تخصیص بهینه آب با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی

(مطالعه موردی: شهرستان نهبندان)

حسن میرزایی[1*]، فرشاد محمدیان[2]، علی مهدی‌پور[3]

[*]۱و۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دکتری دانشکده اقتصاد توسعه کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

ایمیل نویسنده مسئول h_mirzaee@ut.ac.ir

چکیده

رشد روز افزون جمعیت در جهان امروز، نیاز به تولیدات کشاورزی را افزایش داده و موجب فشار بر منابع پایه مورد استفاده گردیده است. در این زمینه آب به عنوان محدودترین منبع تولید محسوب می‌شود. بطوریکه در جهان و ایران، دسترسی به این منبع دچار بحران شده است. از طرفی به علت محدودیت افزایش عرضه آب، اهمیت توجه به مدیریت تقاضای آب دوچندان شده است که یکی از ابزارهای مدیریت تقاضای آب، اصلاح الگوی مصرف در بخش کشاورزی و تخصیص بهینه منابع آب می‌باشد. برای این منظور از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی جهت دست‌یابی به اهداف کاهش مصرف منابع آبی و افزایش بازده اقتصادی در شهرستان نهبندان و در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ استفاده شده است. تکنیک برنامه ریزی آرمانی فازی این امکان را می‌دهد که با درنظرگرفتن اهداف کشاورزان و تصمیم‌گیرندگان در شرایط تصمیم‌گیری نادقیق، تخصیص بهینه منابع صورت گیرد. نتایج حاکی از آن است که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل که ناشی از بی‌دقتی در اطلاعات است و با نگرش فازی این بی دقتی تا حد زیادی برطرف می‌شود و شرایط تخصیص آب بطور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوبتری استفاده می‌شود.

واژه های کلیدی: بحران آب، تخصیص بهینه، برنامه‌ریزی آرمانی فازی، شهرستان نهبندان

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت در جهان امروز، نیاز به تولیدات کشاورزی را افزایش داده و موجب فشار بر منابع پایه مورد استفاده گردیده است. در این زمینه آب به عنوان محدودترین منبع تولید محسوب می‌شود. بطوریکه در جهان و ایران، دسترسی به این منبع دچار بحران شده است. از طرفی به علت محدودیت افزایش عرضه آب، اهمیت توجه به مدیریت تقاضای آب دوچندان شده است. در این بین بخش کشاورزی نه تنها بزرگترین کاربر آب در جهان است بلکه دارای ارزش بهره وری پایین آب می‌باشد (fao,1995) محققان زیادی اشاره کرده‌اند بهبود بازده مصرف یک ابزار اقتصادی در مدیریت آب می‌باشد (Grimble, 1999) در این بین تخصیص بهینه آب به عنوان یکی از ابزار مدیریت تقاضای و افزایش بهروری آب بشمار می‌آید بطوریکه هدف دست‌یابی به بازده‌ی بالاتر مصرف آب در بین محصولات مدنظر قرار می‌گیرد که مدل‌های بهینه سازی برای تخصیص منابع آب در سرتاسر جهان از آریزونا تا کالیفرنیا، و از افریقا تا آسیا، محبوب محققان قرار گرفته است(Maddaus. and McGill,1976; Lejano and Davos,1995;Gakpo and et al, 2001; Levite & et al,2003; Fischhendler,2007) از جمله، برنامه ریزی خطی[1] که به عنوان ابزار بهینه‌سازی می‌باشد و با وجود سادگی برنامه ریزی خطی، و دنبال کردن یک هدف، با عالم واقع یکی نبوده بلکه در عالم واقعی رسیدن به چندین هدف مدنظر می‌باشد. در این بین برنامه ریزی آرمانی[2]، تکنیکی برای تصمیم‌گیری در شرایطی که چند هدف مدنظر تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران می‌باشد بطوریکه همزمان به چندین هدف خواهد رسید.(Hannan, 1985; Gass, 1987; Min and Storbeck,1991) در عالم واقعیت ابهامات زیادی در پارامترها و روابط تخصیص منابع آب وارد می‌شود و تکنیک‌های برنامه‌ریزی قطعی برای حمایت از مدیریت منابع آب تحت عدم قطعیت کارا نمی‌باشد که به جهت نیاز به داده‌های دقیق و قطعی، نتایج قابل قبولی در تصمیم‌گیری‌های دنیای واقعی نمی‌تواند ارائه کنند. از این رو تکنیک و منطق فازی در شرایط نادقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bellman and Zadeh ,1970) و همچنین برنامه‌ریزی آرمانی فازی[3] ضمن درنظرگرفتن چندین هدف، در شرایط تصمیم‌گیری غیرقطعی و نادقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mohandas et al, 1990; Chanas and Kuchta,2002; Narasimhan, 1980; Hannan, 1981; Tiwari et al,1987; Wang and fu, 1997; Chen and Tsai, 2001)

