اقتصاد کشاورزی/ جلد ٤/ شماره‌ی ۲/ صفحه‌های ٤١-١

تدوین الگوی زراعی پایدار در دشت فریمان– تربت جام

فرشاد محمدیان ، ناصر شاهنوشی، محمد قربانی و حسن عاقل*

تاریخ دریافت: ١٣٨٨/٤/١ تاریخ پذیرش: ١٣٨٩/٢/٢٢

چکیده

در این مطالعه نخست با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولویت‌های ذهنی و معیارهای تصمیم‌گیری کشاورزان منطقه در ارتباط با الگوهای زراعی شناسایی شد. در رابطه با طراحی الگوی بهینه‌ی کشت در دوره‌ی ده ساله نخست با استفاده از الگوهای سری زمانی فصلی (SARIMA)، بارندگی فصلی و سالانه در ده سال آینده پیش‌بینی شده و بعد حجم تزریقات سالانه به ذخایر آب زیرزمینی محاسبه شد سپس با استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی چند دوره‌ای از جمله الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف، غیرخطی آرمانی قطعی موزون، غیرخطی آرمانی فازی موزون و غیرخطی آرمانی فازی ناموزون، الگوهای زراعی برای دشت فریمان- تربت جام پیش‌نهاد شد. این الگوها می‌توانند مجموعه‌ای از اهداف متقابل یا متضاد را در خود لحاظ و با اولویت‌بندی آرمان‌ها میزان دست‌رسی به هر آرمان را بیشینه کنند. اجرای الگوهای زراعی پیش‌نهادی در دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله افزون بر رسیدن به اهداف چهارگانه‌ی ماکزیمم کردن بازده برنامه‌ای، کمینه کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی و مصرف کودهای شیمیایی و ثابت ماندن اشتغال نیروی کار و با کم‌ترین تغییر در الگوی فعلی کشت کشاورزان منطقه، باعث می‌شود بیلان منفی آب از حدود ۲۱۶ میلیون مترمکعب در سال پایه به صفر در سال آخر دوره‌ی برنامه‌ریزی برسد و در کل دوره باعث کاهش مصرف آب به میزان حدود ۱/۲ میلیارد متر مکعب خواهد شد.

طبقه‌بندی JEL: Q01، Q61

واژه‌های کلیدی: الگوی زراعی پایدار، برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف، برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی، برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی، دشت فریمان– تربت جام

* به ترتیب کارشناس ارشد و دانشیاران گروه اقتصاد کشاورزی و استادیار گروه ماشین‌آلات کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

E-mail: naser.shahnoushi@gmail.com

مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین عوامل رشد و توسعه‌ی جوامع بشری محسوب می‌شود. مقایسه‌ی کشورهای مختلف نشان می‌دهد که کم‌بود آب بویژه آب با کیفیت خوب، یکی از عوامل مهم بازدارنده‌ی توسعه‌ی کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی در بیش‌تر کشورهای در حال توسعه است. منابع آبی از ارزشمندترین منابع طبیعی و جزو سرمایه‌های ملی هر کشور محسوب می‌شود. در واقع این عامل حیاتی و مهم در بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله کشاورزی و به تبع آن توسعه‌ی پایدار آن نقش مهمی را ایفا می‌کند (خالدی و آل یاسین، ۱۳۷۹).

کشاورزی به عنوان یکی از محورهای اساسی رشد و توسعه، نقش مهمی در توسعه‌ی اقتصادی کشورها دارد. بخش کشاورزی در اقتصاد ملی ایران حدود ۲۷ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۳ درصد اشتغال و تامین بیش از ۸۰ درصد غذای کشور را به خود اختصاص داده است. در این راستا محدودیت منابع آبی همواره یکی از مهم‌ترین موانع توسعه‌ی بخش کشاورزی، به عنوان بستر اصلی نیل به خودکفایی مواد غذایی بوده است (گزارش مهندسین مشاور ساز آب شرق).

از حدود ۳۷ میلیون هکتار اراضی دارای توان تولید به دلیل محدودیت منابع آب، فقط ۷/۸ میلیون هکتار آن به صورت آبی کشت می‌شود و از سوی دیگر از ۸۸/۵ میلیارد متر مکعب عرضه‌ی آب از منابع سطحی و زیرزمینی حدود ۹۳/۵ درصد آن به بخش کشاورزی اختصاص دارد. اهمیت آب در بخش کشاورزی به اندازه‌ای است که میزان وابستگی تولید گندم، برنج، دانه‌های روغنی، حبوبات، سیب‌زمینی، قند و شکر و علوفه به آب به ترتیب ٦٠٪، ١٠٠٪، ٦٣/٥٪، ٤٥/٥٪، ٩٩٪، ١٠٠٪ و ٧٥٪ می‌باشد (وکیلی، ۱۳۷۵).

ایران به عنوان یکی از کشورهای واقع در کمربند خشک کره‌ی زمین با مشکل کم‌آبی، خشک‌سالی‌های متناوب و سیل‌های مخرب و ویران‌گر مواجه می‌باشد. رشد فزاینده‌ی جمعیت و تخریب‌های ناشی از آن و نیاز روزافزون به محصولات کشاورزی، دامی و محدودیت آب و نیز خاک حاصل‌خیز به عنوان بستر اصلی تولیدهای کشاورزی، مساله‌ی کم‌آبی را به گونه‌ای بسیار جدی فراروی کشور قرار داده است به طوری که با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در

سال، نسبت به ۷۵۰ میلی‌متر میانگین جهانی آن، در گروه کشورهای خشک و نیمه‌خشک قرار می‌گیرد (کشاورز و صادق‌زاده، ۱۳۸۰). وضعیت کنونی بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی، شرایط را به سمتی هدایت کرده است که بیش‌تر دشت‌ها توسط وزارت نیرو به عنوان دشت‌های ممنوعه اعلام و صدور مجوز جدید بهره‌برداری از آن‌ها ممنوع شده است. این مساله ضرورت توجه بیش‌تر به موضوع مدیریت آب و استفاده‌ی به‌تر از آن را طلب می‌نماید (سیدان، ۱۳۸۰). برخلاف سرمایه‌گذاری‌های قابل ملاحظه‌ی انجام شده در بخش آب، به دلایل مختلف مانند افزایش هزینه‌ی استحصال هر متر مکعب آب از منابع آبی جدید، برداشت بی‌رویه از برخی منابع آب موجود، نبود تغذیه‌ی مناسب سفره‌های آب سطحی و زیرزمینی، بی‌توجهی به اصول مرتبط با حفاظت منابع آب و خاک، رشد بخش صنعت و توسعه‌ی شهرنشینی، بی‌توجهی به الگوی کشت منطقه‌ای مبتنی بر منابع آبی موجود و بروز پدیده‌ی خشک‌سالی، آلودگی و نابودی بسیاری از منابع آبی هم‌چنان ادامه دارد (دشتی، ۱۳۷٤). پژوهش‌گران معتقدند که ۱۰ تا ۵۰ درصد آب مصرفی در کشاورزی، ٤۰ تا ۹۰ درصد آب مصرفی در صنعت و حدود ۳۰ درصد آب مصرفی شهرها را می‌توان بدون آن که به اصل هدف خدشه‌ای وارد شود، کاهش داد (پوستل، ۱۳۷۳). بنابراین سازماندهی مناسب مدیریت تقاضا و تنظیم الگوی مصرف آب به صورت پایدار، می‌تواند یکی از راه‌کارهای راه‌گشای تعدیل در ائتلاف آب باشد. با توجه به آن چه بیان شد، ورای محدودیت آب، محدودیت‌های مالی و زمانی، عوامل مهم دیگری هستند که امکان بهره‌برداری کاراتر از منابع موجود را با مشکل روبه‌رو می‌کند. به همین دلیل در سال‌های اخیر در کنار مدیریت عرضه (تامین منابع آب)، مسوولان و برنامه‌ریزان حوزه‌ی آب، مدیریت تقاضا و حفظ منابع آبی را در دستور کار خود قرار داده‌اند.

با توجه به آن چه بیان شد، ایران بویژه مناطقی مانند استان خراسان رضوی که با بحران کم‌آبی و خشک‌سالی روبه‌رو هستند، تولید محصولات کشاورزی آب‌بر می‌تواند فضا را برای تشدید بحران آب در منطقه فراهم آورد در حالی که با برنامه‌ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره‌برداری از اراضی (الگوی کشت) می‌توان تقاضا را برای آب مدیریت کرد. یکی از مناطق

مهم استان خراسان رضوی با ویژگی گفته شده دشت فریمان- تربت جام است. این دشت از مناطق مهم کشت محصولات زراعی در استان خراسان رضوی است. این محدوده دارای ۹٤۳۷۰ هکتار زمین زیر کشت محصولات زراعی و باغی است. از کل زمین‌های زیر کشت، ٤٤۷٦۰ هکتار (٤۷/۵ درصد) زیر کشت محصولات آبی و ٤۹۵۵۷ هکتار (۵۲/۵ درصد) زیر کشت محصولات دیم است. به دلیل کم‌بود بارش در منطقه‌ی مورد مطالعه آب‌های سطحی قابل یادآوری وجود نداشته و آب‌های زیرزمینی بخش زیادی از آب مصرفی بخش کشاورزی را تامین می‌کنند. کم‌آبی و خشک‌سالی‌های پیاپی و هم‌چنین افزایش روز افزون جمعیت در سال‌های اخیر و نبود جریان‌های سطحی دایمی در حوضه‌ی آب‌ریز دشت فریمان- تربت جام موجب شده که آب‌خوان محدود این دشت تنها منبع تامین نیازهای آبی منطقه را تشکیل دهد (گزارش مهندسین مشاور ساز آب شرق). بنابراین در نتیجه‌ی بهره‌برداری بیش از حد منابع آب زیرزمینی، تغییرات مشخصی از قبیل افت شدید و مستمر سطح آب، منفی شدن بیلان و افزایش شدید کسری مخزن، نامطلوب شدن کیفیت آب از نظر شرب، صنعتی و کشاورزی، معکوس شدن جهت جریان آب زیرزمینی و هجوم جبهه‌ی شوری روی داده است (گزارش مهندسین مشاور ساز آب شرق). با توجه به مشکلات یاد شده، این محدوده به عنوان منطقه‌ی مورد مطالعه انتخاب شده است. مطالعات گوناگونی در ارتباط با تعیین الگوی کشت انجام شده است از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: عبدیان (۱۳۷۲)، احمدی (۱۳۷۲)، آقایا (۱۳۷۳)، چیذری و قاسمی (۱۳۷۸)، ترکمانی و عبدشاهی (۱۳۷۹)، اسدپور (۱۳۸۲)، غلامی (۱۳۸۲)، بریم نژاد (۱۳۸۳)، چیذری و هم‌کاران (۱۳۸٤)، جولایی و هم‌کاران (۱۳۸٤)، محمدیان و هم‌کاران (۱۳۸٤)، کهنسال و محمدیان (۱۳۸٦)، ماتانگا و مارینو (۱۹۷۹)، رومر و رهمان (۱۹۹۳)، پیچ و رهمان (۱۹۹۳)، سانی و هم‌کاران (۱۹۹۵)، پال و باسو (۱۹۹٦) و بیسواس و چاندری (۲۰۰۵).

