

بررسی الگوی کشت محصولات زراعی در شرایط خشکسالی مطالعه موردی شهرستان چناران

زهرا مه پیکر، محمد قربانی

1- کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

2- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

zahramahpeykar@yahoo.com

ghorbani@um.ac.ir

چکیده

در این مطالعه تاثیر خشکسالی بر روی الگوی کشت، سود خالص و عملکرد محصولات زراعی در شهرستان چناران با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی ساده و داده‌های مقطع زمانی 15 کشاورز انتخاب شده به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در سال 1388 بررسی شد. نتایج نشان داد که خشکسالی در مزرعه نماینده کوچک تاثیر بیشتری بر روی محصول گوجه-فرنگی داشته و سطح زیرکشت جو در سناریوهای مختلف خشکسالی از 9/59 به 7/5 هکتار و گوجه‌فرنگی از 1/545 هکتار به صفر و سود خالص از 9648567 به 6790275 تومان کاهش پیدا کرده است و در مزرعه نماینده بزرگ خشکسالی تاثیر یکسانی بر دو محصول ذکر شده داشته است و سطح زیرکشت جو و گوجه‌فرنگی در سناریوهای مختلف به ترتیب از 19/125 به 9/562، 20/25 به 20/125 هکتار و سود ناخالص از 102699900 به 52440890 تومان کاهش پیدا کرده است و عملکرد در هر دو مزرعه نماینده تغییر قابل توجهی نداشت. با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌شود که مدیران بخش کشاورزی به برنامه‌ریزی جهت مقابله با خشکسالی توجه بیشتری نشان دهند و تغییر الگوی کشت کشاورزان یکی از راهکارهایی است که برای کاهش خسارت ناشی از خشکسالی باید اجرا شود.

کلمات کلیدی: خشکسالی، الگوی کشت، برنامه‌ریزی خطی، چناران

1. مقدمه

آب یک عنصر کمیاب می‌باشد و به عنوان منبع حیات از عوامل رشد و توسعه جوامع بشری می‌باشد. مقایسه کشورهای واقع در مناطق معتدل با کشورهای مستقر در نواحی خشک و نیمه خشک زمین نشان می‌دهد که کمبود آب، یکی از عوامل مهم بازدارنده توسعه کشاورزی، در اکثر کشورهای در حال توسعه به خصوص کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است [1]. در شرایطی که کمبود آب در مقایسه با اراضی قابل کشت مشهود است، آب به عنوان عامل اصلی محدود کننده تولید کشاورزی مطرح است [11]. خشکسالی پدیده‌ای اقلیمی است که به طور متوالی و یا گهگاه باعث بروز صدماتی به نقاطی از کره زمین شده و خساراتی با مدت و شدت‌های مختلف ایجاد کرده است. همچنین خشکسالی رویدادی است که خصوصیات آن بستگی به مدت، استمرار، شدت و وسعت منطقه تحت تاثیر آن دارد. در ادوار تاریخی اخیر و در طول 300 سال گذشته، خشکسالی‌های متعددی به طور پیوسته بسیاری از نقاط را مورد آسیب قرار داده که آثار تخریبی نیز از خود به جا گذاشته است [10]. با توجه به بحران‌ها و چالش‌های ذکر شده، امروزه تغییر الگوی کشت کشاورزان، استفاده بهینه از منابع آب و حفظ تنوع گیاهی در سطوح مختلف در مراتع، از راهکارهای اساسی است که اکثر کارشناسان برای مقابله و کاهش