شهرستان نهبندان(شکل ۱) جنوبی‌ترین شهرستان استان خراسان جنوبی با ۲۸۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت و جمعیتی در حدود ۵۹۷۹۹ نفر و با میزان بارش سالانه حدود ۹۸.۸ میلی‌متر از مناطق خشک محسوب می‌شود. با توجه به ضعیف بودن بخش صنعت و خدمات، بیشترین میزان اشتغال‌زائی مربوط به بخش کشاورزی است. بطوریکه سطح زیر کشت محصولات در سال زراعی ۹۱-۹۰ بالغ بر ۱۲۳۰۶ هکتار بوده است که ۸۵۶۹ هکتار آبی و ۳۷۳۷ هکتار دیم را شامل می شود. محصولات عمده شامل: گندم، جو، پنبه، ذرت، سورگوم و جالیز می باشند آب مصرفی سالانه در بخش کشاورزی ۱۲۸/۴۳ میلیون متر مکعب می باشد. سطح آبهای زیر زمینی در این شهرستان در ده ساله اخیر(۹۱-۱۳۸۱) برابر ۲۵ سانتیمترودرسال زراعی۹۱-۱۳۹۱برابر

1- Linear Programming(LP)
2- Goal Programming(GP)
3- .Fuzzy Goal Programming(FGP)

۳۱ سانتیمترکاهش داشته است. از این رو استفاده بهینه نهاده‌های تولید بخصوص نهاده زمین و آب ضروری می‌باشد(بی‌نام، ۱۳۹۱).

شکل(۱) موقعیت شهرستان نهبندان در استان خراسان جنوبی و ایران

در راستای محدودیت افزایش عرضه آب، اهمیت توجه به مدیریت تقاضای آب ضروریت می‌یابد که یکی از ابزارهای مدیریت تقاضای آب، اصلاح الگوی مصرف در بخش کشاورزی و تخصیص بهینه منابع آب می‌باشد. برای این منظور از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی جهت دست‌یابی به اهداف کاهش مصرف منابع آبی و افزایش بازده اقتصادی در شهرستان نهبندان و در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ استفاده شده است. همچنین به جهت اهمیت در نظرگرفتن اهداف در نتایج مطالعه و تخصیص بهینه نهاده ها بخصوص آب و زمین، الگوهای تک هدفه و چند هدفه در شرایط قطعی تشکیل و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پیشینه تحقیق

در مطالعات خارجی تخصیص بهینه آب با استفاده از برنامه ریزی ریاضی و با در نظر گرفتن شرایط قطعی انجام گرفته است که عبارتند از: kamal and Latin (2004) مطالعه‌ای با هدف تعیین الگوی بهینه کشت شامل گندم، جو، پنبه، هندوانه، فلفل و بادمجان انجام دادند. و بهترین الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی خطی را با هدف حداکثرکردن درآمد در شرایطی که منبع آب با ظرفیت‌های ۰، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪ و عمق آبیاری ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تعیین گردید. نتایج نشان داد که در شرایط عمق آبیاری زیاد و ظرفیت کم منابع آب، درآمد خالص بدست آمده بسیار کاهش می‌یابد. Liu and et al(2010) یک مدل بهینه سازی تخصیص آب در چین در بخش های مختلف با اهداف به حداکثر رساندن منافع اقتصادی کل منطقه، به حداکثر رساندن رضایت از بخش های مختلف و به حداقل رساندن مقدار آب آلوده انجام شده است این مدل برای تجزیه و تحلیل مشکلات مختلف تخصیص آب تحت شرایط نفوذ آب شور مورد استفاده قرار گرفت. همچنین مطالعاتی در شرایط نادقیق و با اهداف متفاوت انجام شده است که عبارتند از: Raju and Kumar (2005)در مطالعه‌ای بااستفاده از تصمیم گیری چند معیاری (MCDM) همزمان با منطق فازی به انتخاب