نتایج بیش‌تر مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که الگوهای کشت بیش‌تر مناطق مطالعه شده بهینه نبوده و ارایه‌ی الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی

افزون بر به‌بود شرایط موجود، باعث می‌شود از منابع و نهاده‌ها به گونه‌ی مطلوب استفاده شود. به طور کلی این مطالعه به دنبال دست‌یابی به اهداف زیر است:

- **طراحی الگوی کشت زراعی پایدار در چارچوبی چند دوره‌ای با در نظر گرفتن اولویت‌های ذهنی کشاورزان و مسوولان با دو ساختار قطعی و فازی.**
- **به تعادل رساندن ذخایر آب زیرزمینی در پایان دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله.**
- **بررسی تاثیر الگوهای طراحی شده بر میزان مصرف آب در دشت مورد نظر در طول برنامه‌ی چهارم توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی.**

روش تحقیق

با توجه به این که در این مطالعه اهداف گوناگونی دنبال می‌شود و دست‌یابی به هر یک از این اهداف نیازمند به‌کارگیری روش‌های کمی خاص است، از این رو از روش‌های متفاوتی استفاده شده است. این مطالعه به دنبال آن است که در راستای الگوی کشت فعلی دشت فریمان- تربت جام، تغییر مورد نظر در الگوی کشت را به گونه‌ای به کار بگیرد که منجر به نبود بیلان منفی ذخایر آب زیرزمینی دشت مورد نظر پس از طی یک دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله و دست‌یابی به اهداف مورد نظر شود. در واقع الگوی کشت محصولات زراعی منطقه به گونه‌ای تنظیم شود که با وضعیت موجود منطقه تفاوت زیادی نداشته باشد، ضمن آن که پس از یک دهه امکان دست‌یابی به حد بهینه‌ی فیزیکی استفاده از منابع آب زیرزمینی میسر شود. نخست برای تعیین اولویت رسیدن به اهداف و به دست آوردن درجه‌ی اهمیت آن‌ها از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. هم‌چنین از داده‌های سری زمانی بارندگی فصلی دو ایستگاه باغ سنگان و باغ عباس (به ترتیب معرف دشت و ارتفاعات) استفاده کرده و با استفاده از الگوی فصلی ضربی ARIMA میزان بارندگی ماهانه و سالانه‌ی ده سال آینده‌ی منطقه‌ی مورد نظر پیش‌بینی می‌شود. برای محاسبه‌ی تغذیه‌ی ناشی از بارندگی به ذخایر آب زیرزمینی به این صورت عمل می‌شود:

$$\overline{R}_i = \frac{R_{id} \times A_d + R_{ih} \times A_h}{A_d + A_h}$$

$$\overline{\overline{R}} = \frac{\sum_i^n \overline{R}_i}{n}$$

$$\overline{E} - S\overline{T} = V\overline{M}$$

$$\alpha = \frac{V\overline{M}}{\overline{\overline{R}}}$$

که در آن:

n: تعداد سال‌های آماری موجود و در نظر گرفته‌شده‌ی بارندگی دشت و ارتفاعات

$\overline{R}_i$: میانگین موزون بارندگی سالانه‌ی منطقه

R_{id}, R_{ih}: به ترتیب بارندگی سالانه‌ی ارتفاعات و دشت

A_d, A_h: به ترتیب سطح ارتفاعات و دشت

$\overline{\overline{R}}$: میانگین طولانی مدت بارندگی سالانه‌ی دشت

$\overline{E}$: میانگین تخلیه طولانی مدت

$S\overline{T}$: میانگین افت طولانی مدت

$V\overline{M}$: میانگین تغذیه‌ی طولانی مدت و

α: درصد تغذیه از بارندگی در مقیاس طولانی مدت است.

اکنون ارتفاع و حجم تغذیه برای هر سال $i+1$ام به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$H_M = \alpha \times \overline{R}_{i+1}$$

$$V_M = H_M \times A_d$$

که در آن:

$\overline{R}_{i+1}$: میانگین وزنی بارندگی سالانه‌ی دشت در سال $i+1$ام

H_M: ارتفاع تغذیه بر حسب میلی‌متر

V_M: حجم تغذیه بر حسب میلی‌متر مربع است.

سپس از الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی چنددوره‌ای[۲] برای طراحی الگوی بهینه‌ی کشت محصولات زراعی در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله استفاده می‌شود. بنابراین در این مطالعه از الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف[۳]، برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی موزون[٤]، برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی موزون[٥] و برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی ناموزون[٦] استفاده می‌شود که به ترتیب به الگوهای تجربی آن ها اشاره خواهد شد.

معرفی متغیرهای تصمیم‌گیری

اولین گام در ساختن الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی تعریف متغیرهای تصمیم‌گیری است. متغیرهای مورد نیاز در این مطالعه به این صورت است که c: متغیر مربوط به محصولات مختلف (۱۵ محصول) قابل کشت و تولید در منطقه‌ی فریمان-تربت جام، t: متغیر مربوط به دوره‌ی زمانی (۱۰ سال) و i: متغیر مربوط به ماه‌های سال (۱۲ ماه) است. تعریف بقیه‌ی متغیرهای لحاظ شده در الگو در جدول (۱) آورده شده است.

جدول(۱). تعریف متغیرهای لحاظ شده در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

متغیر	شرح متغیر
X_{itc}	سطح زیر کشت محصول cام در سال t ام بر حسب هکتار
XT	کل زمین‌های قابل آبیاری و کشت محصولات زراعی منطقه‌ی مورد مطالعه بر حسب هکتار
XP_c	سطح زیر کشت فعلی محصول cام بر حسب هکتار
FE_c	کودهای شیمیایی مورد نیاز هر هکتار محصول cام بر حسب کیلوگرم
L_c	نیروی کار مورد نیاز هر هکتار محصول cام بر حسب نفر- روز کار
C_c	هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی مورد نیاز هر هکتار محصول cام بر حسب ده هزار ریال
B_c	درآمد ناخالص هر هکتار محصول cام بر حسب ده هزار ریال
RA_c	عمل‌کرد هر هکتار محصول cام با تامین بیشینه نیاز آبی بر حسب کیلوگرم

2- Multtiperiod
3- Non Linear Programming (NLP)
4- Non Linear Weighted Goal Programming (NLWGP)
5- Non Linear Weighted Fuzzy Goal Programming (NLWFGP)
6- Non Linear Fuzzy Goal Programming (NLFGP)

ادامه جدول(۱). تعریف متغیرهای لحاظ شده در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

BE_c	قیمت بازاری هر کیلوگرم محصول c ام در زمان برداشت بر حسب ده هزار ریال
YAP_{tc}	نسبت تولید واقعی به پتانسیل محصول c ام در سال t ام
KY_c	ضریب پاسخ گیاه نسبت به آب برای کل دوره‌ی رشد محصول cام
PIR_{tc}	نسبت آب آبیاری واقعی به بیشینه نیاز آبیاری محصول cام در سال t ام
$IRAG_{tc}$	آب آبیاری کل دوره‌ی رشد محصول c ام در سال t ام بر حسب میلی‌متر
$IRPG_c$	بیشینه نیاز آبیاری کل دوره‌ی رشد محصول c ام بر حسب میلی‌متر
$IRAM_c$	کمینه نیاز آبیاری کل دوره‌ی رشد محصول cام بر حسب میلی‌متر
IRP_{ci}	بیشینه نیاز آبیاری کل دوره‌ی رشد محصول cام در ماه iام بر حسب میلی‌متر
IRA_{tci}	آب آبیاری واقعی محصول cام در ماه iام و سال tام بر حسب میلی‌متر
KF	ضریب آب‌شویی که در منطقه‌ی مورد مطالعه ۱/۱ در نظر گرفته شده است
ETP_{ci}	نیاز خالص آبیاری محصول cام در ماه iام بر حسب میلی‌متر
EF	راندمان بافزون کم آبیاری منطقه‌ی مورد مطالعه که ٤٢/٦ درصد در نظر گرفته شده است(محاسبات تحقیق)
IRR_{tc}	حجم آب مصرفی محصول cام در سال tام بر حسب متر مکعب
IR_t	حجم آب مصرفی در سال tام بر حسب متر مکعب
SW	حجم آب‌های سطحی در دست‌رس بر حسب متر مکعب
GW_t	حجم برداشت از آب‌های زیرزمینی در سال tام بر حسب مترمکعب
M	متغیر ابزاری
VM_t	حجم تغذیه به ذخایر آب زیرزمینی در سال tام بر حسب متر مکعب
ST_t	حجم افت در ذخایر آب زیرزمینی در سال tام بر حسب متر مکعب
ST_0	حجم افت سال پایه ذخایر آب زیرزمینی بر حسب متر مکعب
d_{ti}^-	متغیرهای انحرافی منفی هدف iام در سال tام
d_{ti}^+	متغیرهای انحرافی مثبت هدف iام در سال tام
B_{GM}	سطح مطلوب آرمان بازده برنامه‌ای بر حسب ده هزار ریال
B_{FE}	سطح مطلوب آرمان کودهای شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
B_C	سطح مطلوب آرمان هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی بر حسب ده هزار ریال
B_L	سطح مطلوب آرمان اشتغال بر حسب نفر روز کار
TO_{GM}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان بازده برنامه‌ای بر حسب ده هزار ریال
TO_{FE}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان کودهای شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
TO_C	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی بر حسب ده هزار ریال
TO_L	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان اشتغال بر حسب نفر- روز کار

محدودیت‌های الگو

محدودیت‌های الگو در دو گروه محدودیت‌های فیزیکی و آرمانی قرار می‌گیرد. محدودیت‌های فیزیکی باید به طور کامل برآورده شود، در حالی که محدودیت‌های آرمانی خواست برنامه‌ریز و دست‌یابی به آرمان مربوط است ولی اجباری برای تحقق آن وجود ندارد. در الگوی برنامه‌ریزی خطی یا غیرخطی فقط محدودیت‌های فیزیکی وجود دارد اما در الگوهای برنامه‌ریزی آرمانی و آرمانی فازی افزون بر محدودیت‌های فیزیکی، محدودیت‌های آرمانی نیز در نظر گرفته می‌شود. در کلیه‌ی الگوهای برنامه‌ریزی که در این مطالعه مورد استفاده قرار می گیرند، فرض‌های زیر در طول افق برنامه‌ریزی حاکم است:

۱. ثبات فن‌آوری

۲. ثبات هزینه‌های تولید و قیمت محصولات مختلف

هدف‌های الگو

امروز یکی از اساسی‌ترین نیازهای بشر برای رسیدن به خودکفایی دست‌یابی به کشاورزی پایدار است. کشاورزی پایدار سه هدف عمده‌ی زیر را با هم تلفیق می‌کند (کشاورز و صادق‌زاده، ۱۳۸۰):

- بهداشت محیطی
- سوددهی اقتصادی
- عدالت اجتماعی و اقتصادی

بنابراین در این مطالعه آرمان‌های مورد نظر با ابرام بر پایداری کشاورزی به سه سطح زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

سطح اول: آرمان اجتماعی دست‌رسی به سطح مطلوب اشتغال (حفظ اشتغال در وضعیت موجود)

سطح دوم: آرمان زیست‌محیطی دست‌رسی به سطح مطلوب مصرف کودهای شیمیایی در منطقه (کاهش مصرف کودهای شیمیایی)

سطح سوم: آرمان‌های اقتصادی:

۱) آرمان دست‌رسی به سطح مطلوب بازده برنامه‌ای در منطقه (افزایش بازده برنامه‌ای)

۲) آرمان دست‌رسی به سطح مطلوب هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی در منطقه (کاهش هزینه‌ها)

الگوی تجربی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف

الگوی تجربی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف مورد استفاده در این مطالعه برای دوره ده ساله به صورت زیر است:

$$\text{Find } X(x_{t1}, x_{t2}, x_{t3}, ..., x_{tc})$$

So as to satisfy

MAX:

$$\sum_{t=1}^{10}\sum_{j=1}^{15} ((X_{tj}(B_j \times YAP_{tj} - C_j) \quad (۱)$$

Subject to : (۲)

$$B_c = RA_c \times BE_c$$

$$YAP_{tc} = 1 - KY_c(1 - PIR_{tc}) \quad (۳)$$

$$PIR_{tc} = \frac{IRAG_{tc}}{IRPG_c} \quad (٤)$$

$$IRAM_c \le IRAG_{tc} \le IRPG_c \quad (٥)$$

$$IRPG_c = \sum_{i=1}^{12} IRP_{ci} \quad (٦)$$

$$IRAG_{tc} = \sum_{i=1}^{12} IRA_{ci} \quad (٧)$$

$$IRA_{tci} \le IRP_{ci} \quad (٨)$$

$$IRP_{ci} = KF\ (\frac{ETP_{ci}}{EF}) \quad (٩)$$

$$IRR_{tc} = 10 \times IRAG_{tc} \times X_{tc} \quad (۱۰)$$

$$IR_t = \sum_{c=1}^{15} IRR_{tc} \quad (۱۱)$$

$$GW_t = IR_t - SW \quad (۱۲)$$

$$GW_t = M + 28663209 \quad (۱۳)$$

$$M = VM_t - ST_t \quad (۱٤)$$

$$ST_t = ST_0(1 - \sum_{t=1}^{10} \frac{VM_t}{TVM}) \quad (۱٥)$$

$$XP = \sum_{t=1}^{15} X_{tc} \quad (۱٦)$$

$$\sum_{t=13}^{15} X_{tc} \le .1 \times XP \quad (۱۷)$$

$$X_{tc} \ge .8 \times XP_c \qquad c = 1 \quad (۱۸)$$

$$X_{tc} \ge .6 \times XP_c \qquad c = 2,3,...,15 \quad (۱۹)$$

$$X_{tc} \le 1.4 \times XP_c \qquad c = 1,2,...,15 \quad (۲۰)$$

در سطوح مختلف آبیاری عمل‌کرد واقعی محصول را می‌توان از تابع تولید محصول نسبت به آب آبیاری محاسبه کرد که توسط دورنباس (۱۹۷۷) به صورت زیر ارایه شده است:

$$\frac{Y_a}{Y_P} = 1 - KY(1 - \frac{ET_a}{ET_p})$$

در این رابطه ET_a و ET_p به ترتیب تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل، Y_a و Y_P به ترتیب مقدار محصول واقعی و بالقوه تولیدی و KY ضریب پاسخ گیاه نسبت به آب است. در رابطه‌ی ۲۱ می‌توان به جای تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل به ترتیب از آب آبیاری واقعی و بیشینه نیاز آبیاری استفاده کرد (Dorenbos and Pruitt, 1977).