خسارات ناشی از خشکسالی بر آن تاکید دارند[4]. توکلی و فرداد(1375) از مدل بهینه‌سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که با کاهش 31,3 درصدی آب مصرفی، اگر چه عملکرد به میزان 13,8 درصد کاهش می‌یابد اما سود خالص نهایی تغییراتی نداشته و در این حالت بالاترین میزان درآمد خالص به ازای واحد آب مصرفی به دست می‌آید. دلخوش(1385) تاثیر خشکسالی بر پوشش گیاهی استان سیستان و بلوچستان را بررسی نمود. نتایج نشان داد که کاهش 59 درصدی بارندگی‌ها نسبت به میانگین بلندمدت از عوامل عمده بروز خشکسالی‌های مهلک چند سال اخیر بوده و موجب تخریب پوشش گیاهی می‌شود. دریجانی و همکاران(1386) به برآورد خسارت ناشی از خشکسالی بر تولید گندم دیم در استان گلستان پرداختند. نتایج نشان داد که با کاهش یک درصدی رطوبت خاک، عملکرد محصول گندم کاهش جدی (130 کیلو گرم در هکتار) داشته است و در مجموع ارزش افت عملکرد ناشی از خشکسالی معادل 312 هزار ریال در هکتار و 65 میلیارد ریال برای کل استان ارزیابی گردید. اشگر طوسی و همکاران(1387) به بررسی بهینه‌یابی الگوی کشت در وضعیت خشکسالی در دشت قوچان پرداختند. نتایج نشان داد که در صورتی که دمای هوا 2 درجه سانتیگراد افزایش یابد و بارندگی 20 درصد کاهش یابد، سطح زیر کشت کل حدود 10 درصد و سود کل به میزان 13 درصد کاهش خواهد یافت و این رقم برای 20 درصد کاهش باران موثر به ترتیب 15 و 19 درصد خواهد بود. از این رو با توجه به نقش حیاتی آب و تاثیر آن بر برنامه‌ریزی بخش کشاورزی و اینکه خشکسالی یک واقعیت عینی در کشور و به خصوص در خراسان رضوی محسوب می‌شود و بخش کشاورزی را به طور مستقیم و غیر مستقیم تحت تاثیر قرار می‌دهد، لذا در این مطالعه تلاش شده است تا تاثیر خشکسالی بر الگوی کشت، سود خالص و عملکرد محصول با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی سنجیده شود تا بتوان راهنمای مدیران و مسئولان در بخش کشاورزی باشد.

2. مواد و روش‌ها

از آنجا که هدف اصلی علم اقتصاد، تخصیص منابع کمیاب بین فعالیت‌های رقیب است، لذا استفاده از روش‌ها و تکنیک‌هایی که بتواند به اهداف مذکور تحقق ببخشد ضروری می‌باشد. یکی از روش‌هایی که در زمینه تخصیص بهینه منابع کمیاب کاربرد دارد، الگوی برنامه‌ریزی ریاضی است[2]. برنامه‌ریزی ریاضی¹ ابزاری سودمند برای مطالعه و تحلیل نظام‌های کشاورزی است. از زمان شروع استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی تاکنون، تحقیقات اجرایی با بهره‌گیری از الگوهای مختلف نظری صورت گرفته است. توسعه این الگوها به عوامل متعددی از جمله توانایی پژوهشگر در فرمول‌بندی چارچوب ریاضی مسائل واقعی، وجود الگوریتم متناسب برای حل مدل (برای مثال الگوریتم سیمپلکس در برنامه ریزی خطی)، جمع آوری یافته‌های تجربی برای یافتن راه حل‌های کافی مسائل واقعی و در نهایت وجود ابزارهای مفید برای اجرای الگوریتمها وابسته است[13]. در برنامه‌ریزی ریاضی سعی بر ساده سازی و واقع‌گرا نمودن الگوست. برنامه‌ریزی خطی نشان دهنده روشی اصولی است که برای کسب نتایج مطلوب، دلخواه‌ترین راه عملی را از روی مبانی ریاضی تعیین می‌کند. برنامه‌ریزی خطی در بسیاری از زمینه‌های مختلف مانند تدارکات ارتش، پرداخت‌های صنعتی، سازمان کار و تخصیص منابع به کار برده می‌شود. مدیران کشاورزی بسیاری از کشورها نیز این فن جدید را برای حل مشکلات ترکیب رشته‌های تولیدی به منظور به حداقل رساندن هزینه‌ها بکار می‌گیرند[9]. در مطالعه حاضر از برنامه‌ریزی خطی معمولی استفاده شده است. برنامه‌ریزی خطی، یا همان بهینه‌سازی خطی، روشی در ریاضیات است که به پیدا کردن مقدار کمینه یا بیشینه از یک تابع خطی روی