سیستم‌های آبیاری در هند پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از روش منطق فازی در دنیای واقعی در تصمیم-گیری موثر می‌باشد. Regulwar. and GuraV (2010) در مطالعه ای به توسعه مدل برنامه ریزی آبیاری در قالب چند هدف برنامه ریزی خطی فازی (MOFLP) در هند پرداختند. با توجه به سطح رضایت تصمیم گیرندگان (λ) ، هر چهار مزایای خالص (NB)، زراعت / عملکرد (YP) ، ایجاد اشتغال (EG)و استفاده از کود (MU) به طور همزمان دست یابند. Sahoo and et al (2006) درمطالعه‌ای، برنامه ریزی خطی و مدل های بهینه سازی فازی برای پلان-گذاری و مدیریت سیستم زمین آب زراعی موجود در رودخانه کاتاجودی-ماهاندی در شرق هند توسعه یافته است مدل های مورد استفاده برای بهینه سازی بازده اقتصادی، تولید و استفاده از نیروی کار و برای انتخاب الگوی کشت مرتبط با محدودیت زمین، آب، کود و نیروی کار و الگوی مصرف آب مورد استفاده قرار گرفتند. و ساختاری برای تسهیل استفاده آب منابع سطحی و زیرزمینی در شرایط بحرانی پیشنهاد گردید. Sharma and et al (2007) درمطالعه-ای، رویکرد برنامه ریزی فازی (FGP) برای تخصیص بهینه زمین های زیر کشت و برنامه های محصولات کشاورزی سالانه با توجه به اهداف مانند تولید محصولات کشاورزی، سود خالص، استفاده ازآب و اشتغال مورد استفاده قرار گرفته است و یک ابزار تحلیلی مفید برای برنامه ریزان کشاورزی که با استفاده از روش های سنتی LP و GP تصمیم-گیری می کنند، ارائه می‌شود همچنین وزن‌های مختلف در ساختار تعیین شده توسط تصمیم گیرنده مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در مطالعات داخلی تخصیص بهینه آب با استفاده از برنامه ریزی ریاضی و با در نظر گرفتن شرایط قطعی انجام گرفته است که عبارتند از: چیذری و همکاران(۱۳۸۴) مطالعه‌ای در جهت بهبود مدیریت منابع آب بروی اراضی زیر سد بارزوی شیروان با استفاده از مدل بهینه سازی خطی انجام دادند. محمدی و بوستانی (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی چند هدفه، الگوی کشت را با درنظرگرفتن کاهش مصرف آب در شرایط ریسکی مبنی بر حفظ سطح مشخصی از درآمد در شهرستان مرودشت استان فارس تدوین و مورد بررسی قرار دادند و پاسخ‌های بهینه با معیار ترکیبی دربرگیرنده سه هدف کاهش مصرف آب، کاهش ریسک و افزایش بازدهی انتخاب شدند. آقاپورصباغی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای تاثیرات دو هدف تامین پایداری مصرف منابع آب و بهینه‌سازی مصرف بین‌دوره‌ای این منبع بر الگوی کشت زارعین با استفاده از یک الگوی برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای برای ۵ دوره آتی برای دشت کبود آهنگ همدان اسخراج نمودند. فتحی و نادر و صبوحی(۱۳۹۰) در مطالعه‌ای جهت مدیریت تخصیص آب سد مهاباد از برنامه ریزی آرمانی اولویتی استفاده کرد و با استفاده از داده‌های مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۵۵ شبیه سازی انجام شد که اهداف مورد نظر شامل تامین آب شرب، تامین آب کشاورزی و تولید برق می‌باشند . همچنین مطالعاتی در شرایط نادقیق و با اهداف متفاوت انجام شده است که عبارتند از: اسدی پورو همکاران(۱۳۸۶) در مطالعه‌ای ضمن تحلیل نظریه برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی، در جهت بهینه‌سازی الگوی کشت

با درنظرگرفتن هدف‌های مختلف در استان همدان طی دوره ۸۷-۱۳۸۴ مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاکی از این است که با انعطاف در آرمانهای سمت راست مدل فازی منابع به نحو بهتری تخصیص می‌یابد و سطح زیرکشت توسعه می‌یابد. چیذری و قاسمی(۱۳۸۴) در مطالعه‌ای الگوی برنامه ریزی امکانی با هدف تعیین الگوی بهینه کشت تولیدات محصولات زراعی شمال استان فارس طی سال‌های ۸۱-۱۳۷۵ مورد بررسی قرار گرفت.نتایج نشان داد که با افزایش قطعیت سود و سطح زیرکشت افزایش می‌یابد همچنین اختلاف معنی‌داری سطوح زیرکشت محصولات به دلیل نبود قطعیت موجود در قیمت محصولات وجود داشت. کهنسال و محمدیان(۱۳۸۷) در مطالعه ای نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت با درنظر گرفتن اهداف مختلف مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از بهبود شرایط الگوی کشت و استفاده ازمنابع با ایجاد انعطاف‌پذیری در ضرایب مدل و استفاده از نگرش فازی را نشان می‌دهد.

چارچوب مفهومی و روش‌شناسی تحقیق

مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی[۴] یک ابزار مهم و با استفاده گسترده در تحلیل‌های کشاورزی و اقتصادی است. دلیل اصلی برای استفاده گسترده از این مدل‌ها به مسئله بنیادی اقتصاد که همانا استفاده بهینه از نهاده‌های محدود است و نیاز این مدل‌ها به کمترین داده ممکن برمی‌گردد.

ساختار الگوی برنامه‌ریزی خطی (LP) اولیه به صورت زیر است:

$$\text{Maximize} \quad Z \qquad (۱)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_i a_{ij} x_i \le b_j$$

$$x_i \ge 0 \qquad \forall\, i$$

که در آن Z، تابع هدف، a_{ij}، مقدار نهاده jام مورد نیاز برای تولید یک واحد از محصول در فعالیت iام (ضرایب فنی تولید)، b_j: مقدار کل موجودی نهاده j، x_i، مقدار متغیر تصمیم (سطح زیرکشت محصولات کشاورزی).