در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف رابطه‌ی (۱) تابع هدف بیشینه کردن بازده برنامه‌ای است که تابعی است غیرخطی و روابط ۲ تا ۲۰ محدودیت‌های فیزیکی الگو هستند. رابطه‌ی ۲ مربوط به محاسبه درآمد ناخالص هر هکتار از محصولات مختلف، رابطه‌ی ۳ نسبت محصول تولیدی واقعی به محصول تولیدی بالقوه رابطه‌ی ٤ مربوط به نسبت آب آبیاری واقعی به بیشینه نیاز آبی گیاه است. رابطه‌ی ٥ بیانگر آن است که آب آبیاری که به گیاهان مختلف داده می‌شود نباید از بیشینه نیاز آبیاری گیاه بیش‌تر شود و هم‌چنین بایستی کمینه نیاز آبیاری گیاه را تامین کند. رابطه‌ی ٦ بیان می‌کند بیشینه نیاز خالص آبیاری گیاهان از مجموع نیاز خالص آبیاری ۱۲ ماه سال به دست می‌آید. رابطه‌ی ۷ بیانگر آن است که نیاز خالص آبیاری

محصولات از مجموع نیاز خالص آبیاری۱۲ ماه سال به دست می‌آید. رابطه‌ی ۸ بیان می‌کند خالص آب آبیاری اختصاص یافته به گیاهان مختلف در هر ماه نباید از بیشینه نیاز خالص آبیاری گیاه تجاوز کند. رابطه‌ی ۹ طریقه‌ی محاسبه‌ی بیشینه نیاز خالص آبیاری در هر ماه را نشان می‌دهد که راندمان آبیاری منطقه برابر ٤٢/٦ و ضریب آب‌شویی برابر ۱/۱ در نظر گرفته شده است. رابطه‌ی۱۰ بیانگر آب مصرفی گیاهان در سال‌های مختلف و رابطه‌ی ۱۱ کل آب مصرفی الگو در سال‌های مختلف است. رابطه‌ی ۱۲ بیانگر برداشت از ذخایر آب زیرزمینی و روابط ۱۳، ١٤ و ۱۵ نشان‌دهنده‌ی روابط بین برداشت و افت ذخایر زیرزمینی است که در طول دوره‌ی ده ساله‌ی افت سالانه‌ی ذخایر آب زیرزمینی که در سال پایه حدود ۲۱٦ میلیون مترمکعب می‌باشد بایستی به صفر برسد که رابطه‌ی ۱۵ سال‌های مختلف دوره‌ی برنامه‌ریزی را به هم پیوند می‌دهد.

رابطه‌ی ١٦ نشان‌دهنده‌ی محدودیت زمین با فرض استفاده از کل زمین موجود است. رابطه‌ی ۱۷ نشان‌دهنده‌ی محدودیت سطح زیرکشت سه محصول عدس، نخود وکلزا می‌باشد که با توجه به نظر کارشناسان نباید از ۱۰٪ کل سطح زیرکشت الگوی فعلی تجاوز کند. روابط ۱۸، ۱۹ و ۲۰ محدودیت‌های کمینه و بیشینه‌ی سطح زیرکشت است که الگوی کشت موجود در طول دوره‌ی ده ساله فقط ٤۰٪ می‌تواند تغییر کند، به جز محصول گندم که با توجه به مساله خودکفایی فقط ۲۰٪ می‌تواند کاهش یابد.

الگوی تجربی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی موزون

از آن جا که برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی یک تکنیک بهینه کردن تک‌هدفه است و طبیعت بسیاری از مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی چند هدفه است، در چنین وضعیتی روش‌های سنتی برنامه‌ریزی نمی‌تواند جواب‌گوی خواسته‌های تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران باشد. با پیش‌رفت‌های علمی و تلاش محققان در دهه‌های اخیر، روش‌های نوینی در برنامه‌ریزی به وجود آمده که با به‌کارگیری آن‌ها در شرایط تضاد داشتن اهداف مورد نظر مدیران و محدود بودن منابع تولید، می‌توان به‌ترین جواب‌ها را برای دست‌یابی به هدف‌ها پیدا کرد. در این زمینه

برنامه‌ریزی آرمانی[۷] یکی از ابزارهای برجسته برای تحلیل تصمیم‌های چندهدفه در مدیریت می‌باشد که از ویژگی‌های آن دست‌یابی هم‌زمان به چندین هدف بر مبنای اولویت‌بندی است. الگوی تجربی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی موزون مورد استفاده در این مطالعه برای دوره‌ی ده ساله به صورت زیر است:

Find $X(x_{t1}, x_{t2}, x_{t3},..., x_{tc})$

So as to satisfy

$$MIN: \sum_{t=1}^{10}(w_1 \times d_{t1}^- + w_2 \times d_{t2}^+ + w_3 \times d_{t3}^+ + w_4(d_{t4}^- + d_{t4}^+)) \quad (۲۲)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به بیشینه کردن بازده برنامه‌ای

$$\sum_{c=1}^{15} X_{tc}(B_c \times YAP_{tc} - C_c) + d_{t1}^- - d_{t1}^+ = b_{GM} \quad (۲۳)$$

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن مصرف کودهای شیمیایی

$$\sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times FE_C + d_{t2}^- - d_{t2}^+ = b_{FE} \quad (۲٤)$$

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی

$$\sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times C_c + d_{t3}^- - d_{t3}^+ = b_C \quad (۲۵)$$

محدودیت آرمانی مربوط به ثابت ماندن اشتغال در وضعیت موجود

$$\sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times L_c + d_{4t}^- - d_{4t}^+ = b_L \quad (۲٦)$$

رابطه‌ی۲۲ بیانگر تابع هدف الگو می‌باشد که تابعی خطی از متغیرهای انحرافی موزون است و وزن‌های به دست آمده در فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی برای متغیرهای انحرافی آرمان‌های مورد نظر در تابع هدف استفاده خواهد شد. روابط ۲۳ تا ۲٦ محدودیت‌های آرمانی هستند که به مجموعه محدودیت‌های فیزیکی الگو اضافه می‌شوند که در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی به آن اشاره شد.

7- Goal Programming (GP)

الگوی تجربی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی موزون

اصلی‌ترین ضعف الگوی برنامه‌ریزی آرمانی این است که همه‌ی پارامترهای مساله باید به دقت در محیط تصمیم‌گیری تعیین شده باشد و همه‌ی اهداف و محدودیت‌ها باید به صورت قطعی باشد. برای فایق آمدن بر این مشکل، مفهوم فازی[8] که تخست توسط زاده[9] مطرح شده بود، برای مسایل بهینه‌سازی چندهدفه مطرح شد. در تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی[10] افزون بر دست‌یابی هم‌زمان به چندین هدف، اهداف و محدودیت‌ها می‌تواند قطعی یا فازی باشد که باعث می‌شود نسبت به برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی متعارف برتری داشته باشد. در برنامه‌ریزی آرمانی فازی سطوح آرمانی اهداف مختلف همیشه به صورت فازی (نامشخص) مورد بررسی قرار می‌گیرد، در حالی که مقادیر سمت راست محدودیت‌ها می‌تواند به صورت فازی یا غیر فازی باشد که بستگی به فازی بودن محیط تصمیم‌گیری دارد (Zadeh, 1968; Biswas and Pal, 2005).

در این مطالعه مقادیر سمت راست محدودیت‌ها به صورت قطعی (مشخص) برای رسیدن به اهداف فازی مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الگوی تجربی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی موزون مورد استفاده در این مطالعه به فرم زیر می‌باشد:

$$\text{Find } X(x_{t1}, x_{t2}, x_{t3}, ..., x_{tc})$$

So as to satisfy

$$\text{MIN}: \sum_{t=1}^{10}(w_1 \times d_{t1}^- + w_2 \times d_{t2}^- + w_3 \times d_{t3}^- + w_4(d_{t4}^- + d_{t5}^-)) \qquad (۲۷)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به بیشینه کردن بازده برنامه‌ای

$$\frac{\sum_{c=1}^{15} X_{tc}(B_c \times YAP_{tc} - C_c) - (B_{GM} - TO_{GM})}{TO_{GM}} + d_{t1}^- - d_{t1}^+ = 1 \qquad (۲۸)$$

8- Fuzzy
9- Zadeh
10- Fuzzy Goal Programming (FGP)

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن مصرف کودهای شیمیایی

$$\frac{(B_{FE} + TO_{FE}) - \sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times FE_c}{TO_{FE}} + d_{t2}^{-} - d_{t3}^{+} = 1 \quad (۲۹)$$

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی

$$\frac{(B_c + TO_c) - \sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times C_c}{TO_c} + d_{t3}^{-} - d_{t3}^{+} = 1 \quad (۳۰)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حفظ اشتغال در وضعیت موجود به دو صورت محدودیت آرمانی کمینه و بیشینه ظاهر می‌شود:

$$\frac{(B_L + TO_L) - \sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times L_c}{TO_L} + d_{t4}^{-} - d_{t4}^{+} = 1 \quad (۳۱)$$

$$\frac{\sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times L_c - (B_L - TO_L)}{TO_L} + d_{t5}^{-} - d_{t5}^{+} = 1 \quad (۳۲)$$

که رابطه‌ی ۲۷ تابع هدف است که تابعی خطی از متغیرهای انحرافی منفی موزون است و وزن‌های به دست آمده در فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی برای متغیرهای انحرافی منفی آرمان‌های مورد نظر در تابع هدف استفاده خواهد شد. روابط ۲۸ تا ۳۲ محدودیت‌های آرمانی هستند که به مجموعه محدودیت‌های فیزیکی الگو اضافه می‌شوند که در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف بیان شد.

الگوی تجربی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی ناموزون

در این روش اولویت رسیدن به آرمان‌ها اهمیتی ندارد و تلاش می‌شود تا حد ممکن آرمان‌های مورد نظر با هم پوشش داده شود و مبنای رسیدن به آرمان‌های مورد نظر بر اساس بیشینه کردن کمینه اقنای آن‌ها است. الگوی تجربی برنامه‌ریزی آرمانی فازی ناموزون مورد استفاده در این مطالعه برای دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله به شکل زیر است:

So as to satisfy

$$MAX: \sum_{t=1}^{10} \lambda_t \quad (۳۳)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به بیشینه کردن بازده برنامه‌ای

$$\sum_{c=1}^{15} X_{tc}(B_c \times YAP_{tc} - C_c) - TO_{GM} \times \lambda_t \geq B_{GM} - TO_{GM} \quad (۳٤)$$

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن کودهای شیمیایی مصرفی

$$\sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times FE_c + TO_{FE} \times \lambda_t \leq B_{FE} + TO_{FE} \quad (۳۵)$$

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی

$$\sum_{c=1}^{15} X_{ct} \times C_c + TO_c \times \lambda_t \leq B_c + TO_c \quad (۳٦)$$

محدودیت آرمانی مربوط به ثابت ماندن اشتغال در وضعیت موجود که به دو صورت محدودیت بیشینه و کمینه ظاهر می‌شود

$$\sum_{c=1}^{15} X_{tc} \times L_c + TO_L \times \lambda_t \leq B_L + TO_L \quad (۳۷)$$

$$\sum_{c=1}^{15} X_{ct} \times L_c - TO_L \times \lambda_t \geq B_L - TO_L \quad (۳۸)$$

رابطه‌ی ۳۳ تابع هدف است و روابط ۳٤ تا ۳۸ محدودیت‌های آرمانی هستند که به مجموعه محدودیت‌های فیزیکی الگو اضافه می‌شوند که در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف بیان شد.

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از منابع مختلفی جمع آوری شده است. داده‌های مربوط به ذخایر و تخلیه‌ی منابع آب زیرزمینی و بارندگی از سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی، داده‌های مربوط به الگوی کشت موجود، قیمت، عمل‌کرد و هزینه‌های تولید محصولات مختلف از جهاد کشاورزی خراسان رضوی و جهاد کشاورزی شهرستان تربت جام و داده‌های مربوط به نیاز آبیاری محصولات مختلف از سند ملی آب ایران گردآوری شده است. قیمت، هزینه و بازده برنامه‌ای محاسبه شده برای محصولات مختلف در این مطالعه مربوط به سال زراعی ۸٦-۱۳۸۵ و سری‌های زمانی در نظر گرفته شده برای پیش‌بینی بارندگی در ایستگاه باغ عباس و باغ سنگان به ترتیب مربوط به دوره‌ی زمانی ۵۰-۱۳٤۹ و ۵۳-۱۳۵۲ تا

۸۵-۱۳۸٤ می‌باشد. هم‌چنین در این مطالعه از بسته‌های نرم‌افزاری Excel، Expert Choice، Minitab، Lingo و QSB برای انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است.

