

تعیین الگوی کشت بهینه همسو با مدیریت منابع آب دشت مشهد- چناران

نجمه مجیدی، امین علیزاده، محمد قربانی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

استاد دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

دانشیار دانشکده کشاورزی، گروه اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

با توجه به نامناسب بودن پراکندگی زمانی و مکانی ریزش‌های جوی در ایران و پایین بودن راندمان آبیاری در کشاورزی، آب به عنوان محدود کننده ترین عامل تولید در کشاورزی مطرح می‌باشد. در مقاله حاضر الگوی کشت فعلی دشت مشهد- چناران مورد بررسی قرار گرفته و با جمع‌آوری داده‌های مربوط به سال ۱۳۸۸، با هدف کاهش مصرف آب، الگوی کشت بهینه و تقریباً بهینه تعیین شد. برای رسیدن به این هدف از برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی ایجاد گزینه‌ها استفاده شد. نتایج مربوط به الگوی کشت بهینه حاصل از برنامه‌ریزی خطی نشان داد که با بکارگیری و اختصاص تمام سطح زیر کشت به محصولات و نیز کسب بازده برنامه‌های مشابه الگوی فعلی، میزان مصرف آب کاهش یافته است که ناشی از ترکیب جدید محصولات در نظام تولید می‌باشد. همچنین الگوهای تقریباً بهینه نشان دادند که حتی با افزایش ۵٪ و ۷٪ در مقدار آب مصرفی نسبت به حالت بهینه، تنها حداقل ۱/۵٪ بازده برنامه‌ای افزایش یافته است که به لحاظ اهمیت تداوم استفاده از منابع آب و حفاظت از این منبع با ارزش چنین برداشت اضافی توصیه نمی‌شود. با توجه به نتایج، بکارگیری الگوهای بهینه‌سازی در تدوین الگوی کشت در دشت توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی

الگوی کشت بهینه، مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی تقریباً بهینه.

۱- مقدمه

آب یکی از مهم ترین عوامل رشد و توسعه کشورهاست. کمبود آب آشامیدنی از یک سو، و نیاز روز افزون به غذا از سوی دیگر، منابع آب موجود را با بحران جدی مواجه کرده است. خاورمیانه از جمله مناطقی می‌باشد که به شدت با مشکل محدودیت منابع آب شیرین مواجه است به طوری که بسیاری از کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند که در آینده در گیری‌های فراوانی بر سر تصاحب منابع آب شیرین منطقه صورت خواهد گرفت. ایران نیز از یک طرف به دلیل کم بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی، در زمرة کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد و از طرف دیگر، به



دليل رشد جمعيت، گسترش شهرنشيني و توسعه بخش‌های اقتصادي روزبه روز با افزایش تقاضاي آب مواجه می‌باشد[1]. پايین رفتن سطح سفره‌های آب زيرزمیني و بحراني شدن وضعیت آب در بیش از ۱۲۰ دشت از دشت‌های مستعد کشورکه هر ساله به اين تعداد اضافه می‌شود، يكی از بزرگترین مشكلات بخش کشاورزی است. کشاورزی به عنوان يكی از محورهای اساسی توسعه اقتصادي است.

اهميٽ کشاورزی در توسعه اقتصادي سبب شده است که افزایش تولید و درآمد کشاورزان در ايران همواره مورد توجه سياستمداران قرار داشته باشد. بهره برداران کشاورزی مجريان اصلی برنامه‌ها و سياست‌های پیشنهادی در سطح مزرعه اند و ميزان پذيرش و استقبال آنها از سياستها و برنامه‌های جديد نقش تعين کننده‌ای در موقفت اين برنامه‌ها دارد. اين در حالی است که کشاورزان در تصميم گيري برای کشت محصولات زراعي به هدفهای مختلفی چون حداکثر کردن درآمد خالص، حداقل کردن هزینه، استفاده حداکثر از نيروي کار خانوادگي و دستيابي به سطوح مشخصی از درآمد برای تأمین حداقل نياز ضروري خانواده خويش توجه می‌كنند. در حال حاضر قسمت اعظم مصارف آب استحصالی کشور به بخش کشاورزی اختصاص دارد[2].

به رغم سرمایه گذاري‌های قابل ملاحظه‌ی انجام شده در بخش آب، به دلایل همچون بالا رفتن هزینه استحصال هر متر مکعب آب از منابع آبی جديد در کشور، برداشت بی رویه از برخی منابع آب موجود، عدم تغذيه مناسب سفره‌های آب سطحی و زير زميني، رعيات نشدن اصول مربوط به نگهداري و حفاظت از منابع آب و خاک کشور، رشد بخش صنعت و توسعه شهر نشيني و سرانجام بروز پدیده خشکسالی در سالهای اخير، آلودگی و نابودی بسياری از منابع آبی کشور همچنان ادامه دارد. در نتيجه، عرضه آب در برخی از مناطق نتوانسته است پاسخگوی تقاضاي فراينده آن باشد، به گونه‌ای که آب به کالاي رقابتی برای مصارف مختلف تبدیل شده است که اين محدوديت با توجه به مصرف ۹۰ درصدی بخش کشاورزی بيشتر جلوه می‌کند[5].