¹ Mathematical programming

یک چند ضلعی محدب می‌پردازد. این چند ضلعی محدب در حقیقت نمایش نموداری تعدادی محدودیت از نوع نامعادله روی متغیرهای تابع است. به بیان ساده‌تر به وسیله برنامه‌ریزی خطی می‌توان بهترین نتیجه (مثلاً بیشترین سود یا کمترین هزینه) را در شرایط خاص و با محدودیت‌های خاص به دست آورد فرم استاندارد این مدل در حالت حداکثر سازی به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max } z = -\sum_{j=1}^n r_j x_j + \sum p_i x_i \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

$$\text{s. t:} \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2)$$

$$x_j \geq 0 \quad (3)$$

در مدل فوق، Z تابع هدف، X_j متغیر تصمیم سطح [امین فعالیت مزرعه، I_j هزینه هر هکتار فعالیت، p_i قیمت هر هکتار فعالیت I_j، a_{ij} ضریب فنی مدل برنامه‌ریزی خطی و b_i میزان موجودی منبع i ام می‌باشد [9]. به‌طور کلی هر مدل یا الگوی برنامه‌ریزی خطی از دو قسمت اساسی تابع هدف و محدودیت‌ها تشکیل شده است. ساختار تابع هدف و مقدار ضرایب فعالیت‌ها در تابع هدف، بستگی به هدف تحقیق دارد. محدودیت‌ها نیز به چهار دسته تقسیم می‌شوند. محدودیت‌های ناشی از منابع تولید، محدودیت‌های تناوبی، محدودیت بازار و محدودیت قانونی. باحل مسئله برنامه‌ریزی خطی، این امکان فراهم می‌گردد تا حساسیت نتایج به دست آمده نسبت به تغییر در ضرایب تابع هدف و یا مقادیر سمت راست محدودیت‌ها بررسی گردد که به این عمل تحلیل حساسیت گفته می‌شود [8]. هدف برنامه‌ریزی خطی به حداکثر یا حداقل رساندن تابع هدف با در نظر گرفتن تعدادی از محدودیت‌ها (منابع) و متغیرهای تصمیم (فعالیت‌ها) بطور همزمان می‌باشد. از آنجا که برنامه‌ریزی خطی یک تکنیک بهینه کردن تک هدفه است و طبیعت بسیاری از مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی چند هدفه است، در چنین وضعیتی روش‌های سنتی برنامه‌ریزی نمی‌تواند جوابگوی خواسته‌های تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران باشد.

3. داده‌های تحقیق

جامعه آماری مورد استفاده در این پژوهش کشاورزان شهرستان چناران که از شهرهای استان خراسان رضوی می‌باشد و در فاصله 50 کیلومتری شمال غربی مشهد واقع شده است. مجموع اراضی کشاورزی چناران 123050 هکتار می‌باشد. از جمله امکانات و قابلیت‌های این شهرستان می‌توان به وجود پتانسیل‌های بالا جهت کشت و تولید محصولات استراتژیک از جمله گندم، جو و چغندر، وجود منابع آبی مناسب و وجود نیروی انسانی جوان در بخش کشاورزی اشاره کرد [12]. برای انتخاب نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، استفاده شد. داده‌های استفاده شده در این پژوهش مربوط به 15 کشاورز شهرستان چناران می‌باشد که این داده‌ها در سال 1388 با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری گردید. سپس براساس سطح زیر کشت کشاورزان با متوسط گیری در دو گروه همگن قرار گرفتند. به منظور انجام برآورد مدل برنامه‌ریزی از نرم‌افزار QSB و Excel استفاده شده است. فعالیت‌های عمده تولیدی کشاورزان در جدول شماره 1 ارائه شده است.