نتایج و بحث

حوضه‌ی آب‌ریز فریمان- تربت جام با وسعت ٦۳٥٥ کیلومتر مربع و محیط ٤۷۹/۷ کیلومتر در ٦۰ کیلومتری شهرستان مشهد قراردارد. به دلیل کم‌بود بارش در منطقه‌ی مورد مطالعه آب‌های سطحی قابل بیانی وجود نداشته و آب‌های زیرزمینی بخش زیادی از آب مصرفی بخش کشاورزی را تامین می‌کند. کل تخلیه‌ی ذخایر آب زیرزمینی محدوده‌ی مطالعاتی فریمان- تربت جام در وضعیت موجود در سال ۱۳۸٥ حدود ٦۷۱ میلیون متر مکعب است که سهم تخلیه‌ی بخش کشاورزی، شرب و صنعت به ترتیب برابر ۹٤/۳۲، ٤/۳٦ و ۱/۲ درصد است. بنابراین سهم تخلیه‌ی بخش کشاورزی حدود ٦۳۳ میلیون متر مکعب است که حدود ۳ میلیون متر مکعب سهم بخش باغی و حدود ٦۳۰ میلیون متر مکعب سهم بخش زراعی است (گزارش شرکت مهندسین مشاور ساز آب شرق، ۱۳۸٥).

با توجه به هیدروگراف واحد کاملا نزولی دشت فریمان- تربت جام طی دوره‌ی ۹ ساله (مهر۱۳٥۷ تا شهریور ۱۳۸٤) که در پیوست مطالب آورده شده است، متوسط افت سالانه‌ی سطح آب زیرزمینی برابر ۱/٤٤ متر است. روند کاهشی هیدروگراف به صورت خط مستقیم و بدون نوسانات فصلی در سطح آب زیرزمینی است. با توجه به هیدروگراف واحد، متوسط سطح آب زیرزمینی دشت در مهر ماه ۱۳۷٥ برابر با ۹٤٤/۹٤ متر که با ۱۲/۹٦ متر کاهش به مقدار ۹۳۱/۹۸ متر در شهریور ماه ۱۳۸٤ رسیده است. بنابراین با در نظر گرفتن ضریب ذخیره ٥ درصد و مساحت تیسن ۳۰۰۳/۳ کیلومتر مربع، تغییرات سالانه‌ی حجم مخزن (کسری سالانه‌ی مخزن) حدود ۲۱٦ میلیون متر مکعب محاسبه شده است (گزارش شرکت مهندسین مشاور ساز آب شرق، ۱۳۸٥).

بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران، دشت مورد مطالعه دارای ۹٤۳۱۷ هکتار زمین زیر کشت محصولات زراعی و باغی است. از کل زمین‌های زیر کشت ٤٥۷۲۲ هکتار (٤۸/٥

درصد) زیر کشت محصولات آبی و ٤٨٥٩٥ هکتار (٥١/٥ درصد) زیر کشت محصولات دیم می‌باشد. از٤٥٧٢٢ هکتار سطح زیر کشت محصولات آبی، ١٤٤٠ هکتار مربوط به محصولات باغی و ٤٤٢٨٢ هکتار مربوط به محصولات زراعی است. تراکم کشت، ضرایب فنی، نیاز خالص آبیاری ماهیانه و ضریب حساسیت به آب محصولات زراعی منطقه در جدول (٢) پیوست آورده شده است.

مقادیر آرمانی اهداف مختلف و حدود تغییرات مربوط به آن‌ها در الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی و فازی در جدول (٣) ارایه شده است. مقادیر آرمانی اهداف بازده برنامه‌ای، هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری، مصرف کودهای شیمیایی و اشتغال به ترتیب برابر با ١٠٪ بیش‌تر از وضعیت موجود، ١٠٪ کم‌تر از وضعیت موجود، ١٠ درصد کم‌تر از وضعیت موجود و حفظ وضعیت موجود در دوره‌ی ده ساله است.

جدول (٣). مقادیر آرمانی اهداف مختلف و حدود تغییرات مربوط به آن‌ها

آرمان	سطح آرمانی	حدود تغییرات مجاز	
		پایین	بالا
بازده برنامه‌ای(ده هزار ریال)	٣١٢٦٨٦٧٧	٢٨٤٢٦٠٧٠	.....
هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری(ده هزار ریال)	١٦٩٨٥٣٩٤	.....	٢٠٧٥٩٩٢٦
اشتغال(نفر- روزکار)	٢٠٨٠٤٦٠	٢٠٨٠٤٦	٢٠٨٠٤٦
مصرف کودهای شیمیایی(کیلوگرم)	١٧١٠٠٢٧٠	.....	٢٠٩٠٠٣٣٠

ماخذ: داده‌های تحقیق

در این مطالعه از وزن‌هایی که با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی و بر اساس اولویت‌های ذهنی کشاورزان برای هرکدام از اهداف مورد نظر به دست آمد، به عنوان وزن متغیرهای انحرافی آرمان‌های مورد نظر در فرایند حل الگوهای برنامه‌ریزی آرمانی و آرمانی فازی استفاده شده است. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی اولویت رسیدن به اهداف مورد نظر در الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی موزون و آرمانی فازی موزون به ترتیب بیشینه کردن بازده برنامه‌ای، کمینه کردن مصرف

کودهای شیمیایی، کمینه کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری و ثابت ماندن اشتغال در وضعیت موجود در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله است.

جدول (٤) درصد تغییرات آرمان بازده برنامه‌ای در طول دوره‌ی ده ساله را نسبت به وضعیت موجود در طول دوره‌ی ده ساله در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (٤) آورده شده است به غیر از سال آخر، بازده برنامه‌ای در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی افزایش یافته است که دلیل کاهش آن در سال دهم مربوط به کاهش تزریق به ذخایر آب زیرزمینی سال آخر نسبت به سال‌های ماقبل آن و هم‌چنین جبران کامل افت سال پایه در سال آخر دوره‌ی برنامه‌ریزی است. هم‌چنین بازده برنامه‌ای به طور متوسط در طول دوره‌ی ده ساله در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی افزایش یافته است. متوسط درصد افزایش بازده برنامه‌ای در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف که تنها به دنبال بیشینه کردن بازده برنامه‌ای می‌باشد، بیش از دیگر الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی است اما در الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی موزون، آرمانی فازی موزون و آرمانی فازی ناموزون با توجه به این که اهداف مختلفی را دنبال می‌کنند، متوسط درصد افزایش کم‌تری نسبت به برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف دارند به طوری که در الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف، آرمانی قطعی موزون، آرمانی فازی موزون و آرمانی فازی ناموزون به ترتیب به طور متوسط سالانه ١١/٩، ٧/٢١، ٦/٧٤ و ١/٦٤ درصد بازده برنامه ای را افزایش می‌دهند.

جدول (٤). درصد تغییرات بازده برنامه‌ای نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

سال	NLP	NLWGP	NLWFGP	NLFGP
سال اول	١٨/٢٩	١٠	١٠	٣/٠٨
سال دوم	٢١/١٥	١٠	١٠	٣/٨٨
سال سوم	١٧/٤٣	١٠	١٠	٥/٤
سال چهارم	٢٣/٢٢	١٠	١٠	٦/١٦
سال پنجم	١٥/٨٢	١٠	١٠	٤/٩٩
سال ششم	١١/٨٥	١٠	١٠	٤
سال هفتم	١٣/٥١	١٠	١٠	٤/٥٧

ادامه جدول (٤). درصد تغییرات بازده برنامه‌ای نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

سال	NLP	NLWGP	NLWFGP	NLFGP
سال هشتم	۱۳/۹	۱۰	۱۰	۵/۹
سال نهم	٤/۷۲	۸/۵٦	٦/۲٤	۰/۹۳
سال دهم	-۲۰/٤۹	-۱٦/٤۷	-۱۸/۸٤	-۲۲/۵
متوسط	۱۱/۹	۷/۲۱	٦/۷٤	۱/٦٤

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۵) درصد تغییرات هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی در طول دوره را نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (۵) آورده شده است، الگوهای مختلف برنامه‌ریزی در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی به طور متوسط باعث کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی می‌شوند. متوسط درصد کاهش هزینه‌ها در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف کم‌تر از الگوهای دیگر است که دلیل آن مربوط به تک‌آرمانی بودن این الگوی برنامه‌ریزی است ولی در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی با توجه به این که کمینه کردن هزینه‌ها یکی از آرمان‌های آن محسوب می‌شود، متوسط درصد کاهش آن‌ها بیش‌تر از الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف است. به طوری که در الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف، آرمانی قطعی موزون، آرمانی فازی موزون و آرمانی فازی ناموزون به ترتیب به طور متوسط سالانه ۱/۳۱، ٦/۵۸، ٤/۸۹ و ٤/۱۵ درصد هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری را کاهش می‌دهند.

جدول (۵). درصد تغییرات هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

سال	NLP	NLWGP	NLWFGP	NLFGP
سال اول	۱۵/۸۹	٦/۲۵	۷/۸۵	٤/۵
سال دوم	۹/۷	۳/٤۹	٤/۸۹	۲/۵
سال سوم	۱۷/۷۳	۸/٦٤	۱۰/٦٦	٤/٤۵

ادامه جدول (۵). درصد تغییرات هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

سال	NLP	NLWGP	NLWFGP	NLFGP
سال چهارم	۸/۵۳	-۳/۲٤	-۲/۹	-۲/۳۲
سال پنجم	-٤/۹۳	-۱۰	-۸/۰۷	۰/۰۲
سال ششم	-۹/۳	-۱۲/۱۸	-۸/٤۸	-۷/۱۲
سال هفتم	-۷/٤۷	-۱۱/۵۱	-۹/۷۷	-۱۰/۱٤
سال هشتم	-۷/۰٤	-۱۱/۱۸	-٦/۸۳	-۱/۸
سال نهم	-۱٦/۰۹	-۱۵/۷۳	-۱٦/۱٤	-۱٤/٤۹
سال دهم	-۲۰/۱	-۲۰/۳۱	-۲۰/۱	-۱٦/۸۸
متوسط	-۱/۳۱	-٦/۵۸	-٤/۸۹	-٤/۱۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (٦) درصد تغییرات آرمان اشتغال در طول دوره‌ی ده ساله را نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی نشان می‌دهد. از آن جا که آرمان ثابت ماندن اشتغال در بین آرمان‌های مورد نظر اولویت آخر را دارد، همان طور که در جدول (٦) آورده شده است در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی اشتغال نیروی کار کاهش یافته به طوری که در الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف، آرمانی قطعی موزون، آرمانی فازی موزون و آرمانی فازی ناموزون به ترتیب به طور متوسط سالانه اشتغال نیروی کار ٤/۱۱، ۳/۷۷، ۳/۵۸ و ۰/۲۷ درصد کاهش می‌یابد. در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی ناموزون با توجه به این که به دنبال بیشینه کردن کمینه اقنای آرمان‌های مختلف می‌باشد و اولویت‌بندی آرمان‌ها مطرح نیست، متوسط اشتغال در کل دوره تقریبا بدون تغییر مانده است ولی در دیگر الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی اشتغال نیروی کار به طور متوسط در طول دوره کاهش می‌یابد.

جدول(٦). درصد تغییرات اشتغال نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

سال	NLP	NLWGP	NLWFGP	NLFGP
سال اول	٨/٣٣	٩/٢٨	٧/٢٧	٧/٢٤
سال دوم	٣/٥٣	٦/١١	٤/٩٣	٦/٢٥
سال سوم	٩/٨١	١٠/٤٤	٨/٨٩	٨/٣٧
سال چهارم	-٠/٦	٠	-٠/٨٣	١/٧١
سال پنجم	-٧/٥٨	-٧/١٩	-٨/٦٦	٢/٨٨
سال ششم	-١١/٤	-١٠/٦٢	-٨/٥	-٠/٥٦
سال هفتم	-٩/٨	-٩/٦	-٩/٠٦	-٥/٤٣
سال هشتم	-٩/٤٣	-٩/٤١	-٥/٧٤	-١/٤
سال نهم	-١٥/٨٥	-١٤/٣٥	-١٦/٠١	-٩/٠٨
سال دهم	-٨/٠٩	-١٢/٣٩	-٨/٠٩	-١٠
متوسط	-٤/١١	-٣/٧٧	-٣/٥٨	-٠/٢٧

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (٧) درصد تغییرات مصرف کودهای شیمیایی را در طول دوره‌ی ده ساله نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (٧) آورده شده است در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی به طور متوسط میزان مصرف کودهای شیمیایی در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی کاهش یافته است به طوری که در الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف، آرمانی قطعی موزون، آرمانی فازی موزون و آرمانی فازی ناموزون به ترتیب به طور متوسط سالانه مصرف کودهای شیمیایی ٢/٧١، ٥/٠٨، ٢/٣٨ و ٣/٦٢ درصد کاهش می‌یابد. در واقع استفاده از هر یک از الگوهای یاد شده در راستای اعمال شاخص‌های کشاورزی پایدار است، چرا که در تمام این الگوهای پیش‌نهاد شده مصرف کودهای شیمیایی روند کاهشی دارد.