ساختار مدل چند هدفه قطعی بصورت زیر می‌باشد,(Lai and Hwang, 1996):

$$Minimaize\ Z = [N_1 * W_1\ d_1^-, d_1^+\ , N_2 * W_2\ d_{iZ}^-, d_2^+\ , \dots N_1 * W_k(d_k^-, d_k^+)] \qquad (۲)$$

$$subject\ to: f_i\ x\ +\ d_i^- - d_i^+ = b_i$$

که در آن z برداری از اهداف وزن داده شده، x برداری متغییرهای تصمیمگیری، d_i^- و d_i^+ به ترتیب انحراف مثبت و منفی از iام آرمان، N_K ضریب نرمال سازی kامین هدف که بصورت رابطه زیر بدست می‌آید:

$$N_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{k} a_{ij}^2} \qquad (۳)$$

1-Mathematical Progromming

$W_k(d_k^-, d_k^+)$ تابع خطی از انحرافات منفی و مثبت که با استفاده از عناصر w(وزن‌ها) اهمیت آرمانهای مدل نشان داده شده است.

در تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی افزون بر دست‌یابی هم‌زمان به چندین هدف، اهداف و محدودیت‌ها می‌تواند قطعی یا فازی باشد(Biswas and pal,2005) فرم کلی مدل چند هدفه فازی بصورت زیر می‌باشد.

$$Find\ X(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (۴)$$

$$So\ as\ to\ satisfy$$

$$f_i(x) \lesssim = \gtrsim b_i$$

Subject to:

$$AX \lesssim = \gtrsim B,$$

$f_i(x)$، iامین هدف فازی(خطی یا غیرخطی) و b_i سطح آرزو مرتبط با $f_i(0)$ می‌باشد. علامت‌های $\lesssim$، $=$ و $\gtrsim$ منعکس‌کننده فازی بودن سطوح آرزو و $B \lesssim = \gtrsim AX$ منعکس‌کننده مجموعه محدودیت‌های قطعی می‌باشد.

در محیط تصمیم‌گیری فازی اهداف بوسیله توابع عضویت مربوط به آنها که از تعریف تغییرات قابل تحمل بالا و پایین بدست می‌آید، مشخص می‌شوند و نوع تابع عضویت بستگی به نوع هدف دارد. سطح آرزوی i امین هدف فازی در بالا بیان می‌کند که تصمیم‌گیرنده حتی برای مقادیر بزرگتر از b_i به میزان تغییرات قابل تحمل مجاز یا کمتر از b_i به همان میزان راضی خواهد شد.

محدوده تغییرات قابل تحمل مجاز برای دستیابی به سطوح آرزوی اهداف فازی با انواع محدودیت‌های داده شده $=$ ، $\lesssim$ و $\gtrsim$ به ترتیب به صورت $(b_i - t_i, b_i + t_i)$، $(b_i, b_i + t_i)$ و $(b_i - t_i, b_i)$ خواهد بود که $(b_i - t_i)$ و $(b_i + t_i)$ به ترتیب محدوده تغییرات قابل تحمل پایین و بالا می‌شوند. اگر t_i نشان‌دهنده تغییرات قابل تحمل برای سطح آرزو b_i باشد، مدل ابتدایی FGP و روش حل آن ابتدا توسط ناراسیمهان ارائه شد. یانگ و همکارانش توانستند مدل را با متغیرهای کمتر و پاسخ‌های مشابه نارسیمهان و حنان حل کنند. در صورتیکه $f_i\ x$ نشان‌دهنده iام آرمان فازی با یک تابع عضویت مثلثی باشد، مدل یانگ بصورت رابطه(۵) فرمول‌بندی می‌شود:

μ

که در آن b_i سطح آرزو برای آرمان iام و t_i نشان‌دهنده تغییرات قابل تحمل برای سطح آرزو b_i باشد در محدودیت تصمیم‌گیری فازی، دست‌یابی هدف فازی به سطح آرزویش به بالاترین مقدار(یک) به عنوان سطح مطلوب و معرفی متغییرهای انحرافی بالا و پایین برای هر کدام از آنها به اهداف عضویت تغییر پیدا می‌کنند، سپس در تابع هدف تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی، متغییرهای انحرافی منفی براساس اهمیت دست‌یابی به مقادیر مطلوب حداقل می‌شوند .

Tiwari and Dharmar (1987) مساله FGP به صورت زیر فرمول‌بندی نمودند:

Find $X(x_1, x_2, \ldots$

$So\ as\ to\ satisf$

$$Minimize\ Z = [p_1\ d^-\ , p_2\ d^-\ , \ldots, p_k\ d^-\ ] \quad (۶)$$

Subject to:

$$\frac{b_i + t_i - f_i\ x}{t_i} \leq$$

$$\frac{f_i\ x - b_i - t_i}{t_i} \geq$$

$$AX = B,$$

$$d_i^- . d_i^+ = 0 ,$$

Z بردار k اولویت توابع دست‌یابی، و به ترتیب متغییرهای انحرافی پایین و بالا در iامین هدف می‌باشد ، یک تابع خطی وزن داده شده از متغیرهای انحرافی است که به فرم زیر است:

$$p_1\ d^- = \sum_{k=1}^{k} w_{ik}\, d_{ik}^-,\ w_{ik}, d_{ik}^- \geq 0\ ,\ k = 1,2, \ldots, k,\ \ i = 1,2, \ldots, I,\ \ K \leq I \quad (۷)$$

متغیر انحرافی برای kامین سطح اولویت و وزن عددی مرتبط با و نشان‌دهنده اهمیت دست‌یابی به سطح مطلوبیت iامین هدف نسبت به دیگر اهداف که با هم در kامین اولویت گروه‌بندی شده‌اند، می‌باشد (Rao and et al,1992).

با توجه به اهداف مطالعه، حداکثر کردن بازده ناخالص و حداقل کردن آب مورد استفاده در قالب برنامه‌ریزی خطی تک هدفه، آرمانی قطعی و آرمانی فازی با توجه به محدودیت‌ها منابع شامل محدودیت آب(مترمکعب)، زمین(هکتار)، نیروی کار(روز-نفر)، ماشین آلات(ساعت)، سرمایه(ریال)، کود شیمیای(کیلوگرم) و سموم(لیتر) مورد اطهبررسی قرار می‌گیرد. همچنین محدودیت های مربوط به آرمان‌ها که در برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و آرمانی موزون فازی به ترتیب به صورت رابطه(۲) و (۶) و همچنین با توجه به حداقل یا حداکثر آرمان در نظرگرفته می‌شود.

آمار و اطلاعات مربوط به تولید، سطح زیر کشت، عملکرد، مقدار مصرف نهاده‌ها به ازای هر هکتار و هزینه تولید محصولات عمده زراعی از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری از کشاورزان تهیه شد. جامعه مورد مطالعه، کلیه زارعین شهرستان نهبندان، بالغ بر ۳۵۰۰ نفر بهربردار می‌باشد. با استفاده روش نمونه گیری تصادفی و طبق رابطه (۸) تعداد اعضای نمونه گیری ۱۰۰ بهره‌بردار تعیین گردید.

$$n = \frac{\left(\frac{z*s}{r*\bar{y}_N}\right)^2}{1 + \frac{1}{n}\left(\frac{z*s}{r*\bar{y}_N}\right)^2} \qquad (۸)$$

در رابطه (۸)، n تعداد نمونه مورد نیاز، z طول نقطه متناظر با احتمال تجمعی $1-\alpha$ توزیع نرمال استاندارد، r قدرمطلق خطای مورد نظر در برآورد، S واریانس نمونه اولیه، $\bar{y}_N$ میانگین نمونه اولیه و N تعداد اعضاء جامعه می باشد(عمیدی، ۱۳۷۸).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به اینکه یکی از ابزارهای مدیریت تقاضای آب، اصلاح الگوی مصرف در بخش کشاورزی و تخصیص بهینه منابع آب می‌باشد. برای این منظور از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی جهت دست‌یابی به اهداف کاهش مصرف منابع آبی و افزایش بازده اقتصادی در شهرستان نهبندان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ استفاده شده است.

ابتدا الگوی برنامه‌ریزی خطی هر یک از اهداف حداکثرکردن بازده ناخالص و حداقل کردن آب بصورت جداگانه تشکیل و سپس برنامه‌ریزی آرمانی قطعی با توجه به اهداف گفته شده تدوین شده و در نهایت الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی تشکیل شده است. الگوی اول و دوم و سوم در شرایط قطعی در نظر گرفته شده است به طوریکه الگوی اول و دوم بصورت تک هدفه و به ترتیب با هدف حداکثر کردن بازده ناخالص و حداقل کردن آب مصرفی است

الگوی سوم، با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی با دو هدف هدف حداکثر کردن بازده ناخالص و حداقل کردن آب مصرفی تشکیل شده است و الگوی چهارم همان الگوی سوم است با این تفاوت که در این الگو در شرایط نادقیق و با استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی فازی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول(۱) نتایج حاصل از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی در قالب بازده ناخالص، سطح زیرکشت و آب مصرفی ارائه شده است همانطور که مشاهده می‌شود با توجه به اهداف متفاوت بازده ناخالص و آب مصرفی الگوی‌های بهینه متفاوت بدست می آید بطوریکه بیشترین و کمترین بازده ناخالص مربوط به الگوی اول ودوم به ترتیب با مقادیر ۳۷۴۴۴۵۰۶ و ۱۹۸۲۸۸۳۶ریال است همچنین بیشترین و کمترین آب مصرفی مربوط به الگوی دوم و اول به ترتیب برابر ۱۳۴۴۷۳/۱ و ۱۵۷۷۸۲/۲ مترمکعب است همچنین سطح زیرکشت الگوها به جز الگوی دوم تغییری مشاهده نمی-شود در نهایت مشاهده می‌شود در الگوی چهارم با فازی کردن اهداف، نتایج مطلوبتری دارد بطوریکه با وجود کاهش آب، بازده برنامه‌ای افزایش دارد.

جدول(۱) تغییرات بازده ناخالص و آب مصرفی در الگوهای مورد بررسی

الگوها / پارامتر	الگوی فعلی	الگوی های بهینه			
		الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم
بازده ناخالص (۱۰ ریال)	۳۰۵۴۵۹۴۲	۳۷۴۴۴۵۰۶	۱۹۸۲۸۸۳۶	۳۲۶۳۴۸۴۹	۳۴۱۱۲۹۲۶
آب مصرفی (متر مکعب)	۱۵۷۷۸۲/۲	۱۵۷۷۸۲/۲	۱۳۴۴۷۳/۱	۱۴۵۹۰۶/۹	۱۴۸۸۲۳
سطح زیر کشت	۱۳/۳۷	۱۱/۷۸	۱۳/۳۷	۱۳/۳۷	۱۳/۳۷

با توجه به جدول(۲) که نتایج الگوی برنامه ریاضی با اهداف متفاوت در قالب سطوح زیرکشت محصولات الگوی موجود و بهینه است، مشاهده می‌شود در الگوی اول، با هدف حداکثر کردن بازده ناخالص ، محصولات گندم، ذرت، جالیز و چغندرعلوفه‌ای به ترتیب با سطح زیرکشت ۵/۹۱، ۲/۵۸، ۲/۴۷ و ۰/۸۳ هکتار به جهت بازدهی بالا در الگوی قرار می‌گیرند و بقیه محصولات حذف می‌شوند. و در الگوی دوم با هدف حداقل کردن آب، محصولات جو، سورگوم، ارزن و چغندر علوفه‌ای به ترتیب با سطح زیرکشت ۶/۷، ۱/۴۶، ۲/۵۴ و ۲/۶۷ هکتار به جهت کم آب بودن در الگوی جای می‌گیرند و محصولات دیگر حذف می‌شوند.در الگوی سوم، محصولات جو، گندم، پنبه، ذرت و چغندر علوفه‌ای به ترتیب با سطح زیرکشت ۶/۰۴، ۰/۶۶، ۲/۱۹، ۲/۸۸ و ۱/۶ هکتار در الگوی کشت نماینده شهرستان قرار می‌گیرند و در نهایت در الگوی چهارم نتایج حاصل از فازی کردن اهداف می‌باشد که محصولات جو، گندم، پنبه، ذرت ، جالیز و چغندر علوفه‌ای به ترتیب با سطح زیرکشت ۴/۹۷، ۱/۷۳، ۲/۱، ۲/۹۸، ۰/۱۳ و ۱/۴۷ هکتار قرار می‌گیرد.

با مقایسه الگوی سوم و چهارم، مشاهده می‌شود با فازی کردن اهداف، نتایج مطلوبتری در الگوی بدست می‌آید.

جدول(۲) نتایج حاصل از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی در تخصیص بهینه آب و زمین

محصولات	سطح زیر کشت الگوی فعلی (هکتار)	سطح زیر کشت الگوی های بهینه(هکتار)			
		الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم
جو	۲/۹	۰	۶/۷	۶/۰۴	۴/۹۷
گندم	۳/۸	۵/۹۱	۰	۰/۶۶	۱/۷۳
پنبه	۱/۴۱	۰	۰	۲/۱۹	۲/۱
سورگوم	۰/۹۶	۰	۱/۴۶	۰	۰
ذرت	۱/۸۹	۲/۵۸	۰	۲/۸۸	۲/۹۸
جالیز	۱/۳۱	۲/۴۷	۰	۰	۰/۱۳
ارزن	۰/۸۶	۰	۲/۵۴	۰	۰
چغندر علوفه ای	۰/۲۴	۰/۸۳	۲/۶۷	۱/۶	۱/۴۷
کل محصولات	۱۳/۳۷	۱۱/۷۹	۱۳/۳۷	۱۳/۳۷	۱۳/۳۷

بحث و نتیجه‌گیری

به جهت محدودیت افزایش عرضه آب، اهمیت توجه به مدیریت تقاضای آب ضروریت می‌یابد که یکی از ابزارهای مدیریت تقاضای آب، اصلاح الگوی مصرف در بخش کشاورزی و تخصیص بهینه منابع آب می‌باشد. برای این منظور از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی جهت دست‌یابی به اهداف کاهش مصرف منابع آبی و افزایش بازده اقتصادی در شهرستان نهبندان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ استفاده شده است. همچنین به جهت اهمیت در نظرگرفتن اهداف در نتایج مطالعه و تخصیص بهینه نهاده ها بخصوص آب و زمین، الگوهای تک هدفه و چند هدفه هریک از اهداف بیان شده در شرایط قطعی تشکیل و مورد بررسی قرار گرفت و با نتایج الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی مورد مقایسه قرار می‌گیرد. نتیجه‌گیری و پیشنهادات بدست آمده این مطالعه به صورت زیر می‌باشد:

۱-با توجه به نتایج الگوی اول به منظور حداکثرکردن بازده ناخالص تشکیل شده است نشان می‌دهد بایستی محصولات با بازده‌هی بالاتر همچون گندم، ذرت، جالیز و چغندرعلوفه‌ای در الگوی قرار گیرند و محصولات جو، پنبه، سورگم وارزن حذف شوند.

۲- با توجه به نتایج الگوی دوم با هدف حداقل کردن آب مصرفی تشکیل شده است نشان می‌دهد بایستی محصولات با نیاز آبی کمتر همچون جو ، سورگوم، ارزن و چغندر علوفه‌ای در الگوی قرار گیرند و محصولات گندم، پنبه، ذرت و جالیز حذف شوند.

۳- در الگوی سوم با در نظرگرفتن اهداف حداکثرکردن بازده ناخالص و حداقل کردن آب می‌بایست محصولات جو، گندم، پنبه، ذرت و چغندر علوفه‌ای در الگوی کشت قرار گیرند و محصولات سورگوم، ارزن و جالیز حذف - شوند.

۴- در الگوی چهارم نتایج حاصل از فازی کردن اهداف نشان می‌دهد که محصولات جو، گندم، پنبه، ذرت ، جالیز و چغندر علوفه‌ای در الگوی کشت قرار گیرند و محصولات ارزن و سورگم می‌بایست حذف شوند.

۵- با توجه به اهداف متفاوت نتایج متفاوت مشاهده می‌شود که در سیاست ها باید مدنظر قرار گیرد همچنین فازی کردن اهداف در این بین راه‌کاری در انعطاف بیشتر اهداف و همچنین موجب انتخاب نتایج مطلوب تر خواهد شد. بطوریکه با درنظر گرفتن اهداف ، الگوی کشت با بازده‌ای بالا و آب کمتر را نتیجه داده است. همچنین از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوبتری استفاده می‌شود.

منابع

۱- اسدی‌پور. ح، خلیلیان، ص، پیکانی، غ(۱۳۸۴)، «نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت»، اقتصاد کشاورزی و توسعه زمستان ۱۳۸۴، ۱۳(ویژه نامه)، ص ۳۰۷-۳۲۸.

۲- بی‌نام(۱۳۹۱)، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان نهبندان، اداره آمار و فناوری اطلاعات، نهبندان.

۳- چیذری، ا. ح، قاسمی، ع(۱۳۸۴)، «برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط نبود قطعیت(رویکرد فازی: نظریه امکان) »، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه(ویژه‌نامه بهره‌وری و کارایی)، شماره ۱۳، ص ۱۵۵-۱۳۱ .

۴- کهنسال، م. ر.محمدیان.ف(۱۳۸۶). «کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه‌کشت محصولات زراعی»، اقتصاد کشاورزی، جلد اول، شماره۲.

۵- آقاپور صباغی، م. یزدانی، س. سلامی، ح. پیکانی، غ(۱۳۹۰)، «الگوی بهینه و پایدار مصرف منابع آب در بخش کشاورزی(مطالعه موردی: دشت کبودرآهنگ همدان)، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره۲-۴۲، شماره ۳، ص ۳۲۲-۳۱۳.

۶- چیذری،ا.کرامت زاده،ع. ۱۳۸۴. «مدیریت منابع آبی از طریق تخصیص بهینه آب بین اراضی زیرسدها(مطالعه موردی سد بارزو شیروان) »،پژوهش و سازندگی،شماره ۶۹.

۷- عمیدی، ع(۱۳۷۸)، نظریه نمونه گیری و کاربردهای آن، مرکز نشر دانشگاهی، جلد اول، ص۸۹-۸۶.

۸- محمدی، ب. بوستانی، ف. ۱۳۸۸. «کاربرد برنامه‌ریزی چندهدفه در تعیین الگوی بهینه کشت در شهرستان مرودشت با تاکید بر محدودیت آب»، مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۱، شماره۳، ص ۴۵-۲۵.

۹- نادر، ه. صبوحی صابونی.م.(۱۳۹۰)، «مدیریت تخصیص آب سد مهاباد برنامه ریزی آرمانی اولویتی»، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۳،شماره ۳، ص ۱۶-۱.

10- Bellman, R.E., Zadeh, L.A,(1970), “Decision-making in a fuzzy environment”. Management Science 17 (4), B141–B164.
11- Biswas, A. and Dharmar S, Rao JR.(1978), “Fuzzy goal programming, an additive model”, Fuzzy sets and systems ; 24: 27-34
12- Chanas, S., Kuchta, D,(2002), “Fuzzy goal programming – One notion, many meanings”. Control and Cybernetics 31 (4), 871– 890.
13- Chen, L.-H., Tsai, F.-C, (2001), “Fuzzy goal programming with different importance and priorities”. European Journal of Operational Research 133, 548–556.
14- Fischhendler, I, (2008) “Institutional conditions for IWRM: the Israeli case,” Ground Water, vol .46, no.1, pp. 91–102.
15- Gass, S.I, (1987), “The setting of weights in linear goal-programming problems”. Computers and Operations Research 14 (3),227–229.
16- Gakpo, E.F.Y. Plessis, L.A.D .and Viljoen, M.F.(2001), “Towards institutional arrangements to ensure optimal allocation and security of South Africa’s water resources,” Agrekon,vol.40,no.1,pp.87–103.
17- Grimble R.J., (1999). “Economic instruments for improving water use efficiency: theory and practice”. Agric Water Manage 40, 77-82.
18- GRIMBLE R.J,(1999), “ Economic instruments for improving water use efficiency: theory and practice. Agric Water Manage 40, 77-82.
19- Hannan, E.L.,(1981). “Linear programming with multiple fuzzy goals”. Fuzzy Sets and Systems 6, 235–248.
20- Hannan, E.L, (1985), “An assessment of some criticisms of goal programming”. Computers & Operations Research 12 (6), 525–541.
21-Hannan, E.L. (1981), On fuzzy goal programming , Decision Sciences, 12(3): 522-531.
22-Jones, D.F., Tamiz, M,(2002), “ Goal programming in the period 1990–2000. In: Ehrgott, M., Gandibleux, X. (Eds.), Multiple Criteria Optimization, State of the Art Annotated Bibliographic Surveys”. Kluwer Academic Publishers, USA, pp. 129–170.
23-Lai, Y.J., C.L. Hwang (1996), “Fuzzy multiple objective decision making methods and applications, 2nd corrected printing”
24-Levite, H. Sally, H. and Cour, J.(2003), “Testing water demand man- agement scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model,” Physics and Chemistry of the Earth, vol. 28, no. 20-27, pp. 779–786,.
25-Lejano, R. P. and C. A. Davos,(1995), “Cost allocation of multiagency water resource projects: game theoretic approaches and case study,” Water Resources Research,vol.31,no.5,pp.1387–1393.
26-Liu·D, Xiaohong Chen· Zhanghua Lou, (2010), “A Model for the Optimal Allocation of Water Resources in a Saltwater Intrusion Area: A Case Study in Pearl River Delta in China”, Water Resour Manage. 24:63–81
Maddaus ,J, W.O.& McGill, .M.1976 “Development and application of a water resource allocation model” ,Water Resources Research,vol.12,no.4,pp.767–774.
27-Min, H., Storbeck, J,(1991) “On the origin and persistence of misconceptions in goal programming”. Journal of the Operational Research Society 42 (4), 301–312.
28-Mohandas, S.U., Phelps, T.A., Ragsdell, K.M, (1990), “Structural optimisation using a fuzzy goal programming approach”. Computers & Structures 37 (1), 1–8.
29-Mohanty, B.K., Vijayaraghavan, T.A.S, (1995), “A multi-objective programming problem and its equivalent goal programming problem with appropriate priorities and aspiration levels: A fuzzy approach”. Computers & Operations Research 22 (8), 771–778.
30-Narasimhan, R, (1980), “ Goal programming in a fuzzy environment. Decision Sciences 11, 325–336.
31-Kemal, S.F. and Altin, M, (2004), “Irrigation scheduling and optimum cropping pattern with adequate and deficit water supply for mid-size farm of Harran Plain”. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(8) : 1414-1418.
32-Raju. K. S and Kumar. D. N, (2005)’’Fuzzy Multi criterion decision manking in irrigation planning’’. Irrigation and Drinage Irrig. and Drain.54: 455–465

Rao, S.S., K. S.undararaju B.G., Prakash,., C. Balakrishna(1992), Fuzzy goal programming approach for structural optimization , AIAA journal, 30(5): 1425-1432.
33-Regulwar. D. G. & Gurav. J. B, (2010), "Fuzzy Approach Based Management Model for Irrigation Planning ". J. Water Resource and Protection, 2, 545-554
34-Romero, C, (2004), "A general structure of achievement function for a goal programming model". European Journal of Operation Research 153, 675–686.
35-Sahoo. B ;Lohani .A. K. and Sahu. R. K, (2006), "Fuzzy Multiobjective and Linear Programming Based Management Models for Optimal Land-Water-Crop System Planning". Water Resources Management. 20: 931–948
36-Sharma .D. K. ;Jana. R. K. & Gaur. A, (2007), "Fuzzy Goal Programing for agricultural land allocation problems". Yugoslav Journal of Operations Research . 1, 31-42
37-Steuer, R.E, (1986), Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation, and Application". John Wiley &Sons, Singapore.
38-Tiwari, R.N., Dharmar, S., Rao, J.R, (1987), "Fuzzy goal programming – An additive model". Fuzzy Sets and Systems 24, 27–34.
39-Wang, H.-F., Fu, C.-C, (1997), "A generalization of fuzzy goal programming with preemptive structure". Computers & Operations Research 24 (9), 819–828.
40-Zimmermann, H.-J, (2001), "Fuzzy Set Theory and Its Applications". Kluwer Academic Publishers, USA
41-Narasimhan, R. (1980), Goal programming in fuzzy environment, Decision Sciences, 11:
325-336