لذا به نظرمي رسد که کمبودمنابع آب، علاوه بر کند کردن روند توسعه کشاورزی، باعث خسارات و زيان هايي نيز در آينده خواهد شد. پياده‌سازی نظام بهره‌وروي آب کشاورزی در ساختار مدیريت آب کشور، يكی از راهکارهای توصيه شده می‌باشد. لذا برای جلوگيری از بحران، باید به سمت مدیريت تقاضاي آب از جمله به سمت تغيير در الگوي کشت حرکت کرد.

مطالعات مختلفي در ايران در مورد استفاده از برنامه‌ريزي رياضي برای بهينه سازي در زمينه‌های مختلف از جمله مدیريت منابع آب و تعين الگوي بهينه کشت صورت گرفته است. مطالعه عباسی و قدمی نشان داد که با وجود کاهش برداشت از منابع آب زيرزمیني، سود خالص حاصل از الگوي ارایه شده، روند افزایشي دارد. همچنين بيلان منفي در دشت تعديل شده و به تدریج مثبت می‌گردد[7].



قادری و همکاران با استفاده از نتایج مدل زمان و مکان، برداشت بهینه از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی را مشخص کرده اند[8]. کوپایی و قربانی معتقدند جیره‌های بهینه تقریبی، مکمل جیره‌های بهینه است که هزینه ثابتی را در بر دارد و گزینه‌های گوناگونی را ایجاد می‌کند[3]. سلطانی و اسدی نشان دادند که کاربرد الگوی بهینه کشت، تالاندازه درخور ملاحظه ای درآمد زارعان را افزایش می‌دهد واز طرفی بهره برداری بهینه از منابع انجام می‌گیرد[9]. نتایج مطالعات چیذری و قاسمی نشان داد که الگوی مورد استفاده‌ی واحد مورد مطالعه دارای توجیه اقتصادی نبوده و بکارگیری الگوی پیشنهادی سبب افزایش سود و کاهش هزینه‌های تولید و صرفه جویی در مصرف آب می‌شود[12]. باقیریان و همکاران نتیجه گرفتند که بکارگیری مدل‌های بهینه ضمن افزایش سودآوری، مقداری از زمینهای زراعی را بدون استفاده می‌گذارند که بیانگر آن است که الگوی بهینه کشت می‌تواند سود بیشتری را با مقدار زمین کمتری ارائه دهد[10]. اسدپور و همکاران معتقدند که امکانات بالقوه و بالفعل برای بهبود دسترسی به اهداف مدیریت بخش کشاورزی در منطقه موردمطالعه وجوددارد، بطوریکه مقادیر بهینه الگوی کشت برای محصولات مختلف زراعی با پیشنهاد جدید مدل می‌توانند درآمد ناخالص مزرعه را به ازای هر هکتارتا مبلغ ۳۳۶۱۰۰ ریال افزایش دهند[11].

نتایج تحقیقات منصوری و همکاران نشان داد که با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، تصمیم‌گیری برای کشاورزان در شرایط نامناسب زیست محیطی تسهیل می‌گردد، شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهادهای به نحو مطلوبتری بهره‌برداری می‌گردد[14]. غلامی علاوه بر شناسایی منابع محدود کننده تر در الگو، با تحلیل حساسیت مسئله نشان داد که بازده برنامه‌ای پیشنهادی انعطاف‌پذیری بسیار خوبی دارد[13]. ترکمانی و صبوری با مقایسه بازده آب در الگوی کشت فعلی و الگوی کشت پیشنهادی اظهار داشتند که زارعین میتوانند از آب استفاده مناسب‌تری داشته باشند[6]. ترکمانی و صداقت نشان دادند رعایت الگوهای بهینه و به نسبت بهینه موجب افزایش چشمگیری در بازده برنامه‌ای بهره‌برداران خواهد داشت[4].

نتایج مطالعات جفری و همکارانش نشان داد که با روش برنامه‌ریزی خطی، کل هزینه سالیانه حدود ۵/۵ درصد کاهش پیدا کرده است. و جیره‌های حاصل از الگوی MGA تنوع مواد غذایی بیشتری نسبت به جیره حاصل از برنامه ریزی خطی معمولی دارد[15].

دشت مشهد-چnaran از مناطق مهم کشت محصولات زراعی در استان خراسان به شمار می‌رود. مصرف آب در بخش کشاورزی ۹۵۷ میلیون متر مکعب میباشد که از این میزان حدود ۱۲٪ مربوط به آبهای سطحی و ۸۸٪ مربوط به آبهای زیرزمینی است. لذا این دشت با افت ۱/۲ متر سطح آب زیرزمینی در سال، جزء دشت‌های بحرانی محسوب می‌شود[2]. با توجه به این مهم، در این مطالعه تلاش شده با ارائه الگوی کشت مبتنی بر کاهش آب مصرفی در دشت مشهد-چnaran، با در نظر داشتن افزایش