جدول(۷). درصد تغییرات مصرف کودهای شیمیایی نسبت به وضعیت موجود در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی غیرخطی

سال	NLP	NLWGP	NLWFGP	NLFGP
سال اول	٤/٠٢	−١/٠٣	١/٨٨	−١/٦٦
سال دوم	١/٣٤	−٢/٤٢	−٣/٢٨	−٣/٠٨
سال سوم	٤/٤٤	١/٣٩	٠	−٠/٧٤
سال چهارم	−٠/٦١	−٥/١٩	١/٢٤	−٢/٢٦
سال پنجم	−٤/١٥	−٦/٦٣	−٤/٦٨	−٤/٧
سال ششم	−٥/٦٢	−٦/٥٩	−٢/٠٨	−٢/٥٢
سال هفتم	−٤/٩٣	−٦/٦١	−١/٤٢	−٢/٦٤
سال هشتم	−٤/٦١	−٦/٦٢	−٠/٧٤	−٤/٢١
سال نهم	−٦/٩٤	−٧/٠٦	−٤/٥٦	−٤/٤٦
سال دهم	−١٠/٠١	−١٠/٠١	−١٠/١٦	−٩/٩٤
متوسط	−٢/٧١	−٥/٠٨	−٢/٣٨	−٣/٦٢

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۸) درصد تغییرات سطح زیر کشت محصولات مختلف نسبت به وضعیت موجود به همراه وضعیت موجود و جدول (۱۲) پیوست مقادیر سطح زیر کشت محصولات مختلف طی دوره‌ی برنامه‌ریزی در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (۸) آورده شده است، اگر هدف تنها بیشینه کردن بازده برنامه‌ای باشد در سال‌های اولیه که کم‌بود آب زیاد نیست، محصولاتی که بازده برنامه‌ای بیش‌تری در واحد سطح دارند از قبیل چغندرقند، خربزه، یونجه، پنبه و گوجه‌فرنگی کشت می‌شوند و با نزدیک شدن به سال‌های آخر دوره‌ی برنامه‌ریزی از سطح زیر کشت این محصولات کاسته شده و محصولاتی که آب کم‌تری در واحد سطح نیاز دارند از قبیل گندم، جو، زیره، عدس و کلزا کشت می‌شوند. هم‌چنین در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی به طور متوسط سطح زیرکشت محصولات گندم، جو، چغندرقند، پنبه، خربزه و یونجه کاهش و سطح زیر کشت محصولات هندوانه،

ذرت، سیب‌زمینی ، پیاز، گوجه و زیره افزایش می‌یابد. هم‌چنین بر اساس نتایج جدول (۱۲) پیوست، اگر هدف تنها بیشینه کردن بازده برنامه‌ای در طول دوره‌ی ده ساله باشد، از سه محصول عدس و نخود و کلزا که در الگوی فعلی کشت نمی شوند، کشت محصول نخود توصیه نشده و کشت محصول عدس فقط در سال آخر توصیه شده و کشت محصول کلزا به جز سال آخر در کلیه‌ی سال‌های دوره‌ی برنامه‌ریزی پیش‌نهاد می‌شود که مقادیر سطح زیرکشت آن‌ها در جدول (۱۲) پیوست آورده شده است.

جدول (۸). درصد تغییرات سطح زیر کشت محصولات مختلف نسبت به وضعیت موجود در برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۵۳	-۲۰	-۲۰	-۲۰	-۲۰	-۱۵/۵۵	-۱۱/۰۹	-۱۲/۹۶	-۱۳/۳۹	-۰/۳۶	۱۳/۹۶	-۱۱/۹٤
جو	۱۱/۵٦	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۲۰/۹۹	-٤۰	-۱/۹
چغندر	۸/۹٦	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱٦
پنبه	۱/۵۳	٤۰	٤۰	٤۰	۱۸٤۰/۹	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱۰/۱۱
هندوانه	۰/۲	٤۰	٤۰	٤۰	۳۸/۰۳	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	۳۲
خربزه	۱۲/۲	۲٤/۲۲	-۲۹/۲٤	٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱٦/۷
یونجه	۱/۵۳	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱٦
ذرت	۰/٤۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	۳۲
سیب زمینی	۱/۸٤	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۲٤
پیاز	۰/۰۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۲٤
گوجه	٦/۸۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۲۲/۸۱	-۱۱/۵٤	۲/۸٦	٦/۲	-٤۰	-٤۰	۱۰/۰۳
زیره	۱/۷۵	-٤۰	۱۱/۰۹	-٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۲۱/۱۱
عدس	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
نخود	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
کلزا	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۹) درصد تغییرات نسبت به وضعیت موجود و وضعیت موجود سطح زیر کشت محصولات مختلف و جدول (۱۳) پیوست مقادیر سطح زیر کشت محصولات مختلف در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی را در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی موزون نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (۹) آورده شده است اگر برنامه‌ریز به دنبال اهداف مختلفی باشد، الگوی کشت نسبت به حالتی که فقط به دنبال بیشینه کردن بازده برنامه‌ای است، دچار تغییرات زیادی می‌شود. در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی به طور متوسط سطح زیر کشت محصولات جو،

چغندرقند، خریزه و گوجه‌فرنگی کاهش و سطح زیر کشت محصولات پنبه، هندوانه، یونجه، ذرت، سیب‌زمینی، پیاز و زیره افزایش می‌یابد. هم‌چنین به طور متوسط بیش‌ترین درصد تغییرات سطح زیر کشت نسبت به وضعیت موجود مربوط به محصولات ذرت، جو، زیره و خربزه و کم‌ترین درصد تغییرات مربوط به محصولات گندم و گوجه‌فرنگی می‌باشد. بر اساس نتایج جدول (۱۳) پیوست، اگر برنامه‌ریز به دنبال اهداف مختلفی باشد، از سه محصول عدس، نخود و کلزا که در وضعیت موجود کشت نمی‌شوند، کشت محصول نخود فقط سال آخر دوره‌ی برنامه‌ریزی پیش‌نهاد شده و کشت محصول عدس به جز دو سال آخر در بقیه‌ی سال‌های دوره‌ی برنامه‌ریزی پیش‌نهاد شده و کشت محصول کلزا در همه‌ی سال‌ها به جز سال دوم و سوم و سال آخر دوره‌ی برنامه‌ریزی پیش‌نهاد شده است که مقادیر سطح زیر کشت آن‌ها در جدول (۱۳) پیوست آورده شده است.

جدول (۹). درصد تغییرات سطح زیر کشت محصولات مختلف نسبت به وضعیت موجود در برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی قطعی موزون

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۵۳	-۲۰	-۲۰	-۲۰	-۹/٤	۲/٦۷	٦/۷۷	٤/٦۹	۳/۹۷	۱۲/٥٤	-٤/۲	-٤/۳
جو	۱۱/٥٦	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۳٦/۷۸	٤۰	-۳۱/٦۸
چغندر	۸/۹٦	٤۰	-۲/٤٥	٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۲۰/۲٤
پنبه	۱/٥۳	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٦/٤٥	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۱۹/۳٦
هندوانه	۰/۲	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۲٤
خربزه	۱۲/۲	-۲٦/٥	٥/۳٦	-۸/۳۱	-۲/۸۲	-۳٦/۷٤	-٤۰	-۳٦/۸۱	-۳۳/۷	-٤۰	-٤۰	-۲٥/۹٥
یونجه	۱/٥۳	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۲٤
ذرت	۰/٤۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰
سیب زمینی	۱/۸٤	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۲٤
پیاز	۰/۰۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۲٤
گوجه	٦/۸۸	٤۰	۲٦/٥۳	٤۰	۸/۲۸	-۲٤/٥٥	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱۰/۹۷
زیره	۱/۷٥	-۸/۰۳	٤۰	-٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۲۷/۲۰
عدس	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
نخود	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
کلزا	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۱۰) درصد تغییرات نسبت به وضعیت موجود و وضعیت موجود سطح زیر کشت محصولات مختلف و جدول (١٤) پیوست مقادیر سطح زیر کشت محصولات مختلف در طی دوره‌ی برنامه‌ریزی در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی موزون را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (۱۰) آورده شده است، فازی کردن آرمان‌ها در الگوی برنامه‌ریزی آرمانی باعث انعطاف‌پذیری بالای الگو شده و الگو را دچار تغییرات زیادی نسبت به الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی می‌کند. در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی به طور متوسط سطح زیر کشت محصولات چغندرقند، خربزه، یونجه و گندم کاهش و سطح زیر کشت محصولات جو، هندوانه، ذرت، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه و زیره افزایش و سطح زیر کشت پنبه بدون تغییر می‌ماند. بر اساس نتایج جدول (١٤) پیوست از سه محصول عدس، نخود و کلزا که در وضعیت موجود کشت نمی‌شوند، کشت محصول عدس فقط در سال‌های چهارم، ششم، هشتم و دهم پیش‌نهاد شده و کشت محصول نخود در کلیه‌ی سال‌ها به جز سه سال آخر پیش‌نهاد شده و کشت محصول کلزا در همه‌ی سال‌ها به جز سال آخر پیش‌نهاد شده است که مقادیر سطح زیر کشت آن‌ها در جدول (١٤) پیوست آورده شده است.

جدول (۱۰). درصد تغییرات سطح زیر کشت محصولات مختلف نسبت به وضعیت موجود در برنامه‌ریزی غیر خطی آرمانی فازی موزون

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۵۳	-۲۰	-۲۰	-۲۰	-۲۰	-۱٦/٥٤	-۱۲/۸۷	-۱۲	-۱٦/٤٥	-۱/٦۸	۱۳/۹٦	-۱۲/٥٦
جو	۱۱/٥٦	-٤۰	-۳۰/۱۸	-٤۰	۲٥/۸۱	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۲۷/۰٦	-٤۰	٦/۲۷
چغندر	۸/۹٦	٤۰	۱۳/۸۹	٤۰	-۳٦/٦٥	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱۸/۲۸
پنبه	۱/٥۳	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۰
هندوانه	۰/۲	٤۰	-٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	۲٤
خربزه	۱۲/۲	-۱٤/۱۸	-۱۱/٦۸	۷/۳۳	-۲۹/٤۲	-۱٦/۷٥	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۲٦/٤۷
یونجه	۱/٥۳	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰
ذرت	۰/٤۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	۳۲
سیب زمینی	۱/۸٤	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	٤۰	-۳٤/۲٦	٤۰	-٤۰	-٤۰	۸/٥۷
پیاز	۰/۰۸	٤۰	-٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	۸
گوجه	٦/۸۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۱۰/٥۸	۲/۲۷	۱٦/۲٤	۱۱/۹۷	-٤۰	-٤۰	۱۲/۱۱
زیره	۱/۷٥	-۲۳/۸۱	٤۰	-٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۲٥/٦۲
عدس	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
نخود	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
کلزا	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۱۱) درصد تغییرات نسبت به وضعیت موجود و وضعیت موجود سطح زیر کشت محصولات مختلف و جدول (۱۵) پیوست مقادیر سطح زیر کشت محصولات مختلف در طی دوره‌ی برنامه‌ریزی در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی ناموزون را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (۱۱) آورده شده است اگر برای برنامه‌ریز اولویت رسیدن به اهداف اهمیتی نداشته باشد و به دنبال بیشینه کردن کمینه اقنای آرمان‌های مختلف در محیط فازی باشد، الگوی کشت دچار تغییرات زیادی می‌شود. در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی به طور متوسط سطح زیر کشت محصولات جو، چغندرقند، خربزه، هندوانه، یونجه، سیب‌زمینی و پیاز کاهش و سطح زیر کشت محصولات پنبه، ذرت، گوجه و زیره افزایش و سطح زیر کشت گندم تقریبا بدون تغییر می‌ماند. هم‌چنین به طور متوسط بیش‌ترین درصد تغییرات سطح زیر کشت نسبت به وضعیت موجود مربوط به محصولات جو، پیاز و هندوانه و سیب‌زمینی و کم‌ترین درصد تغییرات نسبت به وضعیت موجود مربوط به محصولات گندم، یونجه، پنبه و گوجه‌فرنگی است. بر اساس نتایج جدول (۱۵) پیوست از سه محصول عدس، نخود و کلزا که در وضعیت موجود کشت نمی‌شود، کشت محصول عدس فقط در سال‌های اول تا پنجم و سال هفتم پیش‌نهاد شده و کشت محصول نخود فقط در سال‌های دوم، چهارم و آخر پیش‌نهاد شده و کشت محصول کلزا در سال‌های چهارم و هفتم تا دهم پیش‌نهاد شده است که مقادیر سطح زیر کشت آن‌ها در جدول (۱۵) پیوست آورده شده است.

