترتیب نام محصولات در الگوی بهینه شده نشان دهنده میزان بالاتر بودن مساحت اختصاص یافته به آن محصول می‌باشد. همچنین نسبت حجم باران فروباریده (بطور مؤثر) به مجموع آب و باران مصرف شده توسط محصولات (CR) در جداول فوق نشان داده شده است.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که با کاهش بارندگی تا حد ۲۵ درصد، بر مساحت کلزا افزوده شده و از مساحت سایر محصولات کاسته شد. این نتیجه ممکن است به علت مقاومت این گیاه به خشکی باشد. به‌طوری‌که با کاهش بارندگی، در حد ۵۰-۰ درصد محصول سیب زمینی از الگوی بهینه حذف و فقط کلزا در الگو قرار گرفت و با کاهش بیشتر بارندگی (وضعیت ۰ درصد) از مساحت کلزا نیز کاسته شد. از طرف دیگر با کاهش نسبت CR مقدار درآمد نیز کم گردید. همچنین در کشت دوم با کاهش بارندگی، ذرت علوفه‌ای از الگوی بهینه حذف و برنج (لکن با مساحت کمتر) جایگزین آن شد.

بر اساس جدول ۳ و با در نظر گرفتن کل بارش در سال ۸۵-۱۳۸۴، حجم باران مؤثر حدود ۲۴ درصد مجموع حجم آب استفاده شده از منبع آب و باران مؤثر بود و با کاهش بارندگی تا حد ۲۵٪ در این سال، نسبت CR به ۵/۲ درصد کاهش یافت و با کاهش این ضریب، میزان درآمد نیز کم گردید. در بهینه سازی فوق با کاهش بارندگی برمساحت کلزا افزوده و از مساحت هندوانه و برنج کاسته شد.

(جدول۲)- اثر بارندگی سال ۱۳۸٤ بر الگوی درآمد (بر حسب میلیون تومان) در منطقه جنوبی- مزرعه لاله باغ

درصد باران نازل شده	کشت اول			کشت دوم			کل سال	زراعی
	محصول (هکتار+)	CR*	درآمد	محصول (هکتار)	CR	درآمد	CR	درآمد
۱۰۰	کلزا (۷۹۷)-گوجه فرنگی (۲۰۲)	۰/۵۷	۱۰۶۵	ذرت علوفه ای (۱۸۸)	۰/۲۳	۲۸۸	۰/۵۱	۱۳۵۴
۷۵	کلزا (۸۲۲)-سیب زمینی (۱۷۸)	۰/۵۲	۸۸۲	ذرت علوفه ای (۱۷۴)	۰/۱۷	۲۶۸	۰/۵	۱۱۵۱
۵۰	کلزا (۹۱۷)-سیب زمینی (۸۲)	۰/۴۲	۷۹۳	برنج (۴۸)	۰/۰۸	۷۵	۰/۴	۸۶۸
۲۵	کلزا (۱۰۰۰)	۰/۲۸	۶۹۵	برنج (۴۶)	۰/۰۴	۷۳	۰/۳	۷۶۸
۰	کلزا (۹۲۰)	۰	۵۶۰	برنج (۴۴)	۰	۶۸	۰	۶۶۸

+: اعداد داخل پرانتز مساحت محصول بر حسب هکتار می‌باشد. * نسبت باران مؤثر به مجموع باران مؤثر و آب تامین شده از منبع است.

(جدول۳)- اثر بارندگی سال ۱۳۸٤ بر الگوی درآمد (بر حسب میلیون تومان) در منطقه میانی

درصد باران نازل شده	کشت اول			کشت دوم			کل سال	زراعی
	محصول (هکتار)	CR	درآمد	محصول (هکتار)	CR	درآمد	CR	درآمد
۱۰۰	کلزا (۲۰۷۰)- هندوانه (۱۹۳۰)	۰/۲۴	۹۵۶۶	برنج (۱۸۴)	۰/۰۵۵	۱۶۴	۰/۲۲	۹۷۳۰
۷۵	کلزا (۲۱۰۰)- هندوانه (۱۹۰۰)	۰/۱۹۳	۹۲۵۸	برنج (۱۸۲)	۰/۰۴۱	۱۶۲	۰/۱۷۸	۹۴۲۰
۵۰	کلزا (۲۱۲۵)- هندوانه (۱۸۷۰)	۰/۱۳۸	۸۸۳۴	برنج (۱۷۸)	۰/۰۲۷	۱۶۰	۰/۱۲۷	۸۹۹۴
۲۵	کلزا (۲۱۴۰) – هندوانه (۱۸۴۰)	۰/۰۵۲	۸۵۳۶	برنج (۱۷۶)	۰/۰۱۴	۱۵۹	۰/۰۴۸	۸۶۹۵
۰	کلزا (۲۲۱۰)- هندوانه (۱۷۹۰)	۰	۸۱۴۲	برنج (۱۷۴)	۰	۱۵۶	۰	۸۲۹۸