سود و حفظ سطح اشتغال، و با استفاده از مدل برنامه ریزی ریاضی، این مسأله مورد بررسی قرار گردید. بطور متداول در ارایه الگوی بهینه کشت از روش‌های بهینه سازی قطعی مانند برنامه ریزی خطی معمولی (LP)^۱ استفاده می‌شود که از فرضیات این برنامه، بی تفاوتی بهره برداران نسبت به پدیده ریسک است و هدف آن حداکثر کردن سود فعالیت هاست. لذا این روش تمام جوابهای غیر بهینه را حذف میکند تا بهترین جواب موجه که به ازای آن مطلوبترین مقدار تابع هدف ایجاد می‌شود (جواب بهینه)، به دست آید. در حالیکه روش الگوسازی ایجاد آلترناتیو (MGA)^۲ این امکان را فراهم میکند که طیف وسیعی از جوابهای قابل قبول در محدوده جواب بهینه برای تصمیم گیرندگان وجود داشته باشد تا از میان این برنامه‌ها برنامه‌ای که علاوه بر لحاظ کردن امکانات و محدودیت‌ها، بتواند اهداف آنها را تأمین کند، انتخاب شود. MGA با فراهم کردن جوابهایی که در سطوح قابل اغماضی از سطح بهینه میتواند دامنه‌ای از گزینه‌های قابل قبولی را ارایه دهد که امکان جایگزینی آنها با یک جواب خاص برای مسئله، وجود دارد. به این ترتیب مجموعه‌ای از جوابها پیش روی تصمیم گیرندگان وجود خواهد داشت [4]. بنابراین با توجه به مطالبی که بیان شد هدف این تحقیق، تعیین الگوی بهینه و تقریباً بهینه کشت و تأثیر آن بر مقادیر مصرف آب است.

۲- مواد و روشها

اطلاعات مورد نیاز این مطالعه از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه به روش نمونه گیری ساده از ۱۰ کشاورز نماینده و همچنین سازمان کشاورزی گردآوری شده است. برای تعیین الگوی بهینه در ابتدا از برنامه ریزی خطی معمولی استفاده شد، فرم کلی برنامه ریزی خطی که در اینجا هدف، حداقل کردن مصرف آب است به این شکل می‌باشد:

$$\text{Min } Z = C'X \quad (1)$$

$$\text{St.} \quad AX \geq or \leq B \quad (2)$$

$$X \geq 0;$$

که Z مقدار تابع هدف و قابل محاسبه است. B مقدار منابع در دسترس، C' ضرایب تابع هدف که در اینجا میزان آب مصرفی محصولات است. X متغیرهای تصمیم که محصولات کشت شده در الگو است. در A ماتریس ضرایب فنی متغیرها یا میزان مصرف هر منبع در تولید یک واحد از هر فعالیت است. در مرحله بعد برای بدست آوردن الگوی تقریباً بهینه با اعمال سطوح قابل اغماض (j) در مقدار بهینه تابع هدف Z^* یا همان مینیمم آب مصرفی، این ردیف به محدودیتهای قبلی اضافه می‌شود و هدف مینیمم

¹. Linear Programming

². Modelling to Generate Alternatives



کردن مجموع فعالیت‌هایی است که در حل برنامه ریزی خطی، غیرصفر بودند. در واقع مقدار تابع هدف با سطوح قابل اغماض

(j) افزایش یافت تا علیرغم پذیرش ریسک کاهش بیشتر منابع آبی نسبت به حالت بهینه (افزایش آب مصرفی)، اثرات آن بر دیگر محدودیت‌ها و همچنین سود حاصل از آن بررسی شود. لذا فرم برنامه ریزی ایجاد گزینه‌ها به این حالت است:

$$\text{Min } Z$$

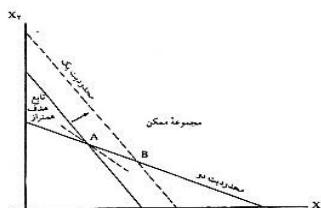
St.

$$C'X \leq (1 + j) Z^* ; \quad (3)$$

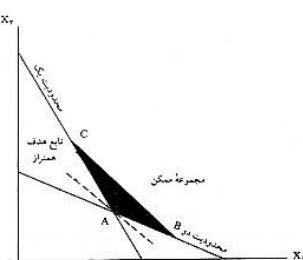
$$AX \geq 0 \text{ or } \leq 0 ;$$

$$X \geq 0 ;$$

تابع هدف این مرحله تنها دارای ضرایب صفر و یک است، به گونه‌ای که متغیرهایی که در حل بهینه غیر صفر بودند، ضریب ۱ را می‌گیرند. این عمل تا مرحله ای تکرار می‌شود که در یک سطح از j ، جوابهای غیر صفر دیگر تغییر نکنند. سپس سطح دیگری از j انتخاب می‌شود این کار تا وقتی تکرار می‌شود که سناریو‌های کافی ایجاد گردد و همچنین مقدار این سطوح قابل اغماض از سوی سیاستمداران و تصمیم‌گیرندگان قابل قبول باشد. حال به منظور روش ساختن مسئله، در اینجا با رسم شکل‌های ۱ و ۲ به تفاوت بین برنامه ریزی خطی و الگوی ایجاد گزینه‌ها می‌پردازیم. در ادامه، پارامترهای ورودی یعنی متغیرهای تصمیم، محدودیت‌ها، و ضرایب فنی مرتبط با ساختار برنامه ریزی خطی توضیح داده می‌شود.



شکل(۱): تحلیل حساسیت منابع در برنامه ریزی ریاضی [3]



شکل(۲): بیان گرافیکی MGA [3]



برنامه ریزی خطی اولیه در یک مسئله نسبت بین دو محدودیت را روی حداقل منابع قابل دسترس به حداقل می رساند. جواب برنامه ریزی خطی اولیه، با تابع هدف همتراز در نقطه A داده شده است. برای تعديل منابع قابل دسترس مربوط به محدودیت یک، تحلیل حساسیت جواب بهینه ممکن است با حرکت این محدودیت صورت پذیرد. در این مورد، جواب از A به B تغییر میکند.

نظریه اساسی در MGA که در نمودار ۲ آمده است، به صورت قابل توجهی متفاوت است. ناحیه بالایی مجموعه ممکن، در داخل سطح اغماس ویژه ای از جواب بهینه مورد بررسی قرار گرفته است. در این نمودار در داخل مجموعه ممکن، جوابهای داخلی به صورت ناحیه سایه دار مشخص شده اند. زمانی که مجموعه سطوح اغماس مورد بررسی قرار گیرد، نقطه C به عنوان یک جواب جایگزین ظاهر می شود.[3]

۱-تابع هدف

$$MinZ = \sum_{i=1}^{17} CW_i \cdot X_i \quad (4)$$

که در آن :

X_i : فعالیت آم (i=1,2,...,17)

CW_i : آب مصرفی هر هکتار از محصول آم(مترمکعب)

۲-متغیرهای تصمیمی (فعالیت ها)

رشته فعالیت های موجود که با اندیس i در الگوی برنامه ریزی خطی مشخص شدند شامل ۱۷ محصول عمده کشت شده می باشند که به ترتیب عبارتند از: گندم (i=1)، جو (i=2)، یونجه (i=3)، پیاز (i=4)، سیب زمینی (i=5)، گوجه فرنگی (i=6)، حبوبات (i=7)، ذرت علوفه ای (i=8)، چغندر قند (i=9)، کلزا (i=10)، میوه های سردرختی (i=11)، زعفران (i=12)، خربزه (i=13)، خیار (i=14)، آفتابگردان (i=15)، پسته (i=16)، انگور (i=17).

۳-محدودیت ها

۱-۳-۱-محدودیت سطح زیر کشت

مجموع سطح زیر کشت محصولات با سطح کل دشت برابر است:

$$\sum_{i=1}^{17} X_i = A_t \quad (5)$$

A_t : کل سطح زیر کشت موجود(هکتار)

^۱ Consumption Water



همچنین با توجه به اهداف مدل و کارایی بیشتران و شرایط اجتماعی سطح زیر کشت محصولات حداکثر می تواند تا ۳۰٪ افزایش یابد جز گندم که به دلیل خود کفایی نمی تواند کمتر از مقدار موجود باشد و همچنین سهم محصولات آب بر که فقط محدودیت حداکثر گونه دارد.

۲-۳-۲- محدودیت نیروی کار

$$\sum_{i=1}^{17} LM_i \cdot X_i \leq LM_t \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{17} LF_i \cdot X_i \leq LF_t \quad (7)$$

LM_i و LM_t به ترتیب کل نیروی کار مرد و نیروی کار مورد نیاز هر هکتار محصول آام (نفر - روز) LF_i و LF_t به ترتیب کل نیروی کار زن و نیروی کار مورد نیاز هر هکتار محصول آام (نفر - روز) به دلیل تفاوت در مقادیر نیروی کار زن و مرد و کارایی متفاوت آنها برای هر محصول، دو ردیف محدودیت برای این نهاده در نظر گرفته شده است.

۳-۳-۲- محدودیت سرمایه

که شامل کل هزینه های متغیر برای تولید هر واحد از محصولات است و چون در تصمیم گیری کشاورز برای انتخاب محصول مؤثر است در این مطالعه لحاظ شد.

$$\sum_{i=1}^{17} TVC_i \cdot X_i \leq TCA_t \quad (8)$$

TVC_i^1 : هزینه های متغیر تولید برای هر هکتار محصول آام (میلیون ریال)

TCA_t^2 : کل سرمایه نقدی موجود (میلیون ریال)

۴-۳-۲- محدودیت بازده برنامه ای

برای حفظ حداقل سطح سود خالص الگوی موجود ای محدودیت وارد مدل گردید.

$$\sum_{i=1}^{17} GM_i \cdot X_i \geq GM_t \quad (9)$$

GM^3 : بازده برنامه ای کل (میلیون ریال)

GM_i : بازده برنامه ای هر هکتار محصول آام (میلیون ریال)، که از رابطه زیر بدست می آید:

¹ Total Variable Cost

² Total Cash Investment

³ Gross margin

$$GM_i = TR_i - TVC_i \quad (10)$$

^۱: درآمد کل هر هکتار از محصول آام (میلیون ریال)

$$TR_i = Y_i \cdot P_i \quad (1)$$

Y_i : عملکرد هر محصول در واحد سطح (کیلوگرم بر هکتار)

P_i : قیمت بازاری هر محصول (تومان)

۵-۳-۲- محدودیت ماشین آلات

به منظور استفاده از ماشین آلات د رمراحل کاشت، داشت، برداشت، برآورده از هزینه این نهاده می تواند از پرداخت هزینه اضافی جهت به کارگیری آن جلوگیری کند.

$$\sum_{i=1}^{17} M_i \cdot X_i \leq M_t \quad (12)$$

M_i : میزان کاربری ماشین آلات مورد نیاز برای تولید هر هکتار از محصول آام (میلیون ریال در هکتار)

M_t : کل ماشین آلات در دسترس (میلیون ریال)

۶-۳-۲- محدودیت کود شیمیایی

یکی دیگر از نهاده های تولید، استفاده از کود های شیمیایی (فسفات، ازت، پتاس) است، که فرم کلی این محدودیت را می توان در این رابطه نشان داد.

$$\sum_{i=1}^{17} F_i \cdot X_i \leq F_t \quad (13)$$

F_i و F_t به ترتیب کل کود موجود در دسترس (۵۰ کیلوگرم) و مقدار کود موردنیاز برای هر هکتار محصول آام (۵۰ کیلوگرم بر هکتار)

۷-۳-۲- محدودیت سوم شیمیایی

یکی از محدودیت هایی که کشاورزان با آن مواجه هستند سوم شیمیایی است، لذا برآورد مقدار آن از استفاده بی رویه از این نهاده، جلوگیری خواهد کرد.

$$\sum_{i=1}^{17} PE_i \cdot X_i \leq PE_t \quad (14)$$

PE_i و PE_t کل سوم شیمیایی قابل دسترس کشاورزان (لیتر) و مقدار مورد نیاز سوم شیمیایی برای هر هکتار از محصول آام (لیتر در هکتار)

^۱: Total Revenue

۸-۳-۲- محدودیت تناوب زراعی

تناوب میتواند نقش مهمی در کنترل آفات و بیماریها و همچنین جلوگیری از پایین آمدن راندمان محصول داشته باشد. یک راه برای وارد کردن تناوب به این گونه است که:

$$\sum_{i=1}^{17} (-1)^i \cdot X_i \leq 0 \quad (15)$$

۹-۳-۲- محدودیت غیر منفی

در مدل برنامه ریزی خطی معمولی، متغیرهای تصمیم‌گیری، سطح زیر کشت محصولات هستند بر حسب هکتار و بنابراین نمی‌توانند مقادیر منفی داشته باشند.

$$X_1, X_2, \dots, X_{17} \geq 0 \quad (16)$$

ضرایب فنی این مطالعه در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول(۱): میزان نهاده های مورد نیاز برای هر هکتار از محصولات موجود در الگوی کشت فعلی (ضرایب فنی)

M میلیون ریال	PE لیتر	F کیلوگرم	LM نفر- روز	LF نفر- روز	GM میلیون ریال	TVC میلیون ریال	P تومان	Y کیلوگرم	CW مترمکعب	ترکیب کشت فعلی
2/2	10	10	10	0	5/74	6/86	280	4500	5000	گندم
2.6	3	10	10	0	1/175	6/25	165	4500	4000	جو
3.5	0	10	20	0	28/5	10/5	260	15000	16000	یونجه
6.5	7	15	25	175	79/6	50/4	200	65000	7000	پیاز
6	7	14	20	65	37/05	28/95	220	30000	10000	سیب زمینی
5.5	8	15	32	100	63/8	26/2	150	60000	15000	گوجه فرنگی
1/2	4	14	15	75	8/5	14	900	2500	8000	حبوبات
5/2	2	16	10	0	100/15	9/85	200	55000	11000	درت علوفه ای
6/2	10	15	42	80	3/5	26/5	50	60000	18000	چندرقند
2	7	7	5	8	2/1	5/9	400	2000	4000	کلزا
3	10	15	30	15	26.5	34	550	11000	12500	میوه های سردرختی
1/74	7	6	15	35	75	9	2800000	3	3500	زعفران
1/48	12	13	25	30	16/1	7/7	140	17000	8000	خریزه
2/7	5	5	24	45	60/76	14/24	300	25000	10000	خیار
1/58	10	3	5	10	0/1	6/2	420	1500	8500	آفتابگردان
4/3	10	10	30	25	55/3	14/9	5400	1300	10000	پسته
4/5	10	9	30	20	55	25	400	20000	7000	انگور

مأخذ: یافته های تحقیق

۳- تجزيه و تحليل نتائج

۳-۱- برنامه ريزى خطى

بعد از گرداوری اطلاعات مورد نياز، با توجه به محدوديت ها و قيدهای مسئله، الگوي برنامه ريزى خطى و الگوي ايجاد

گزينهها (MGA) برای کميته کردن مصرف آب، تعين شد. اين الگوها به گونه اي طراحى شده که کل سطح زير کشت برابر مقدار موجود آن باشد. همانطور که از جدول ۲ پيداست حبوبات، چندگرند، آفتابگردن از مدل حذف شدند. هزينه فرصت آنها به ترتيب ۴۱/۳۳۶، ۰/۳۸۰۹، ۵۵۳۷ متر مکعب است؛ يعني اگر لازم باشد که يك واحد از هر کدام از اين محصولات در الگوي کشت وارد شود به اندازه هزينه فرصت آنها مقدار جواب بهينه افزایش می يابد (هزينه فرصت با ضرائب تابع هدف، واحد يکسانی دارد).

در مورد بقیه محصولات، حداکثر تفاوت مربوط به یونجه و میوه های سر درختی است که دوممحصول آب بر هستند. لذا سطح زير کشت آنها در الگوي بهينه کاهش يافته است. سطح زير کشت بقیه محصولات نسبت به حالت فعلی افزایش داشته است. طبق نتایج حاصل از مدل، سطح زير کشت محصول كلزا تعیيري نکرده است؛ چون اين محصول از يك طرف داراي محدوديت قانوني است و نباید از الگو حذف شود واز طرفی کشاورزان تمایلی به افزایش سطح زير کشت آن، ندارند. مقایسه آب مصرفی الگوي بهينه و الگوي فعلی در جدول ۳ نشان میدهد که ميزان آب مصرفی در الگوي بهينه به اندازه ۱۴٪ کاهش يافته است اين در حاليس است که طبق همين جدول، ميزان بازده برنامه اي (GM) ثابت مانده است. پس می توان با تعیيراتی در الگوي کشت، ميزان آب مصرفی را به اندازه ۱۳۰۶۱۰۱۰۰ متر مکعب کاهش داد. جدول ۴ مقادير مصرف شده و مازاد عوامل توليد را در الگوي کشت بهينه نشان میدهد که طبق آن، نيريوي کار به اندازه ۹٪ نسبت به قبل کاهش يافته که قابل توجه نیست و می توان اين مازاد را درفعاليت های ديگر جذب کرد. ميزان ماشین آلات و کود به کار گرفته شده به ميزان کمي کاهش يافته وكل سم موجود مصرف شده است. اين در حاليس است که کل سطح زير کشت استفاده شده است. براساس قيمت سایه اي آن اگر يك واحد به اين منبع اضافه شود، ميزان آب مصرفی به اندازه ۵۷۰۳ متر مکعب افزایش می يابد. در مورد سوم اگر به اندازه يك واحد به موجودی اين منبع افزوذه گردد ميزان آب مصرفی به اندازه ۲۷۳ متر مکعب کاهش می يابد. نكته قابل تأمل، ميزان سرمایه گذاري است که به اندازه ۱۵٪ نسبت به شرياط فعلی کاهش يافته و نشان می دهد با صرف هزينه کمتر، می توان مصرف آب را کاهش داد.

۳-۲- الگوسازی ايجاد گزينه ها

همانطور که قبلاً اشاره شد مدل MGA برای ايجاد گزينه هايي است که در محدوده اي قابل قبول از جواب بهينه قرار دارند؛ در جدول ۵، گزينه هاي های مختلف در ۲ سطح اغماض ۵٪ و ۷٪ برای جواب



بهینه ایجاد شده است که برای افزایش ۵٪ مصرف آب نسبت به حالت بهینه سه گزینه و برای افزایش ۷٪ نسبت به آن، پنج گزینه‌ی مختلف حاصل شد. گزینه‌های اول (MGA₁) با کمینه کردن مجموع متغیرهایی که در حل بهینه، غیر صفر بودند ایجاد شدند و گزینه‌های بعدی با حداقل کردن مجموع مقادیر غیر صفر قبلی بوجود آمده اند. طبق این جدول در هر سطح از ζ ، مقدار آب مصرفی یکسان است؛ و در همه الگوها محصولاتی چون حبوبات، چندرقند، خربزه و آفتابگردان به طور متناوب حذف شدند. بازده برنامه‌ای این گزینه‌ها تقریباً مساوی است و این نشان می‌دهد افزایش میزان مصرف آب به اندازه ۵٪/۷٪، توجیه اقتصادی ندارد و حتی نیاز به هزینه سرمایه‌گذاری را افزایش خواهد داد. علیرغم نتایج بهتر و قابل پیشنهاد الگوسازی ایجاد گزینه‌ها در مطالعات پیشین، در این مطالعه با توجه به مطالعه که بیان شد، اجرای این الگو توصیه نمی‌شود؛ هر چند این نوع برنامه‌ریزی، در انتخاب مناسبتر و همسو با هدف مطالعه مفید بوده است.

جدول(۲): مقایسه الگوی بهینه و الگوی فعلی کشت(هکتار)

درصد تغییرات	هزینه فرصت	الگوی بهینه	الگوی فعلی	وضعیت
22	0	44000	36000	گندم
34	0	32100	24000	جو
-39	0	2710	4449	یونجه
38	0	1800	1300	پیاز
25	0	200	160	سیب زمینی
21	0	8000	6600	گوجه فرنگی
-100	336/41	0	180	حبوبات
35	0	3240	2400	درت علوفه ای
-100	13809	0	5200	چندرقند
0	0	1400	1400	کلزا
-38	0	15400	25000	میوه‌های سردرختی
16	0	1100	950	زعفران
20	0	6000	5000	خربزه
35	0	540	400	خیار
-100	5537	0	243	آفتابگردان
32	0	600	455	پسته
29	0	900	700	انگور

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (٣): مقایسه آب مصرفی، الگوی پرینه و موحد کشت (متر مکعب)

بازدہ برنامہ ای	آب مصروفی	وضعیت
2057394/3	957.....	الگوی فعلی
2057395	826389900	الگوی بھینہ
./.00	-14	درصد تغیرات

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول (٤): مقادیر نهاده های مصرف شده و میزان مازاد از پر حسب (هکتار، نفر - روز، کیسه، لتر، میلیون دیال)

نهاهه های تولید	میزان نهاده موجود	میزان نهاده مصرف شده	مقدار مازاد	درصد	قیمت سایه ای
زمین	۱۱۸۰۰۰	۱۱۸۰۰۰	.	.	۵۷۰۳
نیروی کار مرد	2000000	1846173	161583	۸	.
نیروی کار زن	1800000	1646024	159793	۹	.
سرمایه	1753618	1495956	268187	۱۵	.
ماشین آلات	341241	331515/7	10035.5	۳	.
کود	1346729	1330109	16620	۱/۵	.
سم	880000	880000	0	0.00	-۳۷۸

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول (۵): جوابهای به نسبت بهینه برای الگوی بهینه کشت (هکتار - میلیون مترمکعب)

J=7%					J=5%				فعالیت ها
MGA 5	MGA 4	MGA 3	MGA 2	MGA 1	MGA 3	MGA 2	MGA 1	الگوی بهینه کشت	
44500	42395	44397	42000	44000	47000	42500	46000	44000	گندم
27800	30905	27800	30445	27000	26900	32100	28000	32100	جو
6000	3874	6000	4000	6000	5900	2630	5315	2710	بونجه
18500	1800	1800	2200	2000	2010	1830	1800	1800	پیاز
0	200	0	200	0	230	200	200	200	سیب زمینی
7100	8000	7130	8000	7400	7950	8000	8000	8000	گوجه فرنگی
240	0	160	0	240	260	0	200	0	حبوبات
3250	1591	3240	1600	3250	3240	2084	3240	3240	درت علوفه ای
2760	0	2900	0	2885	2480	0	2451	0	چندر قند
1390	1400	1147	1300	1400	1000	1400	1000	1400	کلزا
13810	2437	1380	24390	1350	1118	2377	1213	15400	میوه های سردرختی



مجموعه مقالات همایش ملی: الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب

1100	1105	1140	1100	1100	1100	1115	1100	1100	زغفران
6000	0	5950	0	6000	5900	0	5697	6000	خریزه
540	540	540	540	540	560	540	540	540	خیار
0	325	0	215	200	0	300	220	0	آفتابگردان
600	600	600	600	600	600	600	600	600	پسته
900	900	900	900	900	900	900	900	900	انگور
۸۸۴/۲۳	۸۸۴/۲۳	۸۸۴/۲۳	۸۸۴/۲۳	۸۸۴/۲۳	۸۶۷/۷	۸۶۷/۷	۸۶۷/۷	۸۶۷/۹	آب مصرفی

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول(۶): مقایسه میزان نهاده های مصرف شده و بازده برنامه ای MGA بر حسب (هکتار، نفر روز، ۵۰ کیلوگرم، لیتر، میلیون ریال)

MGA ₅	MGA ₄	MGA ₃	MGA ₂	MGA ₁	j=7%		j=5%		الگوی بهینه	نهاده ها
					MGA ₃	MGA ₂	MGA ₁	MGA ₂		
117840	118000	117504	117490	117015	117212	117978	117399	118000	زمین	
1920821	1945591	1920821	1945591	1915312	1876547	1921212	1881333	1846173	نیروی کار مرد	
1773624	1603807	1773624	1603807	1786998	1800000	1594945	1800000	1646024	نیروی کار زن	
1505426	1734348	1505426	1734348	1498373	1445798	1714461	1469077	1495956	سرمایه	
34050100	33878290	3405100	33878290	3405090	34038880	33864690	34050090	331515.7	ماشین آلات	
134512	1346729	1334512	1346729	1331195	1325466	1346729	1326729	1330109	کود	
880000	880000	880000	880000	880000	880000	880000	880000	880000	سم	
20599609	2057641/2	2057567/9	2091099/8	2079530/4	2073259.6	2061042	2057710/1	2057395	بازده برنامه ای	

مأخذ: یافته های تحقیق

۴- پیشنهادات

با توجه به نتایج مورد بحث در این مقاله، پیشنهاد می شود برای بهره برداری پایدار از منابع آب، بهینه سازی الگوی کشت مورد توجه قرار گیرد. در این مطالعه سهم محصول پر مصرفی مانند چندرقند از الگو حذف شده و غلات حدود ۶۰٪ الگو را به خود اختصاص داده اند؛ که این میزان نسبت به قبل حدود ۲۳٪ افزایش یافته است، این مسأله توجه تصمیم گیرندگان را هم از لحاظ طرح خودکفایی و هم از لحاظ مصرف کمتر آب به خود جلب می کند. لذا با تغییراتی در سطح زیر کشت سایر محصولات، می توان با



توجه به برداشت بی رویه از منابع آب، این امکان را فراهم کرد که مصرف آب را کاهش و به جای آن، به افزایش عملکرد در واحد سطح و ایجاد شرایط پایدارتری در نظام بازاری، پرداخت؛ تا علاوه بر برآوردن اهداف سیاستگذاران، منافع کشاورزان نیز حفظ شود. پیاده سازی الگوی بهینه، نیازبه زمان و ترویج و آشنایی کشاورزان با تأثیرات مثبت آن دارد، لذا توصیه می‌شود کارشناسان امور ترویج به این نکته توجه خاص داشته باشند. با توجه به نتایج مدلسازی ایجاد گزینه‌ها، با افزایش مصرف آب، تغییر اندکی در میزان نهاده‌ها و بازده برنامه‌ای ایجاد شد. بنابراین این مقدار افزایش، توجیه اقتصادی ندارد. بنابراین، الگوی بهینه به عنوان گزینه بهتر، توصیه می‌شود. برای نیروی کار مازاد، می‌توان با ایجاد صنایع کوچک و یا بکارگیری آنها به صورت دوره‌ای، سطح اشتغال را نسبت به قفل حفظ کرد.

مراجع

۱. خالدی، م. و م. آل یاسین، عرضه و تقاضای آب در جهان از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵، سناریو ها و مسایل، نشریه شماره ۳۴ کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۷۹.
۲. مهندسین مشاور طوس آب، معرفی حوضه آبریز کشف رود، ۱۳۸۷.
۳. کوپاهی، م. و م. قربانی، "مقایسه جیره غذایی تحقیقاتی-تولیدی گوسفند پرواری"، رosta و توسعه، شماره ۴، صفحات ۱-۲۷، سال ۱۳۷۶.
۴. ترکمانی، ج. و ر. صداقت، "تعیین الگوی بهینه تلفیق باudاری و زراعت: کاربرد روش مدلسازی ایجاد گزینه‌ها"، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۸، صفحات ۷-۳۴، زمستان ۱۳۷۸.
۵. دشتی، ق. "سیاست قیمت گذاری و تقاضای آب کشاورزی در ایران"، مجموعه مقالات کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، اصفهان، ۱۳۷۴.
۶. ترکمانی، ج. و م. صبوحی، "تعیین استراتژی های غالب (Non-inferior Set) با لحاظ کردن ریسک در روش برنامه ریزی چند هدفه: مطالعه موردی زارعین شهر فسا"، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره اول(ب)، صفحات ۴۶-۴۱، بهار ۱۳۸۶.
۷. عباسی، ع. و م. قدیمی، "تأثیر بهینه سازی الگوی کشت در کاهش مصرف آب و افزایش درآمد"، هفتمین کنفرانس دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران، ۱۳۸۵.
۸. قادری، ک. اسلامی، ح.ر. و س.ج. موسوی، "بهره برداری بهینه از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی دشت تهران-شهریار"، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان، ۱۳۸۵.
۹. اسدی، م. و غ. سلطانی، "بررسی حاشیه ایمنی و تعیین الگوی کشت بهینه فعالیت های زراعی با بهره‌گیری از روش برنامه ریزی خطی"، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هشتم، شماره ۳۱، صفحات ۷۱-۶۶، پاییز ۱۳۷۹.



۱۰. باقریان، ع. صالح، و غ. ر. پیکانی، "بهینه سازی الگوی کشت در منطقه کازرون با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی"، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، ۱۳۸۶.
۱۱. اسدپور، ح. و م. حسنی مقدم، غ. ر. احمدی، "طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چند هدفه به منظور تعیین الگوی بهینه کشت"، اقتصاد و کشاورزی، ویژه نامه ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، صفحات ۵۳-۵۵، پاییز ۱۳۸۶.
۱۲. چیدری، ا. و ع. قاسمی، "کاربرد برنامه ریزی ریاضی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی"، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۸، صفحات ۶۱-۷۶، زمستان ۱۳۷۸.
۱۳. غلامی، م. ر، "تعیین تناوب زراعی بهینه با استفاده از برنامه ریزی خطی: مطالعه موردی مزرعه ۱۱۰ هکتاری در شهرستان بیرجند"، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره اول، صفحات ۱۷-۲۴، بهار ۱۳۸۲.
14. Manouri, H. et al. "Introducing a lexicographic goal programming for environmental conservation program in farm activities: A case study in Iran", China Agricultural Review, Vol. 1, No. 4, pp. 478-484, 2009.
15. Jeffrey, S.R. et al, "Nearly optimal linear programming as a guide to agricultural planning", Agricultural Economics, Vol. 8, pp. 1-19, 1992.