جدول (۱۱). درصد تغییرات سطح زیر کشت محصولات مختلف نسبت به وضعیت موجود در برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی ناموزون

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۵۳	-۲۰	-۱۹/۵٤	-۲۰	-۵/٦٤	۱۱/٤	۲۱/۰۲	۸/۳۳	۵/۲۷	۲٤/۱۸	-۲/۵۵	۰/۲۵
جو	۱۱/۵٦	-٤۰	-۳۹/۹٦	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	۲۰/۵٦	-۳۳/۹٤
چغندر	۸/۹٦	۳۷/۱۹	۳۹/٤۱	٤۰	-۲/٦	-٤۰	-٤۰	-۲۸/٤	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱۱/٤٤
پنبه	۱/۵۳	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-٤۰	-۱۹/۱۷	-٤۰	-٤۰	۱۰/۰۸
هندوانه	۰/۲	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	۷/۲۸	-٤۰	٤۰	-۲۷/۲۷
خربزه	۱۲/۲	۹/۸	-۱٤/۵۸	-۵/۹۷	-۳۲/۹	-۱۷/۰۹	-٤۰	-٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	-۱۸/۰۷
یونجه	۱/۵۳	٤۰	٤۰	٤۰	۱۹/۱۷	-۱۹/۵۱	-۳۸/۹٦	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۷/۹۳
ذرت	۰/٤۸	-۳۹/۱۲	٤۰	٤۰	۱۰/۸۸	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	-۲۷/۷٤	۲۲/٤
سیب زمینی	۱/۸٤	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	۲۱/۳	-٤۰	-٤۰	-۱٦/۷٦	-٤۰	٤۰	-۲۳/۵۵

ادامه جدول (۱۱). درصد تغییرات سطح زیر کشت محصولات مختلف نسبت به وضعیت موجود در برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی ناموزون

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
پیاز	۰/۰۸	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-٤۰	-۳۵/۵۸	-٤۰	-٤۰	٤۰	-۳۱/۵٦
گوجه	٦/۸۸	۲٤/۰۹	۲۸/٤٤	۳٦/۳۲	۳۵/۵٤	٤۰	۲۷/۲۱	٤/٤۸	-۱٤/۹۱	-۲۵/۷۵	-٤۰	۱۱/۵٤
زیره	۱/۷۵	-٤۰	٤۰	-٤۰	-٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	٤۰	۱٦
عدس	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
نخود	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
کلزا	۰	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ماخذ: یافته‌های تحقیق

الگوهای زراعی پیش‌نهاد شده توسط الگوهای مختلف برنامه‌ریزی یاد شده در این مطالعه افزون بر این که باعث به تعادل رساندن بیلان ذخایر آب زیرزمینی در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی شده و با کمینه تغییر در الگوی فعلی کشت منطقه‌ی مورد مطالعه حاصل شده‌اند، اهداف مختلفی را دنبال می‌کنند. بنابراین بسته به نظر برنامه‌ریز و تصمیم‌گیرنده و این که دنبال چه اهدافی باشد، هر یک از الگوهای پیش‌نهاد شده می‌تواند به کار گرفته شود.

جدول (۱٦) وضعیت منابع آبی را در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی نشان می‌دهد. همان طور که در جدول (۱٦) آورده شده است با اجرای الگوهای زراعی پیش‌نهاد شده توسط الگوهای مختلف برنامه‌ریزی در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله که با کم‌ترین تغییرات ممکن در الگوی کشت فعلی محدوده‌ی مورد مطالعه پیش‌نهاد شده است، افت سالانه‌ی ذخایر آب زیرزمینی که در سال پایه حدود ۲۱٦ میلیون متر مکعب بود، در سال آخر به صفر رسیده و هر ساله به اندازه‌ی کاهش میزان افت سالانه در مصرف منابع آب زیرزمینی صرفه‌جویی شده و در کل دوره‌ی برنامه‌ریزی باعث صرفه‌جویی یا افزایش ذخیره‌ی منابع آب زیرزمینی به میزان حدود ۱/۲ میلیارد متر مکعب می‌شود.

جدول (١٦). وضعیت منابع آبی در طول دوره ١٠ ساله (مترمکعب)

	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
تزریق سالانه	٣٨٥٧٧٦٣٠٠	٣٨٧٠٩٥١٠٠	٤٣٧٢٩٢٩٠٠	٣٨٥٨٥٢٥٠٠	٣٨٥٥٩٦٢٠٠	٣٥٧٩٨٥٠٠٠	٣٨٨٣٣٠٩٠٠	٤١٣٤٤٨٢٠٠	٣٨٩٦٧٣١٠٠	٣٦٤٥٧٩٣٠٠
کل آب مصرفی	٦١٨١١٤١٠٠	٥٩٧٧٩٦٢٠٠	٦٢٣٥٥١٤٠٠	٥٥٠٥٤٣٧٠٠	٥٠٣٢٤٣٧٠٠	٤٨٢٦٢٢٨٠٠	٤٩١٢٦٢٩٠٠	٤٩٣٢٧٠٤٠٠	٤٤٧٧١٤٦٠٠	٤٠٢٢٤٢٥٠٠
آب های سطحی	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠٠
برداشت	٦٠٩١١٤١٠٠	٥٨٨٧٩٦٢٠٠	٦١٤٥٥١٤٠٠	٥٤١٥٤٣٧٠٠	٤٩٤٢٤٣٧٠٠	٤٧٣٦٢٢٨٠٠	٤٨٢٢٦٢٩٠٠	٤٨٤٢٧٠٤٠٠	٤٣٨٧١٤٦٠٠	٣٩٣٢٤٢٥٠٠
افت سالانه	١٩٤٦٧٤٦٠٠	١٧٣٠٣٧٨٠٠	١٤٨٥٩٥٣٠٠	١٢٧٠٢٨٠٠٠	١٠٦٩٨٤٢٠٠	٨٦٩٧٤٦٠٠	٦٥٢٦٨٧٩٠	٤٢١٥٩٠٥٠	٢٠٣٧٨٢١٠	٠
ذخیره سالانه	٢١٥٦٣٠٢٠	٤٣١٩٩٧٦٠	٦٧٦٤٢٣١٠	٨٩٢٠٩٥٩٠	١٠٩٢٥٣٤٠٠	١٢٩٢٦٣٠٠٠	١٥٠٩٦٨٨٠٠	١٧٤٠٧٨٦٠٠	١٩٥٨٥٩٤٠٠	٢١٦٢٣٧٦٠٠

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیش‌نهادها

این مطالعه به دنبال تعیین الگوی زراعی پایدار در دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله با پافشاری بر نبود بیلان منفی ذخایر آب زیرزمینی منطقه در سال آخر دوره‌ی برنامه‌ریزی و دست‌یابی به اهداف مورد نظر است. نخست با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولویت‌های ذهنی و معیارهای تصمیم‌گیری کشاورزان در ارتباط با الگو شناسایی شد. سپس با استفاده از الگوهای سری زمانی SARIMA، بارندگی فصلی دو ایستگاه باغ عباس و باغ سنگان که به ترتیب معرف دشت و ارتفاعات هستند، پیش‌بینی شده و حجم بارندگی سالانه‌ی دشت و تزریقات سالانه به ذخایر آب زیرزمینی در ده سال آینده محاسبه شده است. سپس با به‌کارگیری الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای از جمله الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی متعارف، غیرخطی آرمانی قطعی موزون، غیرخطی آرمانی فازی موزون و غیرخطی آرمانی فازی ناموزون، الگوهای زراعی پایدار برای منطقه‌ی مورد نظر با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پیش‌نهاد شده است. اجرای الگوهای زراعی پیش‌نهادی در دوره‌ی برنامه‌ریزی ده ساله افزون بر رسیدن به اهداف چهارگانه بیشینه کردن بازده برنامه‌ای، کمینه کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری و مصرف کودهای شیمیایی و ثابت ماندن اشتغال نیروی کار در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی، با کم‌ترین تغییرات ممکن در الگوی فعلی کشت منطقه به وجود آمده و بیلان منفی ذخایر آب زیرزمینی منطقه از ٢١٦ میلیون متر مکعب در سال پایه به صفر در سال آخر دوره برنامه‌ریزی رسیده و

از خروج آب مجازی به میزان ۱/۲ میلیارد متر مکعب در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی جلوگیری می‌کند.

با توجه به نتایج به دست آمده به طور مشخص پیش‌نهادهای زیر ارایه می‌شود:

۱. با توجه به نقش و اهمیت برنامه‌ریزی سیستماتیک و منسجم در توسعه‌ی بخش کشاورزی، در دست‌رس بودن یک ابزار مکانیزه‌ی تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی می‌تواند با توجه به گستردگی و پیچیدگی‌های این بخش، مدیران بخش کشاورزی را در مواقع بحران درتصمیم‌گیری‌ها یاری کند. این ابزار باید دارای خصوصیات زیر باشد:

- یک‌پارچه نگری، سیستماتیک بودن و پویایی
- به طور کامل کامپیوتری بودن با قابلیت کاربرد آسان
- انعطاف‌پذیری
- قابلیت به هنگام‌سازی آسان
- لحاظ شرایط دنیای واقعی در آن (منظور بخش کشاورزی)
- تصمیم‌سازی در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت

برای دست‌رسی به چنین ابزاری، الگوسازی و برنامه‌ریزی از پایین به بالایی پیش‌نهاد می‌شود که قدرت تصمیم‌سازی در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت داشته باشد. بر این اساس به‌کارگیری الگوی دارای چنین خصوصیاتی باید از سطح شهرستان‌ها و استان‌ها شروع شود و تا سطح ملی ادامه یابد. از خصوصیات دیگر این الگو، مقیاس بزرگ آن است، به طوری که نخست الگوهای مجزایی برای بخش‌های زراعت، باغبانی، جنگل، مرتع، دام، طیور و شیلات و آب‌زیان در سطح استان‌های کشور طراحی و سپس در سطح ملی به کار گرفته شود. به طور قطع الگوی در برگیرنده‌ی چنین اطلاعاتی الگویی از نوع برنامه‌ریزی ریاضی خواهد بود که به‌کارگیری آن از سطح دشت‌های هر استان و سپس سطح آن استان شروع و به سطح ملی ختم می‌شود.

۲. همان گونه که در آغاز اشاره شد در این مطالعه تلاش شده است الگوی ارایه شده در چارچوب واقعیت‌های موجود کشاورزی دشت فریمان- تربت جام تنظیم شود. بنابراین با

اعمال محدودیت‌ها و اولویت‌های ذهنی کشاورزان منطقه، الگوهای زراعی مختلفی پیش‌نهاد شده که در واقع تعدیل و نه تغییر الگوی کشت فعلی منطقه‌ی مورد نظر است. بنابراین پذیرش آن برای کشاورزان منطقه به راحتی امکان‌پذیر است. از این رو پیش‌نهاد می‌شود با استفاده از کارشناسان ترویج اجرای آن در دستور کار مسوولان کشاورزی شهرستان‌های فریمان و تربت جام قرار گیرد.

۳. از آن جا که الگوهای ارایه شده در این مطالعه برگرفته از واقعیت‌های موجود در منطقه است و این که بیش‌تر دشت‌های استان در شرایط بحرانی به سر می‌برند، پس می‌توان با در نظر گرفتن قیود و متغیرهای الگوهای ارایه شده در این دشت، در دیگر دشت‌ها الگوی کشت جدیدی ارایه و الگوهای کشت فعلی این دشت‌ها را تعدیل کرد. به سخن دیگر برای هر دشت الگوی منطبق با اقلیم همان دشت را ارایه کرد.

٤. بر اساس الگوهای پیش‌نهادی هزینه‌ی تولید در طی دوره‌ی ده ساله‌ی برنامه‌ریزی کاهش خواهد یافت. بنابراین امکان تشکیل پس‌انداز و ایجاد جریان منابع مالی برای کشاورزان به وجود خواهد آمد. هم‌چنین امکان ایجاد بازارهای مالی فعال و کارآمد در روستاهای دشت فریمان- تربت جام برای سامان‌دهی و تجمیع منابع مالی حاصل از کاهش هزینه‌ها فراهم می‌شود. این بازارهای مالی با مدیریت مناسب امکان افزایش تشکیل سرمایه را در منطقه موجب خواهد شد.

۵. برخلاف آن که ثابت ماندن اشتغال در وضعیت موجود یکی از آرمان‌های مطالعه بود، ولی از سال چهارم به بعد در طول دوره‌ی برنامه‌ریزی از تقاضا برای نیروی کار در فعالیت‌های کشاورزی کاسته خواهد شد. پس بایستی با ایجاد صنایع جانبی و مرتبط با فعالیت‌های کشاورزی و نیز دیگر فعالیت‌های صنعتی و خدماتی که در راستای حفظ و صیانت از منابع طبیعی و کشاورزی در شهرستان‌های فریمان و تربت جام است، زمینه‌ی جذب نیروی کار فراهم شود.

٦. بر اساس الگوهای پیش‌نهادی میزان استفاده از کودهای شیمیایی در طی دوره‌ی ده ساله کاهش خواهد یافت. پس لازم است سیاست‌های محلی و منطقه‌ای به گونه‌ای طراحی شود

که توزیع کودهای شیمیایی در تضاد با میزان کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در الگوهای پیش‌نهادی نباشد.

۷. از آن جا که در برنامه‌های پنج ساله‌ی توسعه از جمله برنامه‌ی چهارم، حفظ منابع آبی کشور مورد توجه قرار گرفته است، الگوهای ارایه شده در این دشت می‌تواند به عنوان یک نمونه‌ی اجرایی در تمام نقاط کشور با در نظر گرفتن قیود و محدودیت‌های منطقه‌ای اعمال شود.