جدول 1- متغیرهای موجود در معادله برنامه‌ریزی خطی

واحد	متغیر	معرفی متغیرها (فعالیت‌ها)
هکتار	X ₁	کشت گندم
هکتار	X ₂	کشت جو
هکتار	X ₃	کشت گوجه فرنگی
هکتار	X ₄	کشت چغندر قند

تومان	X ₅	گرفتن وام از بانک
هکتار	X ₆	آیش گذاری یک هکتار از زمین
تومان	X ₇	فروش یک کیلو گرم گندم
تومان	X ₈	فروش یک کیلو گرم جو
تومان	X ₉	فروش یک کیلو گرم گوجه فرنگی
تومان	X ₁₀	فروش یک کیلو گرم چغندر قند

ماخذ: داده‌های بررسی

جدول 2- محدودیت‌های موجود در الگو

شماره محدودیت	نام محدودیت
1	زمین
2	آب در بهار
3	آب در تابستان
4	آب در پاییز
5	آب در زمستان
6	سرمایه
7	تسهیلات
8	نیروی کار
9	تولید گندم
10	تولید جو
11	تولید گوجه فرنگی
12	تولید چغندر قند
13	تناوب محصولات زراعی زمستانه
14	تناوب محصولات زراعی تابستانه
15	آیش

ماخذ: داده‌های بررسی

4. نتایج بحث

در این مطالعه برای تعیین الگوی بهینه کشت و سپس بررسی خشکسالی بر روی آن، پس از استخراج اطلاعات پرسشنامه‌های تکمیل شده، از طریق میانگین‌گیری، دو مزرعه نماینده تعیین شد. ابتدا الگوی بهینه کشت با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی برآورد گردید که بر اساس آن دو محصول گندم و چغندر قند از الگوی کشت حذف شدند و سپس مقدار آب در دسترس کشاورز در 10 سناریو به میزان 5%، 10%، 15%، 20%، 25%، 30%، 35%، 40%، 45%، 50% کاهش داده شد و تاثیر آن بر روی الگوی کشت، سود و عملکرد محصولات بررسی شد، که نتایج آن در جداول شماره 3 و 4 ارائه شده است.

جدول 3- تاثیر خشکسالی بر الگوی بهینه کشت در مزرعه کوچک

بازده برنامه ای	گوجه فرنگی	جو	خشکسالی	مزرعه نماینده
9648567	1.545	9.59	الگوی بهینه کشت	ت ۴
9604993	1.331	9.59	5%	
9493932	1.117	9.59	10%	
9339329	0.902	9.59	15%	
9184725	0.688	9.59	20%	

9030121	0.474	9.59	25%	
8875518	0.26	9.59	30%	
8720914	0.045	9.59	35%	
8152230	0	9	40%	
7471253	0	8.25	45%	
6790275	0	7.5	50%	

ماخذ: داده‌های بررسی

جدول 4- تاثیر خشکسالی بر روی الگوی بهینه کشت در مزرعه بزرگ

بازده برنامه ای	گوجه‌فرنگی	جو	خشکسالی	مزرعه نماینده
102699900	20.25	19.125	الگوی بهینه کشت	بزرگ
98007180	19.237	18.168	5%	
93314490	18.225	17.212	10%	
88621800	17.212	16.256	15%	
83929100	16.2	15.3	20%	
78726580	15.187	14.343	25%	
73469440	14.175	13.387	30%	
68212300	13.162	12.431	35%	
62955160	12.15	11.475	40%	
57698030	11.137	10.518	45%	
52440890	10.125	9.562	50%	

ماخذ: داده‌های بررسی

همانطور که در جداول 3 و 4 مشاهده می‌کنید با کم شدن میزان آب در دسترس در سناریوهای مختلف از 5% تا 50% میزان سود خالص در مزرعه کوچک از 9648567 به 6790275 تومان و به همین صورت در مزرعه بزرگ از 102699900 به 52440890 تومان کاهش پیدا کرده است. تاثیر خشکسالی بر الگوی کشت کاملاً مشهود می‌باشد. در جداول 5 و 6 سناریوهای مختلف خشکسالی با یکدیگر و با الگوی بهینه کشت مقایسه شده است.