(جدول ٤)- اثر بارندگی سال ۱۳۸٤ بر الگوی درآمد (بر حسب میلیون تومان) در منطقه شمالی

درصد باران نازل شده	کشت اول			کشت دوم			کل سال	زراعی
٪	محصولات	CR	درآمد	محصولات	CR	درآمد	CR	درآمد
٪۱۰۰	کلزا (۴۴۶)- هندوانه (۱۵۴)	۰/۲۹۷	۸۵۱	برنج (۴۷)	۰/۰۶	۵۶	۰/۲۸	۹۰۷
٪۷۵	کلزا (۴۶۶)- هندوانه (۱۳۳)	۰/۲۷	۷۸۵	برنج (۴۶)	۰/۰۵	۵۵	۰/۲۵	۸۴۰
٪۵۰	کلزا (۴۸۸)-هنوانه (۱۱۱)	۰/۱۸۳	۷۱۵	برنج (۴۵)	۰/۰۲۹	۵۴/۵	۰/۱۷	۷۷۰
٪۲۵	هندوانه (۱۹۵)	۰/۰۱۱	۶۷۰	برنج (۴۴)	۰/۰۱۴	۵۴	۰/۰۱۱	۷۲۴
٪۰	هندوانه (۱۹۲)	۰	۶۶۰	برنج (۴۳)	۰	۵۳/۵	۰	۷۱۵

در منطقه شمالی که بارندگی کم و آب و هوای خشک تا نیمه خشک بر آن حکمفرماست از مزرعه قازانقایه برای بررسی های لازم استفاده شد. مطابق جدول ۴ این نکته را بیان کرد که با کاهش بارندگی تا حد ۵۰٪ ، انتخاب کلزا و هندوانه بر سایر محصولات ارجحیت دارد و بر مساحت کلزا نیز افزوده شد. همچنین با کاهش بیشتر بارندگی کلزا از الگوی بهینه حذف و فقط هندوانه انتخاب شد.

با توجه به مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت که در مناطق مورد نظر با کاهش بارندگی، در الگوی بهینه، محصولات کلزا و هندوانه بر سایر محصولات ارجح بوده و در منطقه جنوبی سیب زمینی درصدی از مساحت مزرعه را به خود اختصاص داده است. به‌طوری‌که بارندگی در این منطقه نسبتاً زیاد بوده و همچنین در درصدهای بالایی از بارندگی این محصول دیده شد و با کاهش باران بر مساحت کلزا افزوده و از مساحت دیگر محصولات موجود در الگوی بهینه کم شد. این می‌تواند به علت نیاز آبی کمتر این محصول (بین ۳۰۰-۲۰۰ میلیمتر در سه منطقه) نسبت به سایر گیاهان منتخب باشد. از طرف دیگر می‌توان نتیجه گرفت که مقدار CR در منطقه جنوبی بیشتر از دو منطقه دیگر است و این به علت وجود بارندگی بیشتر در این منطقه با اقلیم نیمه مرطوب می‌باشد. در حالی‌که مناطق میانی و شمالی از اقلیمی نیمه خشک تا خشک برخوردارند.