۸. نتایج حاصل از الگوی ذهنی کشاورزان بیانگر نگاه مثبت کشاورزان به حفظ منابع آبی است. اگرچه کسب درآمد مهم‌ترین انگیزه برای فعالیت‌های کشاورزی است ولی بستر استفاده‌ی بهینه از منابع آبی در منطقه فراهم شده است. بنابراین با ایجاد جلسات و برنامه‌های همگانی در این زمینه در سطح نواحی روستایی منطقه امکان موفقیت وجود خواهد داشت. بنابراین می‌توان سیاست‌های منطقه‌ای و ملی را به سمت حفظ منابع آبی کشور سوق داد.

منابع

احمدی، م. (۱۳۷۲). بهینه‌یابی الگوی زراعی محصولات عمده: مطالعه‌ی موردی شهرستان تربت‌حیدریه. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.

اسدپور، ح. (۱۳۸۲). کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و فازی در مطالعه‌ی اقتصادی سیاست‌های کشاورزی بخش زراعت شرق استان مازندران. پایان‌نامه‌ی دکترای اقتصاد کشاورزی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

اسدی، ه. و سلطانی، غ. (۱۳۷۹). بررسی حاشیه‌ی ایمنی و تعیین الگوی کشت بهینه‌ی فعالیت‌های زراعی با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی خطی. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۳۱):۸۶-۷۱.

افراسیابی، م. (۱۳۷۵). تعیین الگوی کشت بهینه‌ی محصولات زراعی شهرستان حاجی‌آباد (هرمزگان). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه مازندران.

آقایا، غ. (۱۳۷۳). تعیین ترکیب بهینه‌ی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و نقش قیمت‌های سایه‌ای در برنامه‌ریزی تولید کشاورزی. *فصل‌نامه‌ی آب، خاک، ماشین*، (۳): ۲۳-۲۰.

آل محمد، ع. (۱۳۸۰). تعیین الگوی بهینه‌ی کشت اقتصادی شهرستان سمنان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

بریم‌نژاد، و. (۱۳۸۳). تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری: مطالعه‌ی موردی استان کرمان. *مجله‌ی پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی*، (٦٣): ١٦-٢.

پوستل، س. (۱۳۷۳). آخرین واحد، آب مایه‌ی حیات. ترجمه‌ی: وهاب‌زاده و علیزاده، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

ترکمانی، ج. و حاج رحیمی، م. (١٣٧٦). کاربرد برنامه‌ریزی هدف در تعیین برنامه‌ی بهینه‌ی واحدهای کشاورزی: مطالعه‌ی موردی استان آذربایجان غربی. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۲۰): ۵۱-۳۹.

ترکمانی، ج. و عبدشاهی، ع. (۱۳۷۹). استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای در تعیین الگوی بهینه‌ی کشاورزان. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۳۲): ۵۰-۳۵.

جولایی، ر. (١٣٨٤). الگوهای برنامه‌ریزی چندمنطقه‌ای و کاربرد آن در کشاورزی: مطالعه‌ی موردی استان فارس. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۵۱): ١٢٦-٨٧.

جهاد کشاورزی خراسان رضوی. (٨٤-١٣٨٣). پرسش‌نامه‌ی هزینه‌ی تولید محصولات کشاورزی. اداره‌ی کل آمار و اطلاعات.

چیذری، ا. و قاسمی، ع. (۱۳۷۸). کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی بهینه‌ی کشت محصولات زراعی. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۲۸): ٧٦-٦١.

چیذری، ا. (١٣٨٤). تعیین ارزش اقتصادی آب با ره‌یافت برنامه‌ریزی آرمانی: مطالعه‌ی موردی سد بارزو شیروان. *مجله‌ی تحقیقات اقتصادی*، (٧١): ٦٦-٣٩.

خالدی، ه. و آل‌یاسین، م. (۱۳۷۹). عرضه و تقاضای آب در جهان از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵، سناریوها و مسایل. *کمیته‌ی ملی آبیاری و زه‌کشی ایران* (٣٤).

دشتی، ق. (۱۳۷٤). سیاست قیمت‌گذاری و تقاضای آب کشاورزی در ایران. *مجموعه مقالات کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب*، اصفهان، ایران.

دهقانیان، س. (۱۳۸۰). بررسی کارایی و برآورد الگوهای بهینه‌ی تولیدات کشاورزی در استان خراسان. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۳۳) ٤٥-۲۹.

رمضان‌نیا کشتلی، ق. (۱۳۷۸). برنامه‌ریزی آرمانی و کاربرد آن در تعیین الگوی بهینه در فعالیت‌های زراعی: مطالعه‌ی موردی شالیزارهای برنج روستای میدانسر کشتلی بابل. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد آمار و ریاضی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه مازندران.

سیدان، ه. (۱۳۸۰). صادرات آب یا آب‌رسانی به مناطق خشک. *نشریه‌ی خراسان*، ۱۳۸۰/۳/۱۰.

سی چتفیلد. (۱۳۷۲). مقدمه‌ای بر تحلیل سری‌های زمانی. ترجمه‌ی: ح. نیرومند، و بزرگ‌نیا، ا. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۲.

صامتی، م. (۱۳۸۲). اولویت‌های توسعه‌ی بخش صنعت استان اصفهان بر اساس روش و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). *فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های بازرگانی*، (۲۷): ۹۰-۵۹.

عبدیان، م. (۱۳۷۲). طراحی الگوی کشت بهینه در یک روستای شهرستان ورامین. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقتصاد و بازرگانی، دانشگاه شهید بهشتی.

عساکره، ح. و خردمندنیا، م. (۱۳۸۱). الگوسازی SARIMA برای متوسط درجه حرارت ماهانه‌ی جاسک. *نیوار*، (٤٦) و (٤٧): ٤١-٥٤.

غلامی، م. (۱۳۸۲). تعیین تناوب زراعی بهینه با استفاده از برنامه‌ریزی خطی: مطالعه‌ی موردی مزرعه‌ی ۱۱۰ هکتاری در شهرستان بجنورد. *مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، (۱): ۲٤-۱۷.

فیض‌اللهی، ک. (۱۳۸۰). آب هدیه‌ی بی‌پایان یا توهم جاری. *همشهری* (ویژه‌نامه‌ی طبیعت)، اردی‌بهشت ماه.

قاسم‌زاده مجاوری، ف. (۱۳۷۹). اقتصاد آب: پیش‌شرط اقتصاد سبز. *اقتصاد سبز*، سال اول، اردی‌بهشت ماه.

قدسی‌پور، س. (۱۳۷۹). فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP). مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران).

قرئلی، ع. (۱۳۸۱). تعیین ارزش آب کشاورزی و الگوی بهینه‌ی کشت در شرایط کم‌بود منابع آب (اراضی زیر سد درودزن). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شیراز.

کشاورز، ع. و صادق‌زاده، ک. (۱۳۸۰). مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی. *نشریه‌ی شکرشکن، (۳۸): ۵۷-۳۲.*

گزارش (۱۳۸۵). مطالعات آب‌های زیرزمینی در مناطق ممنوعه‌ی بحرانی: دشت فریمان- تربت جام. شرکت مهندسین مشاور ساز آب شرق، آرشیو بخش مطالعات پایه‌ی منابع آب سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی.

محمدی، ه. و ترکمانی، ج. (۱۳۸۰). کاربرد الگوی برنامه‌ریزی هدف توام با ریسک (GP-TMOTAD) در بررسی پذیرش فن‌آوری نوین از سوی ذرت‌کاران استان فارس. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۳۳): ۲۳۳-۲۰۵.

محمدیان، م. (۱۳۸٤). تاثیر کنترل ریسک قیمتی برنج در شرایط بورس کالا بر الگوی کشت بهینه: مطالعه‌ی موردی استان گلستان منطقه‌ی گنبد- مینو دشت. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (٤۹): ۱۹٤-۱٦۹.

معصوم‌زاده، س. و تراب‌زاده، ا. (۱۳۸۳). رتبه‌بندی تولیدات صنعتی کشور. *فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های بازرگانی*، ۳۰ : ۸۱-٦۷.

وکیلی، م. (۱۳۷۵). محدودیت‌های آب در ایران، آب و توسعه. *فصل‌نامه‌ی امور آب وزارت نیرو*، (۱۵): ۱۳-۱۸.

Biswas, A. and Pal. B. B. (2005). Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agriculture system. *The International Journal of Management Science*, Omega 33: 391-398.

Dorenbos, J. and Priutt, W. O. (1977). Guide line for predicting crop water requirements. *Irrig. Drain . Pap*. 24.FAO, Rome: 144.

Ghodsypour, S. H. and Brien C. (1997) An Integerated Method Using the Analytical Hierarchy Process with Goal Programming for Multiple Sourcing

With discounted prices. The proceeding of 14th international conference on production research (ICPR), Osaka, Japan.

Haouari, M. and Azaiez, M. (2001). Optimal cropping patherns under water deficits. *European Journal of Operational Research*, 130: 133-146.

Lai, Y .J. and Hwang, C. L. (1996). Fuzzy multiple objective decision making methods and applications. 2nd corrected printing.

Loftsgard, L. D. and Heady, E. (1959). Application of dynamic programming models for optimal farm and home plans. *Journal of Farm Economics*, 41: 51-62.

Matanga, G. B. and Marino, M. A. (1979). Irrigation planning: cropping pattern. *Water Resource Research* , 15: 672- 678.

Narasimhan, R. (1980). Goal programming in fuzzy environment. *Decision Sciences*, 11: 325-336.

Pal, B. B., Basu. I. (1996). Selection of appropriate priority structure for optimal land allocation in agriculture planning through goal programming. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 51: 342-54.

Pal, B. B. and Moitra, B. N. (2003). Fuzzy goal programming approach to long term and allocation planning problem in agriculture system: A case study In: Proceeding of fifth international conference on advances in pattern recognition. allied publishers Pvt. Ltd, p: 441-7.

Piech, B. and Rehman, T. (1993). Application of multiple criteri decision making methods to farm planning. *Agricultural Systems*, 41(3): 305-319.

Rao, S. S., Sundararaju, K., Prakash, B. G. and Balakrishna, C. (1992). Fuzzy goal programming approach for structural optimization. *AIAA Journal*, 30(5): 1425-1432.

Romero, C. and Rehman, T. (1993). Application of multiple criteri decision making methods to farm planning. *Agricultural Systems*, 41(3): 305-319.

Soni, B., Singh, R. and Panda, D. R. (1995). optimal crop for Kansabahal irrigation project, Orissa, India. *Proceeding of Regional Conference of Water Resource Management*, Isfahan, Iran.

Tivari, R. N., Dharmar, S. and Rao, J. R. (1996). Fuzzy goal programming, an additive model. *Fuzzy Sets and Systems*, 24: 27-34.

Yang, J. P., Ignizio, H. and Kim, H. J. (1991) Fuzzy programming with nonlinear membership function: piecewise linear programming approximation. *Fuzzy Sets and Systems*, 11: 39-53.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3): 338–353.

Zimmermann, H. J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 1: 45-55.