جدول 5- تاثیرات خشکسالی بر الگوی بهینه کشت

درصد تغییرات هر سناریو نسبت به سناریو قبل			خشکسالی	مزرعه نماینده
بازده برنامه ای	گوجه‌فرنگی	جو		
-0.45	-13.85	0	5%	بزرگ
-1.15	-16.08	0	10%	
-1.63	-19.25	0	15%	
-1.66	-23.72	0	20%	
-1.68	-31.1	0	25%	
-1.71	-45.14	0	30%	
-1.74	-82.7	0	35%	
-6.52	-100	-6.15	40%	
-8.35	-100	-8.3	45%	
-9.11	-100	-9.1	50%	

ماخذ: داده‌های بررسی * - کاهش

جدول 1-5- تاثیرات خشکسالی بر الگوی بهینه کشت

درصد تغییرات هر سناریو نسبت به الگوی بهینه کشت			خشکسالی	مزرعه نماینده
بازده برنامه ای	گوجه فرنگی	جو		
-0.45	-13.85	0	5%	بازار
-1.6	-27.7	0	10%	
-3.2	-41.61	0	15%	
-4.8	-55.47	0	20%	
-6.41	-69.32	0	25%	
-8.01	-83.17	0	30%	
-9.62	-97.08	0	35%	
-15.51	-100	*-6.15	40%	
-22.6	-100	-14	45%	
-29.62	-100	-21.8	50%	

ماخذ: داده‌های بررسی * - کاهش

مقایسه سناریوهای مختلف خشکسالی در مزرعه کوچک نشان می‌دهد که محصول جو تا 40% خشکسالی درصد تغییراتش صفر بود. در 40% خشکسالی سطح زیر کشت جو کاهش 6/15 درصدی پیدا کرد و در سطح 45% کاهش 8/3 درصدی و در 50% کاهش 9/1 درصدی از خود نشان داد و مقایسه سناریوهای مختلف خشکسالی با الگوی بهینه کشت برای جو تا 40% خشکسالی تغییری در الگوی کشت جو ایجاد نکرد و بعد از آن کاهش 6/15، 8/3، 9/11 درصدی را از خود نشان داد. سطح زیر کشت محصول گوجه‌فرنگی در مقابل خشکسالی کاهش 13/85 تا 45/14 درصدی از خود نشان داد تا اینکه در سطح خشکسالی 35% به کاهش 82/7 درصدی رسید و بعد از آن سطح زیر کشت به صفر رسید و مقایسه سناریوهای مختلف خشکسالی با الگوی بهینه کشت برای گوجه‌فرنگی کاهش 13/85 تا 97/08 درصدی را نشان داد و بعد از آن سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی صفر شد. در واقع محصول گوجه‌فرنگی نشان داد در مقابل خشکسالی نسبت به محصول جو حساسیت بیشتری دارد. میزان سود خالص در مزرعه کوچک، مقایسه سناریوهای مختلف خشکسالی با یکدیگر کاهش 0/45 تا 9/11 درصدی و در مقایسه با الگوی بهینه کشت کاهش 0/45 تا 29/62 درصدی داشته است.

جدول 6- تاثیرات خشکسالی بر الگوی بهینه کشت

درصد تغییرات هر سناریو نسبت به سناریو قبل			خشکسالی	مزرعه نماینده
بازده برنامه ای	گوجه فرنگی	جو		
-4.57	-5.01	-5.004	5%	بازار
-4.78	-5.26	-5.262	10%	
-5.03	-5.558	-5.56	15%	
-5.3	-5.88	-5.88	20%	
-6.2	-6.25	-6.255	25%	
-6.67	-6.66	-6.665	30%	
-7.15	-7.14	-7.141	35%	
-7.7	-7.68	-7.69	40%	
-8.35	-8.33	-8.34	45%	
-9.11	-9.08	-9.09	50%	

ماخذ: داده‌های بررسی * - کاهش

جدول 1-6- تاثیرات خشکسالی بر الگوی بهینه کشت

درصد تغییرات هر سناریو نسبت به الگوی بهینه کشت			خشکسالی	مزرعه نماینده
بازده بر نامه ای	گوجه فرنگی	جو		
-4.57	-5.00247	-5.00392	5%	ب ب ب
-9.14	-10	-10.0026	10%	
-13.7	-15.0025	-15.0013	15%	
-18.27	-20	-20	20%	
-23.34	-25.0025	-25.0039	25%	
-28.46	-30	-30.0026	30%	
-33.58	-35.0025	-35.0013	35%	
-38.7	-40	-40	40%	
-43.82	-45.0025	-45.0039	45%	
-48.94	-50	-50.0026	50%	

ماخذ: داده‌های بررسی * - کاهش

در مزرعه بزرگ نیز مقایسه سناریوهای مختلف خشکسالی با یکدیگر و الگوی بهینه کشت صورت گرفت که در مقایسه سناریوهای خشکسالی با یکدیگر سطح زیر کشت محصول جو در مقابل خشکسالی کاهش 5 تا 9/09 درصدی را داشته است و در مقایسه با الگوی بهینه کشت کاهش 5 تا 50 درصدی داشت. سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در مقابل خشکسالی کاهش به ترتیب برابر با 5 تا 9/08 درصدی و در مقایسه با الگوی بهینه کشت کاهش 5 تا 50 درصدی را نشان می‌دهد. در مزرعه بزرگ خشکسالی تاثیر یکسانی بر محصولات جو و گوجه‌فرنگی داشته است. بررسی میزان سود در مزرعه بزرگ نشان داد که مقایسه سناریوهای مختلف خشکسالی با یکدیگر کاهش 0/45 تا 9/11 درصدی و در مقایسه با الگوی بهینه کشت کاهش 4/57 تا 48/94 درصدی داشته است.

جدول 7- میزان عملکرد محصولات جو و گوجه‌فرنگی در شرایط خشکسالی

عملکرد				خشکسالی
مزرعه بزرگ		مزرعه کوچک		
گوجه فرنگی	جو	گوجه فرنگی	جو	
75000	5820.999	40018.49	5250	0
75001.975	5821.241	40012.88	5250	5%
75000	5821.171	40005.11	5250	10%
75002.208	5821.089	40038.02	5250	15%
75000	5821.001	40033.23	5250	20%
75002.502	5821.304	40024.11	5250	25%
75000	5821.217	40000	5250	30%
75002.85	5821.117	40634.89	5250	35%
75000	5821	0	5250	40%
75003.367	5821.415	0	5250	45%
75000	5821.304	0	5250	50%

ماخذ: داده‌های بررسی

در این بررسی در مزرعه کوچک میزان عملکرد دو محصول جو و گوجه‌فرنگی در الگوی کشت تغییر قابل توجهی نداشته است. سطح زیر کشت و تولید جو تا جایی که مقدار آب در دسترس 35% کاهش داشته باشد تغییر نمی‌کند و این نشان‌دهنده این است که جو نسبت به تنش‌های آبی حساسیت زیادی نشان نمی‌دهد. ولی گوجه‌فرنگی با توجه به اینکه محصولی است

که به آب زیادی نیاز دارد با تغییر منابع آب در دسترس سطح زیرکشت و تولید آن کاهش می‌یابد و در سناریوهای 40%، 45% و 50% خشکسالی، مقدار سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی به صفر می‌رسد، بنابراین نسبت به تنش‌های آبی عکس‌العمل زیادی نشان می‌دهد. در مزرعه بزرگ نیز سطح زیرکشت و سود خالص در دو محصول کاهش می‌یابد و عملکرد دو محصول در مزرعه بزرگ با کاهش مقدار آب موجود تغییر قابل توجهی نمی‌کند.

5. پیشنهادات

1. توجه بیشتر مدیران بخش کشاورزی به برنامه‌ریزی در زمینه خشکسالی و انجام سرمایه‌گذاری‌های لازم برای مقابله با بحران خشکسالی و اینکه دولت باید از محصولاتی که مخصوص مناطق خشک هستند حمایت کند، خرید تضمینی آنها را در دستور کار خود قرار دهد و کشاورزان را به کاشت این محصولات تشویق کند چرا که این محصولات در مقابل خشکسالی مقاوم هستند.
2. تغییر الگوی کشت کشاورزان یکی از راهکارهایی است که برای کاهش خسارت ناشی از خشکسالی پیشنهاد و بر اجرای آن تاکید می‌شود. در سال‌های خشکسالی باید گیاهان مقاوم به خشکی در اولویت کاشت قرار گیرند و از گیاهانی استفاده کنیم که درصد خسارتشان در خشکسالی کمتر از سایر گیاهان باشد و انتهای فصل رشد آنها به تابستان و هوای گرم برخورد نکند و حداکثر فصل رشد آنها با حداکثر فصل بارندگی منطبق باشد. در مزرعه‌ای که جو و گوجه‌فرنگی کاشت می‌شود باید درصد اختصاص یافته سطح زیرکشت به جو افزایش یابد.

6. منابع

1. اشگر طوسی، ش و ح، تقی‌زاده کاخکی، 1387. بهینه‌سازی الگوی کشت در وضعیت خشکسالی، مطالعه موردی دشت قوچان. مجموعه مقالات اولین هم‌اندیشی الگوی کشت محصولات زراعی و باغی کشور، تهران.
2. باقریان، ع، ا، صالح و غ، پیکانی، 1386. بهینه‌سازی الگوی کشت در منطقه کازرون با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.
3. توکلی، ع و ح، فرداد. 1375. بهینه‌سازی کم آبیاری براساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندر در کرج. دومین کنگره مسائل آب و خاک کشور، تهران.
4. حیدری شریف‌آباد، ح. 1383. روشهای کاهش خسارت خشکی و خاشکسالی. انتشارات معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی.
5. داورپناه، غ. 1380. بررسی مهمترین اثرات اقتصادی و اجتماعی سیل و خشکسالی و روشهای کمک دولت در کاهش این تاثیرات. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل.
6. دريجانی، ع، ص، حسینی و م، قربانی، 1386. برآورد ارزش خسارت ناشی از خشکسالی بر تولید گندم دیم در استان گلستان. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره 64، صفحات 83-95.

7. دلخوش، م. 1385. بررسی تاثیر خشکسالی بر پوشش گیاهی استان سیستان و بلوچستان. فصلنامه جنگل و مرتع، شماره 72، صفحات 86-91.
8. سلطانی، غ، م، زیبایی و ا، کهخا. 1378. کاربرد برنامه ریزی ریاضی در کشاورزی. انتشارات سازمان تحقیقات، آب و ترویج کشاورزی.
9. قربانی، م. 1386. طرح بهینه زراعی در سوادکوه مازندران، دانشگاه فردوسی مشهد.
10. مختاری، د و ا، صالح. 1386. بررسی آثار خشکسالی در منطقه سیستان و سازکارهای تعدیلی بکار گرفته شده توسط زیان دیدگان از خشکسالی. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.
11. نوریجو، ا. 1380. بررسی تاثیر سطوح مختلف آبیاری در زراعت گوجه فرنگی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل.
12. وزارت جهاد کشاورزی. 1385. سیمای کشاورزی شهرستان چناران.
13. Lara, P, I.S. Minasian(1999), *Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability, Agricultural systems*, 62:141-131.