اثر احتمالات بارندگی بر تعیین الگو در بهینه سازی

در ابتدا باران‌های ۱۰ روزه در دوره درازمدت آماری برای هر یک از ایستگاه‌های مورد نظر جمع‌آوری شد. سپس بر اساس مناسب‌ترین توزیع – لوگ نرمال دوپارامتری- که با استفاده از نرم‌افزار LST انتخاب شد ، میزان بارندگی ۱۰ روزه(۳۶ باران ۱۰ روزه در سال) با احتمالات مختلف در سه وضعیت ترسالی – عادی – خشکسالی برآورد گردید. همچنین با متوسط گیری باران‌های ۱۰ روزه در دوره آماری، مقدار این پارامتر در وضعیت عادی نیز بدست آمد. سپس مقدار باران برآورد شده با احتمالات مختلف برای دوره رشد هر یک از محصولات مورد نظر در سه منطقه جنوبی، میانی و شمالی محاسبه شد. در این بخش پتانسیل منبع آب (آب زیرزمینی یا آب سطحی) ثابت بوده و با توجه به آمار مشاهداتی دراز مدت و مقادیر بارندگی با احتمالات مختلف در دو وضعیت ترسالی و خشکسالی، اثر این پارامتر بر الگو و تراکم کشت تحت شرایط بهینه در سه منطقه مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی در جدول ۵ نشان داده شده است.

مطابق مندرجات جدول ۵ نتیجه شد که با کاهش نسبت حجم باران مؤثر به حجم آب مصرفی توسط گیاه (CR)، درآمد کشاورزی نیز کاهش یافت. این نسبت در مزرعه لاله باغ به خاطر وضعیت اقلیم آن بزرگتر از دو مزرعه دیگر و در مزرعه قازانقایه کوچکتر از دیگر مزارع شد. از طرفی با کاهش بارندگی و یا وقوع خشکسالی در منطقه مطالعاتی، کاشت محصولاتی نظیر کلزا و هندوانه و پنبه از اهمیت بیشتری برخوردار بودند. لیکن با توجه به ضریب CR برای هر مزرعه این اهمیت تفاوت داشت. همچنین با افزایش شدت ترسالی، درآمد هم به لحاظ افزایش بارندگی بیشتر گردید. ضمناً وضعیت ترسالی و خشکسالی علاوه بر مساحت اختصاص یافته،

موجب تغییر الگوی کشت نیز گردیده است.

بطور کلی بررسی‌ها نشان داد که در منطقه جنوبی با اقلیم نیمه مرطوب با کاهش بارندگی از مساحت محصولاتی نظیر گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی کاسته شده و مساحت کلزا افزایش یافت و نیز مساحت شالیزارها کم شد. در منطقه میانی و شمالی با اقلیم‌های نیمه‌خشک تا خشک با کاهش بارندگی از مساحت هندوانه کاسته و بر مساحت کلزا افزوده شد. در گزینه احتمالاتی بارندگی نتیجه شد که با کاهش بارندگی و با وقوع خشکسالی در منطقه مطالعاتی، کاشت محصولاتی نظیر کلزا، هندوانه و پنبه از اهمیت بیشتری برخوردار بودند. همچنین وضعیت ترسالی و خشکسالی می توانست علاوه بر مساحت اختصاص یافته موجب تغییر الگوی کشت نیز گردد.

تشکر و قدردانی

در پایان لازم است از همکاری اداره‌های کل امور آب، هواشناسی و سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی شود.

(جدول ۵)- اثر بارندگی با احتمالات مختلف بر الگو وتراکم کشت در سه مزرعه در استان گلستان

نام مزرعه		حجم منبع ۲۰ ٪ تر سالی			۵۰٪			۲۰ ٪ خشکسالی			میانگین		
		$*10^6$ M^3	محصولات	CR	درآمد	محصولات	CR	درآمد	محصولات	CR	درآمد	محصولات	CR	درآمد
*لاله باغ	کشت ا	۲	کلزا-گوجه	۰/۶۵	۱۱۵۹	کلزا-سیب زمینی	۰/۶۵	۱۰۷۷	کلزا-سیب زمینی	۰/۳۹	۷۶۶	کلزا-سیب زمینی	۰/۶۵	۱۰۹۰
	کشت ۲	۰/۵	برنج	۱	۱۱۴	برنج	۰/۴۵	۸۴	برنج	۰/۰۳	۷۲	برنج	۰/۴۷	۷۲
	کل سال	۲/۵		۱/۷	۱۲۷۳	کل سال	۰/۶	۱۱۶۱	کل سال	۰/۴	۸۳۸	کل سال	۰/۶	۱۱۶۲
**نمونه	کشت ا	۲۵	گندم یونجه	۰/۷	۱۰۲۱۰	کلزا-هندوانه	۰/۵۶	۹۱۳۰	پنبه - هندوانه	۰/۳۶	۶۹۴۱	پنبه – هندوانه	۰/۵۵	۹۷۲۳
	کشت ۲	۴	برنج	۰/۲۳	۳۹۰	برنج	۰/۱۵	۳۷۰	برنج	۰/۴	۳۵۹	برنج	۰/۱۷	۳۷۷
	کل سال	۲۹		۱	۱۰۶۰۰	کل سال	۰/۷	۹۵۰۰	کل سال	۰/۷۶	۷۳۰۰	کل سال	۰/۷۲	۱۰۱۰۰
*** قازانقایه	کشت ا	۲	کلزا-هندوانه	۰/۵	۱۱۳۰	کلزا-هندوانه	۰/۳۶	۹۴۷	کلزا-هندوانه	۰/۱	۸۵۳	کلزا-هندوانه	۰/۳۶	۹۴۶
	کشت ۲	۰/۵	برنج	۰/۶	۶۸	برنج	۰/۱۳	۵۸	برنج	۰/۰۲	۵۵	برنج	۰/۱۳	۵۸
	کل سال	۲/۵		۰/۵۱	۱۱۹۸	کل سال	۰/۳۴	۱۰۰۵	کل سال	۰/۰۹	۹۰۸	کل سال	۰/۳۴	۱۰۰۴