پیوست مطالب

جدول (۲). ضرایب فنی و تراکم کشت محصولات زراعی دشت فریمان- تربت جام

محصول	RA	RAM	P	C	L	FE	XP	PXP
گندم آبی	٤١٠٠	٥٦٠٠	٠/٢٠٥	٢٤٥/٢٠٩	٣٧	٣٩٢	٢٣٤٦٨	٥٣
جو آبی	٤٠٠٠	٥٥٠٠	٠/١٥٢	٢١٣/٥٨٧	٢٦	٣٤٥	٥١١٨	١١/٥٦
چغندرقند	٢٧٠٥٩	٣٣٠٥٩	٠/٠٤٦	٧٨٢/٠٩٣	٧٣	٥٧٩	٣٩٦٦	٨/٩٦
پنبه	٢٩٨٦	٣٧٣٦	٠/٤٥	٥٦٣/٠٦٨	٧٢	٤٨٨	٦٧٩	١/٥٣
هندوانه	١٨٠٠٠	٢٤٠٠٠	٠/٠٧٥	٦٠١/٩٨٨	٥٨	٤٨٣	٨٨	٠/٢
خربزه	١٣٥٠٠	١٦٠٠٠	٠/١	٦٨٩/٣١٥	٤٨	٤٦٣	٥٤٠٣	١٢/٢
یونجه	٩٠٦٤	١٠٣١٤	٠/١٣	٤٢١/٨٨٦	٤٣	٣٨٧	٦٧٩	١/٥٣
ذرت	٢٥٠٠٠	٣١٠٠٠	٠/١٦٢	٥١٢/٩٣	٣٧	٣٦٩	٢١١	٠/٤٨
سیب زمینی	٢٧٠٠٠	٣٤٥٠٠	٠/٠٨٢	١١٨٢/٧١٣	٩٢	٥٥٨	٨١٤	١/٨٤
پیاز	٣١٠٠٠	٣٨٥٠٠	٠/٠٦١	٩٥٦/٠١٦	٩٠	٥١١	٣٤	٠/٠٨
گوجه فرنگی	٣٦٩٧٤	٤١٥٠٠	٠/٠٦	١٠٣٢/٧١٣	١١٣	٦٣٩	٣٠٤٦	٦/٨٨
زیره	٨٨٠	١٠٨٠	١/٣٥	٢٩٣/٧٤٨	٢٢	١٣٥	٧٧٦	١/٧٥
عدس	٩٠٠	١٠٥٠	٠/٣٨	١٠٥/٧	٤١	١٨٣	٠	٠
نخود	٩٥٠	١١٠٠	٠/٣٦	١١٥/٥٧٣	٣١	١٤٧	٠	٠
کلزا	١٧٥٠	٤٠٠٠	٠/٣٧	٢٨٣/٠٧١	١٢	٣١٣	٠	٠
جمع	.....	.....	.....	.....	.....	.....	٤٤٢٨٢	١٠٠

RA: میانگین عمل‌کرد تولید (هکتار/ کیلوگرم)

RAM: میانگین عمل‌کرد تولید با تامین بیشینه نیاز آبی (هکتار/ کیلوگرم)

P: قیمت فروش هر واحد محصول در زمان برداشت (کیلوگرم/ ده هزار ریال)

C: هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری مورد نیاز (هکتار/ ده هزار ریال)

L: تعداد نیروی کار مورد نیاز (هکتار/ نفر- روزکار)

FE: مقدار انواع کودهای شیمیایی مورد نیاز (هکتار/ کیلوگرم)

XP: سطح زیر کشت در وضعیت موجود (هکتار)

PXP: درصد سطح زیر کشت در وضعیت موجود

جدول (۱۲). مقادیر سطح زیرکشت محصولات مختلف در طول دوره ده ساله در برنامه‌ریزی غیر خطی ساده (هکتار)

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۲۳٤٦۸	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۱۹۸۱۹	۲۰۸٦٦	۲۰٤۲۷	۲۰۳۲٦	۲۳۳۸٤	۲٦۷٤٥	۲۰٦٦۷
جو	٥۱۱۸	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۷۱٦٥	۷۱٦٥	۷۱٦٥	۷۱٦٥	٦۱۹۲	۳۰۷۱	٥۰۲۱
چغندر	۳۹٦٦	٥٥٥۲	٥٥٥۲	٥٥٥۲	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۳۳۳۱
پنبه	٦۷۹	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۸۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٦۱۰
هندوانه	۸۸	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	٥۳	۱۱٦
خربزه	٥٤۰۳	٦۷۱۲	۳۸۲۳	۷٥٦٤	۷٤٥۸	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	٤٥۰۱
یونجه	٦۷۹	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٥۷۰
ذرت	۲۱۱	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۱۲۷	۲۷۹
سیب زمینی	۸۱٤	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	٤۸۸	٤۸۸	۱۰۰۹
پیاز	۳٤	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	۲۰	۲۰	٤۲
گوجه	۳۰٤٦	٤۲٦٤	٤۲٦٤	٤۲٦٤	٤۲٦٤	۳۷٤۱	۲٦۹٥	۳۱۳۳	۳۲۳٥	۱۸۲۸	۱۸۲۸	۳۳٥۲
زیره	۷۷٦	٤٦٦	۸٦۲	٤٦٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۹٤۰
عدس	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	٤٤۲۸	٤٤۳
نخود	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کلزا	۰	۱۹۳٦	٤٤۲۸	۱۰۸۳	٤٤۲۸	٤٤۲۸	٤٤۲۸	٤٤۲۸	٤٤۲۸	٤٤۲۸	۰	۳٤۰۱
کل	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲
ماخذ :یافته های تحقیق												

جدول(۱۳). مقادیر سطح زیر کشت محصولات مختلف در طول دوره ده ساله در برنامه‌ریزی غیر خطی آرمانی قطعی موزون(هکتار)

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۲۳٤٦۸	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۲۱۲٦۱	۲٤۰۹٤	۲٥۰٥٦	۲٤٥٦۸	۲٤٤۰۱	۲٦٤۱۱	۲۲٤۸۲	۲۲٤٦۰
جو	٥۱۱۸	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۲۳٦	۷۱٦٥	۳٤۹۷
چغندر	۳۹٦٦	٥٥٥۲	۳۸٦۹	٥٥٥۲	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۳۱٦۳
پنبه	٦۷۹	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	٦۳٥	۹٥۱	۹٥۱	٤۰۷	٤۰۷	۸۱۰
هندوانه	۸۸	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	٥۳	٥۳	۱۰۹
خربزه	٥٤۰۳	۳۹۷۱	٥٦۹۲	٤۹٥٤	٥۲٥۱	۳٤۱۸	۳۲٤۲	۳٤۱٤	۳٥۸۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	٤۰۰۱
یونجه	٦۷۹	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	٤۰۷	٤۰۷	۸٤۲

ادامه جدول(۱۳). مقادیر سطح زیر کشت محصولات مختلف در طول دوره ده ساله در برنامه‌ریزی غیر خطی آرمانی قطعی موزون(هکتار)

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
ذرت	۲۱۱	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۵
سیب زمینی	۸۱٤	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	٤۸۸	٤۸۸	۱۰۰۹
پیاز	۳٤	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	۲۰	۲۰	٤۲
گوجه	۳۰٤٦	٤۲٦٤	۳۸٥٤	٤۲٦٤	۳۲۹۸	۲۲۹۸	۱۸۲۸	۱۸۲۸	۱۸۲۸	۱۸۲۸	۱۸۲۸	۲۷۱۲
زیره	۷۷٦	۷۱٤	۱۰۸٦	٤٦٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۹۸۷
عدس	۰	۳۹۹٦	٤٤۲۸	۳٦۹٤	۳٥۱٥	۱٦۷٤	۸۹۷	۱۱۸۲	۱۲٥٥	۰	۰	۲۰٦٤
نخود	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	٤٤۲۸	٤٤۳
کلزا	۰	٤۳۲	۰	۰	۹۱۳	۲۷٥٤	۳٥۳۱	۳۲٤٦	۳۱۷۳	٤٤۲۸	۰	۱۸٤۸
کل	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲

ماخذ :یافته‌های تحقیق

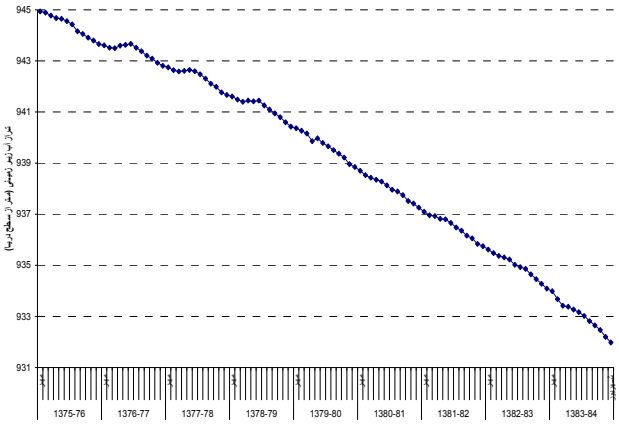
جدول (۱٤). مقادیر سطح زیرکشت محصولات مختلف در طول دوره ده ساله در برنامه‌ریزی غیر خطی آرمانی فازی موزون (هکتار)

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۲۳٤٦۸	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۱۸۷۷٤	۱۹٥۸۷	۲۰٤٤٥	۲۰٦٥۲	۱۹٦۰۷	۲۳۰۷٤	۲٦۷٤٥	۲۰٥۲۱
جو	٥۱۱۸	۳۰۷۱	۳٥۷۳	۳۰۷۱	٦٤۳۹	۷۱٦٥	۷۱٦٥	۷۱٦٥	۷۱٦٥	٦٥۰۳	۳۰۷۱	٥٤۳۹
چغندر	۳۹٦٦	٥٥٥۲	٤٥۱۷	٥٥٥۲	۲٥۱۳	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۳۲٤۱
پنبه	٦۷۹	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	۹٥۱	٤۰۷	٤۰۷	٦۷۹
هندوانه	۸۸	۱۲۳	٥۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	٥۳	۱۰۹
خربزه	٥٤۰۳	٤٦۳۷	٤۷۷۲	٥۷۹۹	۳۸۱٤	٤٤۹۸	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۳۹۷۳
یونجه	٦۷۹	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷
ذرت	۲۱۱	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۱۲۷	۲۷۹
سیب زمینی	۸۱٤	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	۱۱٤۰	٤۸۸	۱۱٤۰	٥۳٥	۱۱٤۰	٤۸۸	٤۸۸	۸۸٤
پیاز	۳٤	٤۸	۲۰	٤۸	٤۸	٤۸	٤۸	۲۰	٤۸	۲۰	۲۰	۳۷
گوجه	۳۰٤٦	٤۲٦٤	٤۲٦٤	٤۲٦٤	٤۲٦٤	۳۳٦۸	۳۱۱٥	۳٥٤۱	۳٤۱۰	۱۸۲۸	۱۸۲۸	۳٤۱٥
زیره	٥۹۱	۱۰۸٦	٤٦٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۹۷٥
عدس	۰	۰	۰	۰	۲٦	۰	۹٤۸	۰	۱٥۲۸	۰	٤٤۲۸	٦۹۳
نخود	۰	۳٥۸۸	۳۷٤٤	۳۲۲۹	۳۲٥۷	۱٤٦۷	٤۹	۱۰۱۰	۰	۰	۰	۱٦۳٤
کلزا	۰	۸٤۰	٦۸٤	۱٦۲	۱۱٤٥	۲۹٦۱	۳٤۳۱	۳٤۱۸	۲۹۰۰	٤٤۲۸	۰	۱۹۹۷
کل	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲

ماخذ :یافته‌های تحقیق

جدول (۱۵). مقادیر زیرکشت محصولات مختلف در طول دوره ده ساله در برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی فازی ناموزون (هکتار)

	وضعیت موجود	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	متوسط
گندم	۲۳٤٦۸	۱۸۷۷٤	۱۸۸۸۰	۱۸۷۷٤	۲۲۱٤٥	۲٦۱٤۲	۲۸۳۹۹	۲٥٤۲۳	۲٤۷۰٤	۲۹۱٤٥	۲۲۸۷۱	۲۳٥۲٦
جو	٥۱۱۸	۳۰۷۱	۳۰۷۳	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	۳۰۷۱	٦۱۷۰	۳۳۸۱
چغندر	۳۹٦٦	٥٤٤۱	٥٥۲۹	٥٥٥۲	۳۸٦۳	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۸٤۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۳٥۱۲
پنبه	٦۷۹	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	٤۰۷	٥٤۹	٤۰۷	٤۰۷	۷٤۷
هندوانه	۸۸	٥۳	٥۳	٥۳	٥۳	٥۳	٥۳	٥۳	۹٤	٥۳	۱۲۳	٦٤
خربزه	٥٤۰۳	٥۹۳۲	٤٦۱٥	٥۰۸۰	۳٦۲٥	٤٤۷۹	۳۲٤۲	۳۲٤۲	۷٥٦٤	۳۲٤۲	۳۲٤۲	٤٤۲٦
یونجه	٦۷۹	۹٥۱	۹٥۱	۹٥۱	۸۰۹	٥٤۷	٤۱٤	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٤۰۷	٦۲٥
ذرت	۲۱۱	۱۲۸	۲۹٥	۲۹٥	۲۳٤	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۲۹٥	۱٥۲	۲٥۸
سیب زمینی	۸۱٤	٤۸۸	٤۸۸	٤۸۸	٤۸۸	۹۸۷	٤۸۸	٤۸۸	٦۷۸	٤۸۸	۱۱٤۰	٦۲۲
پیاز	۳٤	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۲	۲۰	۲۰	٤۸	۲۳
گوجه	۳۰٤٦	۳۷۸۰	۳۹۱۲	٤۱٥۲	٤۱۲۹	٤۲٦٤	۳۸۷٥	۳۱۸۲	۲٥۹۲	۲۲٦۱	۱۸۲۸	۳۳۹۸
زیره	۷۷٦	٤٦٦	۱۰۸٦	٤٦٦	٤٦٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۱۰۸٦	۹۰۰
عدس	۰	٤۲۲۷	۳۳٦۳	٤٤۲۸	۲۰۱۲	۱	۰	۱٦٤۱	۰	۰	۰	۱٥٦۷
نخود	۰	۰	۱۰٦٤	۰	٥٦٦	٥	۰	۰	۰	۰	٤٤۲۸	٦۰٦
کلزا	۰	۰	۰	۰	۱۸٥۰	۰	۷	۲۱۲۳	۸٤۱	۱٤۲٥	۰	٦۲٥
کل	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲	٤٤۲۸۲
ماخذ :یافته‌های تحقیق												



نمودار (٤-١). هیدروگراف واحد دشت فریمان - تربت جام (مهرماه ۱۳۷۵ تا شهریور ۱۳۸٤)