منابع

۱- آشگر طوسی، ش. (۱۳۸۲)، پیش بینی وقوع خشکسالی در استان خراسان و بهینه سازی الگوی کشت جهت سازگاری با آن، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۲۰ص.

۲- احمدی، ف. (۱۳۸۳)، پیش بینی بارندگی سالانه استان خراسان با استفاده از سری های زمانی، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۴ص.

۳- گروه کار استفاده پایدار از منابع، (۱۳۸۲)، مدیریت آب آبیاری در مزرعه، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۷۹.

4- Carvallo, H.O., Holzapfel, E.A., Lopez, M.A. and Marino M.A. (1998). Irrigated cropping optimization. Journal of Irrigation and Drainage. Engineering, ASCE, 124(2):67-72.

5- Juan J.A., Tarjuelo,J.M., Ortega, J.F, Valiente and M. Carrion, (1999). Management of water consumption in agriculture a model for the economic optimization of water use: application to a sub-humid area, Agr., Water Manag, 40:303-313.

6- Letey, J, Dinar, A. and Knapp, K.C. (1985). Crop-water production function model for saline irrigation waters. Soil Scince Society of American Journal .49:1005-1009.

7- Mainuddin M., Gupta, A.D. and Onta, P.R. (1997). Optimal crop planning model for an existing groundwater irrigation project in Thailand. Agricultural Water Management, 33: 43-62.

8- Paul, S., Sumhindra nath panda, and N., Kumar, (2002). Optimal irrigation allocation: A multilevel, approach. J.

of Irr. and Drain. 120(3): 149-154.
9- Sharifan, H., 2007. Investigation on 10-daily rainfall by GIS in Gorgan region-Iran. Geophysicscal Research Abstracts, Vol.9, A-11354.
10- Tarjuelo, J.M., Juan, J.A.,. Valiente, M. and Garcia P. (1996). Model for optimal cropping pattern within the farm based on crop water production functions and irrigation uniformity,II. A case study of irrigation scheduling in Albacete, Spain. Agricultural Water Management, 31:145-163.

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 2, Summer 2009, p.1-9

مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۸، ص ۹-۱

Evaluation of Rainfall Effect on Programing of Agricultural Management (Case Study: Golestan region)

H. sharifan* - B. Ghahraman – A. Alizadeh[1]

Abstract

Securing of water need in agricultural is important. Precipitation are one of the most important of water resources in agricultural, in Golestan province, especially , because Alborze mountains are in Golestan south. In research has investigated effects of rainfall to cropping pattern and intensification in Golestan farms. Rainfall used: a) have forecasted rainfalls by Minitab-13 program, b) Different probabilities of rainfalls by LST Program. Then estimated effective rainfall (by USDA method). For optimization used Lingo-8 program. Evaluations shown that in southern region (climate is: smi wet), if rainfall decreased, area of tomato and potato decreased , but canola area increased. In central and north regions (climates are: semi dried to dried), if rainfall decreased, watermelon area decreased, but canola area increased. Also if drought conditions, planting of canola, watermelon and cotton crops are important.

Key words: Cropping pattern, Intensification, Precipitation, Golestan

(*- Corresponding author, Email: H_sharifan47@yahoo.com)
1 - Contribution from Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources and College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad