

کاربرد برنامه ریزی چندهدفه در مدیریت منابع آب سطحی و زیرزمینی

سمیه شیرزادی لسکوکلایه و محمود صبوحی صابونی*

تاریخ پذیرش: 1387/9/26

تاریخ دریافت: 1387/8/13

چکیده

یکی از مدیریت منابع آب، تخصیص بهینه آن بین بخش های مختلف است. این مطالعه، مدیریت منابع آب ریزی چندهدفه بررسی بر اساس مدل، میزان تخصیص بهینه منطقه مشخص و درصد تغییرات آن با شرایط موجود مقایسه. نتایج نشان داد که مقدار بهینه های گرم سال افزایش می یابد. افزون بر آن، سطح زیر کشت محصولات زراعی در سال خشک نسبت به مرطوب به طور محسوس کاهش نشان داد. مقادیر بهینه پمپاژ نیز های مختلف سال کم تر از میزان پمپاژ فعلی منطقه بود. با توجه به یافته پرهیز آسیب بیش های زیرزمینی منطقه لازم است سیاست های مدیریت منابع آب منطقه مورد تجدید نظر و مدیریت عرضه و تقاضای آب با هم مورد توجه قرار گیرد.

C02- C61-Q25 :JEL

های کلیدی: ریزی چندهدفه، پمپاژ بهینه، مدیریت منابع آب، سطح زیر کشت

* ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد استادیار وه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل.
e-mail: Shirzady24@gmail.com

با افزایش جمعیت، نیاز به آب سالم و قابل شرب افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، منابع های سطحی به دلیل آلودگی‌ها و تغییرات آب‌وهوایی در حال کاهش است. در نتیجه های زیرزمینی سوق یافته است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، منابع حیاتی محسوب می‌شوند. ی آخر قرن بیستم افزایش استحصال آب زیرزمینی باعث افزایش بحران آب در مقیاس محلی، منطقه‌ای و حتی جهانی شده است. استفاده از آب برای آبیاری مزارع، منابع آب را تحت تنش قرار داده و سرانجام منجر به کاهش منابع آبی در منطقه می‌شود. این روی‌داد، مدیریت بهره پراهمیت می‌کند (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین، 1387).

وهوایی، زمین کشاورزی حاصل‌خیز و منابع آبی (جهاد کشاورزی هشتگرد، 86-1385). ی درست از منابع آب و مدیریت صحیح آن برای بیش‌ترین استفاده مطلوب از زمین‌های کشاورزی و فعالیت‌های دیگر در زمینه و دامداری در این منطقه دارای اهمیت است. منابع آب سطحی منطقه تنها برای فعالیت‌های کشاورزی و غیرقابل شرب است. میزان دقیق برداشت آب از منابع سطحی برای فعالیت‌های کشاورزی و باغی و میزان آب ورودی و خروجی به رودخانه کردان به طور دقیق مشخص نیست و از آن جا که این رودخانه دارای انشعابات بسیار است، مقدار زیادی آب در انتقال آن به زمین‌های کشاورزی هدر می‌شود. این امر خود موجب استحصال بیش‌تر از منابع آب زیرزمینی و حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق شده است. با توجه به این که مدیریت واحدهای بهره‌برداری از منابع آبی و زمین کشاورزی به طور عمده سنتی و در اختیار روستاییان است، این واحدها باچالش‌هایی از جمله تلفات آب، ضایعات محصولات و مصرف بیش از حد مواد اولیه مانند کودهای شیمیایی و سم

با توجه به محدودیت آب در منطقه و در نظر گرفتن اهداف متعدد برای منابع آبی از اهداف زیست‌محیطی، افزایش راندمان آبیاری، کاهش هزینه‌ی پمپاژ، افزایش درآمد و بیشینه کردن سود کشاورزان و کم‌ترین برداشت از منابع آب برای کاهش تخریب سفره

کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه در مدیریت منابع آب ...

زیرزمینی؛ استفاده از روشی سودمند است که بتواند مجموعه‌ی این هدف . در چنین شرایطی استفاده از برنامه‌ریزی چندهدفه مفید است. برخلاف مسایل تک‌هدفه، در مسایل چندهدفه که همواره یک جواب بهینه به دست می‌آید؛ مجموعه‌ای کارا مشخص می‌شود که مجموعه‌ی بهینه‌ی پارتو نامیده می . ی بهینه ی بین هدف در تعارض صورت می‌گیرد و نزدیک شدن به یک هدف به قیمت های دیگر خواهد بود (هندرسن و کوانت، 1381)¹.

در زمینه‌ی مدیریت منابع آب مطالعات بسیاری صورت گرفته است. هیون و هم‌کاران² (2002) مدیریت حوزه آبریز سیردریا مدلی را با هدف مدیریت پایداری ارائه کردند که کنندگان را پاسخ دهد. دلیل اصلی مشکلات زیست‌محیطی در دریای آرال ضعف مدیریتی آبریز آمودریا و سیردریا بیان کردند. ناکامورا³ (2003) از مدیریت حوزه‌ی آبریز رودخانه مبتنی بر اکوسیستم⁴، برای مدیریت ی آبریز رودخانه‌ی یانگ⁵ یابی به اهداف مورد نظر در حوزه پیشینه‌سازی ارزش کل اکوسیستم استفاده کرد. ناکامورا نشان داد چگونه چنین سیستمی در چارچوب یک سیاست برای این حوزه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. حاجی بیروس⁶ کاران (2005) با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره، اهداف متضادی را که در تخصیص آب سد پلاستیراس یونان وجود دارد بررسی و اثرات متقابل آن‌ها را در تعیین مقدار آب پیشینه کردن مطلوبیت مصرف‌کنندگان بیان کردند. ها مقدار آبی را که برای تامین نیاز همه ها لازم است تا در دریاچه باقی بماند، 784 متر تعیین کردند.

صبحی و هم‌کاران (1386) کارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت نریمانی بررسی کردند. نتایج نشان داد که راه‌کار بهره های زیرزمینی و

1- Henderson and Koant

2- Heaven et al

3- Nakamura

4- Ecosystem-based river basin management

5- Yangtze

6- Hadjibiros et al

سیاست مالیاتی نسبت به گزینه‌های دیگر برای رسیدن به بهره‌برداری پایدار مناسب
 چیدری و کرامت (1384) مدیریت سد بازوان شیرو طریق تخصیص بهینه
 بین اراضی زیر سد بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که بالاترین و پایین‌ترین تغییر در
 تخصیص فعلی آب نسبت به تخصیص بهینه به ترتیب مربوط به ماه‌های تیر و فروردین است
 که بایستی میزان آب تخصیصی در ماه تیر به میزان 95 شرایط فعلی افزایش و
 در ماه فروردین حدود 62 درصد کاهش یابد. آماده و صدرالاشرفی (1380) بهینه
 برداری تلفیقی از منابع سطحی و زیرزمینی را مطالعه کردند. نتایج نشان داد
 چه راندمان کاربرد آب از 60 تا 70 درصد افزایش یابد، با تعدیلاتی مشابه در برداشت
 آب و سطوح زیر کشت، امکان افزایش درآمد ناخالص تا 17/1
 هدف اصلی این مطالعه، تعیین الگوهای بهینه‌ی کشت
 محصولات زراعی منطقه و میزان پمپاژ بهینه با در نظر گرفتن مساله‌ی زیست‌محیطی در
 بیش‌ترین استحصال آب در منطقه و مقایسه ریزی خطی و شرایط موجود

روش تحقیق

در این مطالعه از روش برنامه‌ریزی چندهدفه با در نظر گرفتن سه هدف بیشینه کردن
 $^1(NR)$ کمینه کردن هزینه‌ی متغیر $^2(VC)$ و کمینه کردن حجم کل پمپاژ
 زیرزمینی $^3(TP)$. بیشینه کردن درآمد خالص (NR) و کمینه کردن هزینه‌ی متغیر
 (VC) از اهداف مدنظر کشاورز است در حالی که کمینه کردن کل پمپاژ شاید با اهداف
 کشاورز در تضاد باشد و از اهداف زیست‌محیطی به شمار رود. (1)

1- Net Revenue
 2- Variable Cost
 3- Total Pumping

کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه در مدیریت منابع آب ...

$$a) \quad \text{MaxNR} = \sum_c \text{GM}(c)X(c) - \sum_{c,m} \{ \text{WREQ}(c,m)X(c) * c_w \} - C_p \sum_{c,m} p(c,m) \quad (1)$$

$$b) \quad \text{MinVC} = \sum_{c,m} (X(c) \text{WREQ}(c,m) C_w) + \sum_c X(c) V_{\text{cost}(c)}$$

$$c) \quad \text{MinTP} = \sum_{c,m} P(c,m)$$

در این رابطه، $X(c)$ سطح زیر کشت هر محصول برحسب هکتار، GM

هر محصول برحسب ده ریال/هکتار (غیر از هزینه) $\text{WREQ}(c,m)$ نیاز آبی هر

متر مکعب/ هکتار با راندمان آبیاری 40% C_w قیمت آب در متر

مکعب، C_p هزینه پمپاژ یک متر مکعب آب زیرزمینی و انتقال آن V_{cost} هزینه متغیر

(کود، ضدآفت ...) برای هر هکتار به غیر از هزینه $P(c,m)$

زیرزمینی پمپاژ شده در مزی آبیاری برای هر محصول و در هر ماه برحسب متر مکعب

محدودیت‌های فیزیکی و محیطی تحمیل و تعیین شده در مدل به صورت زیر است:

1. کل آب مورد استفاده: آبی که به وسیله

می‌گیرد نباید از کل آب تخصیصی مجاز در یک ماه معین تجاوز کند.

$$\sum_c (x_c \text{WREQ}(c,m)) \leq \text{Allocation}(m) \quad m = 1,2,3,\dots,12 \quad (2)$$

2. مجموع سطح زیر کشت محصولات منطقه‌ی کوچک‌تر مساوی کل سطح قابل کشت آبی

$$\sum_{c=1}^5 X(c) \leq T \quad (3)$$

T کل سطح زیر کشت قابل آبیاری بر حسب هکتار است.

3. نیاز زیست‌محیطی: جریان محیطی در هر ماه بایستی برابر یا بیش‌تر از جریان هدف

(مقداری که برای نیاز زیست‌محیطی لازم)

$$\text{Env}_f(m) \geq \text{Environmental flow}(m) \quad , m = 1,2,3,\dots,12 \quad (4)$$

$\text{Env-f}(m)$ جریان محیطی ماهانه $\text{Environmental flow}$ جریان محیطی هدف (target)

4. پمپاژ مورد نیاز: کل پمپاژ از منطقه‌ی آبیاری در هر ما بایستی کم
() (اکسوی و خان¹).

$$\sum_{c=1}^5 p(c, m) \leq \text{pump}(m) \quad , m = 1, 2, \dots, 6 \quad (5)$$

ی آبیاری برای هر ماه است. گفتنی است که در منطقه، 6 Pump(m):

5. ی کمکی برای محدود کردن سطح زیر کشت محصولات با یک ارزش معین
متغیر پایه‌ای سطح زیر کشت برای حل آن استفاده شد.

$$-X(c) + m_{\text{Area}} \leq T_{\text{Area}} Y(c) \quad \text{and} \quad X(c) \leq T_{\text{Area}} (1 - Y(c)) \quad (6)$$

m_{Area} کم‌ترین سطح زیر کشت محصول (هکتار) T_{Area} بیش‌ترین سطح زیر کشت محصول
(هکتار) $Y(c)$ یک متغیر دوتایی برای هر محصول است.

با توجه به این که مدیریت منابع آب در این منطقه در راستای اهداف بهینه‌سازی ترکیب
محصولات، بهینه‌سازی مقدار پمپاژ آب زیرزمینی و تخصیص مناسب آب بین مصارف آبیاری
و محیط زیستی تلاش می‌کند؛ در مدل ساخته شده اهداف بالا و کمینه جریان آب رودخانه
مورد نیاز محیط زیست، تخصیص آب به کشاورزی و میزان پمپاژ مورد نیاز ماهانه مورد توجه

ریزی آرمانی یک مساله‌ی چندهدفه را به وسیله‌ی معرفی اهداف در مساله و هم‌چنین
محدودیت‌ها برای رسیدن به آن می‌کند. ریزی هدف وزنی $(WGP)^2$ در این
مطالعه برای کمینه کردن انحراف نامطلوب از اهداف استفاده شد.

دلیل اختلاف اهداف در مساله به صورت مجموع متغیرهای انحرافی
 d_i و منفی d_i بیان شد که این متغیرها بیانگر مقادیری هستند که برای نزدیک شدن به
هدف باید به آن اضافه یا کم شوند. با توجه به آن چه گفته شد ساختار کلی مدل مورد استفاده
در پیوست الف ارائه شده است.

1- Xevi and Khan

2- Weighted goal Programming model

کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه در مدیریت منابع آب ...

از آن جا که مطالعه‌ی مدیریت منابع آب برای سه سال متوسط، مرطوب و خشک انجام شد؛ برای تعیین سال خشک، نرمال و مرطوب های بارندگی 25 سال گذشته ایستگاه هواشناسی ی استاندارد (SPI)¹ (7) (نجفی حاجیپور و هم‌کاران، 1385):

$$SPI = \frac{(P_i - P)}{S} \quad (7)$$

در این معادله P_i بارندگی سال مورد نظر P میانگین بارندگی بلندمدت و S انحراف معیار بلندمدت بارندگی . یاد شده بیش 1 ترسالی اگر کم 1- خشک‌سالی . بی 1 1- ی سالی با بارندگی نرمال است (نجفی حاجیپور و هم‌کاران، 1385).

کل زمین آبیاری مورد بررسی 8890 هکتار است و محصولات شامل گندم آبی، جو آبی، فرنگی آبی، ذرت و یونجه است. به دلیل محدودیت و عرضه‌ی ناکافی آب در این افزون بر استفاده از آب سطحی از آب زیرزمینی نیز استفاده می . های مورد نیاز مطالعه گیری تصادفی طبقه‌ای و از طریق تکمیل 60 نامه از کشاورزان منطقه و آمار و اطلاعات جهاد کشاورزی هشتگرد جمع .

نتایج و بحث

یج مربوط به بهینه‌سازی مقدار پمپاژ آب و سپس مقادیر الگوی بهینه‌ی کشت با توجه به اهداف مختلف ارایه شده است.

(1) ی زمانی رشد محصولا . باتوجه به شکل، دیده می‌شود که بیش‌تر محصولات منطقه در نیمه‌ی اول سال کشت می قسط کشت محصولات گندم و جو آبی در نیمه .

1-Standard Perspiration Index (SPI)

شهریور		تیر		فروردین							
											آبی
											آبی
											فرنگی
											۲

(1). ی رشد محصولات زراعی در منطقه

: جهاد کشاورزی هشتگرد (84-1383)

(1) کرد، قیمت و هزینه‌های متغیر محصولات منطقه

هشتگرد را نشان می . محصولات گفته شده، بیش از 80 درصد سطح زیر کشت مذ

ترین محصولات منطقه هستند.

(1).

هزینه‌ی متغیر (ریال در هکتار)	قیمت (ریال در هر کیلوگرم)	کرد (تن بر هکتار)	
5919370	2050	4/5	
6125450	2300	4	
6492750	1750	55	
16515070	3500	35	فرنگی
556800	2000	12	یونجه

: جهاد کشاورزی شهرستان هشتگرد (1384)

کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه در مدیریت منابع آب ...

نتایج مدل برنامه‌ریزی خطی

(2) نتایج حاصل از برنامه‌ریزی خطی ساده را نشان می‌دهد. دیدگاه کلی این است که در سال خشک، کشت محصولات زراعی در سال خشک به طور محسوسی نسبت به سال مرطوب کاهش و بیش‌تر به گندم آبی و جو آبی اختصاص می‌یابد. برای رسیدن به دو هدف اول در سال خشک، سطوح زیر کشت ذرت، گوجه‌فرنگی و یونجه به دلیل آب‌بر بودن و نیاز به آب بیش‌تر؛ کاهش می‌یابد. آب بیش‌تر در نتیجه‌ی پمپاژ بیش‌تر هزینه‌بر است و باعث کم‌درآمد می‌شود. در هدف کمینه‌کردن پمپاژ در سال خشک کاهش سطوح زیر کشت این محصولات به دلیل در نظر گرفتن نیاز زیست‌محیطی و آسیب نزدن به سفره زیرزمینی بارزتر است. در سال مرطوب درصد زیادی از سطح زیر کشت به تولید گندم اختصاص می‌یابد و به دلیل بارندگی فراوانی آب سطحی، میزان پمپاژ و هزینه بر کاهش و سطوح بیش‌تری از مزارع زیر کشت گندم آبی و جو آبی می‌شود. سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی، یونجه و ذرت نیز افزایش می‌یابد. زیر کشت محصولات زراعی یاد شده در سال متوسط در حد میان‌های خشک و

(2). مقادیر بهینه‌ی اهداف و سطح زیر کشت محصولات در شرایط آب‌وهوایی مورد

شرایط آب‌وهوایی									
			سال خشک						
پمپاژ کل	هزینه‌ی کل		پمپاژ کل	هزینه‌ی کل		پمپاژ کل	هزینه‌ی کل		
494995/12	510717/80	544106/12	140985/81	151313/23	210687/10	46054/48	57851/31	83867/23	(میلیون ریال)
58505/23	60577/68	65721/76	28393/79	29643/23	50517/51	20062/30	23966/60	38184/51	هزینه‌ی کل (میلیون ریال)

(2). مقادیر بهینه اهداف و سطح زیر کشت محصولات در شرایط آب و هوایی

شرایط آب و هوایی									
					سال خشک				
پمپاژ کل	هزینه کل		کل	هزینه کل		پمپاژ کل	هزینه کل		پمپاژ کل
2/48	2/05	2/20	2/51	2/51	2/34	2/82	2/82	2/82	پمپاژ کل (میلیون متر مکعب)
سطح زیر کشت بهینه (هکتار)									
2600	2600	3284	1000	1000	2500	980	1000	2000	گندم آبی
1890	1890	1890	698	700	1700	550	700	1150	جو آبی
1080	1190	1200	745	795	1000	468	600	750	فرنگی آبی
1672	1672	1798	530	586	939	375	450	775	
635	700	718	600	610	618	154	200	425	یونجه

: یافته‌های تحقیق

در مدل تک‌هدفه، در هر شرایط آب و هوایی میزان سطح زیر کشت محصولات در هدف پیشینه کردن درآمد که برای کشاورز هدف پراهمیتی است، بیش‌تر از دو هدف دیگر می‌باشد. در مجموع سطوح زیر کشت مطلوب به دست آمده برای محصولات کم‌تر از کل سطح زیر کشت در نظر گرفته شده در منطقه است. افزون بر آن، میزان پمپاژ در سال مرطوب نسبت به شرایط آب و هوایی دیگر کم‌تر است که علت آن می‌تواند دگی مناسب و کافی بودن آب رودخانه برای کشاورزی باشد. با این حال، به دلیل کم‌بود زیاد آب در منطقه، میزان پمپاژ آب های نرمال و تر تفاوت محسوسی با هم ندارند.

(3) وضعیت فعلی پمپاژ در منطقه و میزان پمپاژ بهینه

ریزی تک‌هدفه، نرمال و تر نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود سطوح پمپاژ در وضعیت فعلی در هر شرایطی بیش‌تر از مقدار بهینه است. علت این امر شاید الگوی کشت نامناسب در منطقه در سال مرطوب، متوسط و بویژه سال خشک باشد. در ضمن در سال خشک انتظار بر این است که کشاورزان به کشت محصولاتی بپردازند که نیاز

کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه در مدیریت منابع آب ...

آبی کم . درصد کاهش میزان پمپاژ بهینه نسبت به پمپاژ موجود از 3/6 خشک به 6/6 در سال مرطوب به دلیل آب سطحی بیش‌تر، افزایش می‌یابد. مقایسه بهینه با شرایط فعلی نشان می‌دهد که برداشت آب، بیش از مقدار مورد نیاز کشاورزی در سال مرطوب و بیش‌تر از ظرفیت منابع آب سطحی و سفره های زیرزمینی در سال خشک صورت می‌گیرد. های زیرزمینی را در استفاده‌ی بیش آن تهدید می‌کند.

(3). مقادیر بهینه و موجود پمپاژ در منطقه در سال

(میلیون متر مکعب)

درصد کاهش پمپاژ		میزان پمپاژ بهینه	
3/4	2/92	2/82	خشک
6/69	2/69	2/51	
6/76	2/66	2/48	

: یافته‌های تحقیق

نتایج مدل آرمانی

ریزی

دهی

1

2

مورد استفاده در این مطالعه، میزان سطوح زیر کشت محصولات و مقدار بهینه چنین مقدار تخصیص بهینه . با نظرخواهی از کشاورزان نمونه و

متخصصان جهاد کشاورزی 2 1 های دیگر تعیین

. در هر حال در مدل، امکان تغییر وزن‌ها و بررسی نتایج حاصل وجود دارد.

(4) دیده می‌شود سطح زیر کشت گندم آبی در سال خشک نسبت به سال مرطوب

2147 هکتار کاهش می‌یابد. چنین سطح زیر کشت جو آبی از 700 هکتار در سال خشک

1890 هکتار در سال مرطوب افزایش می‌یابد. سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی، ذرت و یونجه

نیز از 600 1051 200 هکتار در سال خشک به 1190 1822 700 هکتار در سال

مرطوب افزایش می‌یابد. به طور کلی سطح زیر کشت محصولات زراعی در سال خشک به طور محسوسی نسبت به سال مرطوب کاهش پیدا می‌کند. کاهش سطح زیر کشت به دلیل کمبود آب مورد نیاز محصولات زراعی منطقه در سال خشک است. در واقع تامین نیاز زیست محیطی و رعایت بیشترین برداشت مجاز از آب‌های زیرزمینی باعث تشدید کاهش سطح زیر کشت در سال‌های خشک می‌گردد. چنین سطح زیر کشت محصولات مورد مطالعه در سال متوسط در حد میانگین‌های خشک و مرطوب قرار دارد.

(4). سطح زیر کشت بهینه
ریزی چندهدفه و سطح زیر کشت
(بر حسب هکتار)

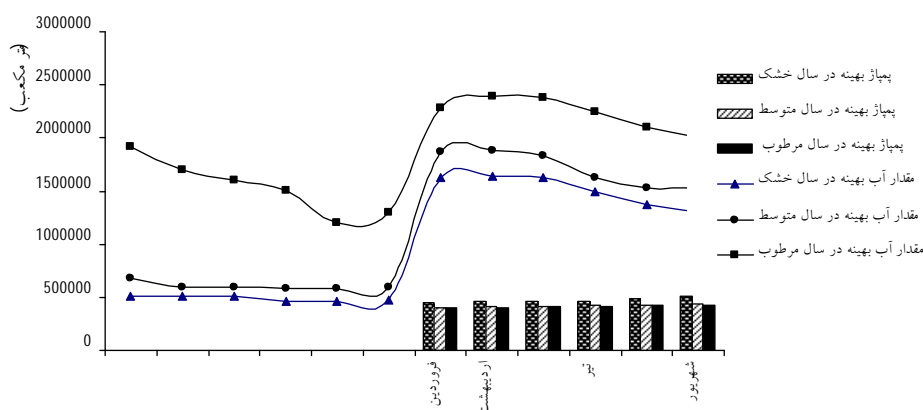
سطح زیر کشت	شک			
3255	3147	1000	1000	
1880	1890	700	700	
1162	1190	795	600	فرنگی
1813	1822	1127	1051	
780	700	618	200	یونجه
8889	8749	4240	3551	

: یافته‌های تحقیق

(2) نتایج حاصل از مقادیر کل آب تخصیصی (سطحی و زیرزمینی) و پمپاژ بهینه نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار دیده می‌شود میزان آب پمپاژ شده در سال خشک از سال متوسط و مرطوب بیش است. افزون بر این، مشاهده می‌شود که پمپاژ آب چاه فقط در های گرم سال انجام می‌شود که علت آن کافی نبودن آب رودخانه‌ای کردن برای آبیاری سطح زیر کشت است. مقدار کل آب تخصیصی به منطقه نیز در نیمه سال و بویژه فصل بهار نسبت به دیگر مواقع بیش‌تر است که علت آن بیش‌ترین سطح زیر کشت محصولات زراعی در این فصل است. به سخن دیگر نیاز آبی محصولات منطقه به علت سطح زیر کشت بیش‌تر محصولات زراعی در این دو فصل و تبخیر و تعرق بیش

کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه در مدیریت منابع آب ...

افزایش می‌یابد. از آن جا که در سال مرطوب مقدار آب تخصیصی منطقه افزایش و در سال خشک کاهش می‌یابد مدیریت و به کارگیری مناسب آب دارای اهمیت فراوانی است. آن، در تامین آب کشاورزی منطقه باید نیاز زیست محیطی رودخانه‌ی کردان برای بقای آن را به خصوص در سال خشک در نظر داشت و از آب زیرزمینی استفاده کرد. مقایسه‌های انجام شده در مورد پمپاژهای موجود در منطقه و پمپاژ بهینه در استفاده از این منبع نیز بایستی جنبه‌ی احتیاط را در نظر گرفت تا بتوان از تخریب منابع آب زیرزمینی در منطقه جلوگیری کرد.



(2). مقدار کل آب تخصیصی () و میزان پمپاژ بهینه

: یافته‌های تحقیق

(5) میزان بهینه های خشک، متوسط و مرطوب ارزیابی شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود در مقادیر بهینه‌ی پمپاژ به دلیل لحاظ کردن هم‌زمان سه هدف پیشینه کردن درآمد، کمینه کردن هزینه‌ها و میزان پمپاژ تفاوت محسوسی در شرایط متوسط و مرطوب دیده نمی‌شود. با این حال میزان بهینه های مختلف سال خشک نسبت به دو سال دیگر افزایش یافته است. در واقع میزان بهینه

پمپاژ در سال مرطوب نسبت به خشک بین 11 تا 15 درصد کاهش نشان می‌دهد که رقم قابل توجهی است.

(5). میزان بهینه

مرطوب نسبت به سال خشک	درصد کاهش مقدار بهینه	میزان بهینه (مکعب)		
		خشک		
11/5		398560	400640	450305
11/1		405725	410290	456720
10/9		408934	415720	458835
10/9		416348	420398	465755
12/1		427115	430415	485920
14/7		430766	435870	505218

: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیش

در این مطالعه مدیریت منابع آب در منطقه‌ی ساوجبلاغ، در راستای اهداف بهینه ترکیب محصولات، سطح پمپاژ و تخصیص بهینه‌ی آب بین مصارف آبیاری و زیست‌محیطی بررسی و تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که مقدار پمپاژ بهینه‌ی مورد نیاز در سال افزایش می‌یابد و نسبت به پمپاژ فعلی منطقه کم است. این اختلاف نشان می‌دهد که به دلیل منابع آبی محدود در منطقه، میزان پمپاژهای بهینه در شرایط هوایی نرمال و مرطوب تفاوت محسوسی نشان نداد. سطوح زیر کشت محصولات د ریزی چندهدفه برابر با میانگین سطوح زیر کشت به دست آمده از برنامه‌ریزی تک میزبان بهینه‌ی پمپاژ در سال مرطوب نسبت به خشک بین 11 تا 15 درصد کاهش نشان داد که رقم قابل توجهی است. با توجه به یافته‌ها به نظر می‌رسد مدیریت منابع آب در منطقه نیاز به تجدید نظر دارد. از طرف دیگر بالا بردن راندمان آب

کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه در مدیریت منابع آب ...

آبیاری در منطقه می‌تواند به حفظ منابع آبی منطقه کمک شایانی کند. به سخن دیگر برای حفظ منابع آبی منطقه، مدیریت عرضه و تقاضا بایستی هم‌زمان مدنظر قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

به این وسیله از آقای دکتر حبیب‌الله مشهدی استادیار گروه زبان دانشکده‌ی ادبیات دانشگاه زابل و آقای غلامحسین مولایی کارشناس واحد طرح و برنامه‌ی سازمان جهادکشاورزی هشتگرد به خاطر کمک شان در تکمیل این تحقیق قدردانی می‌شود.

. و صدراالاشرفی، (1380). بهینه برداری تلفیقی از منابع آب‌های سطحی

و زیرزمینی در کشاورزی. ی علوم کشاورزی ایران، 32 (4): 815-823.

چیدری، ا. و کرامت . (1384). مدیریت منابع آبی از طریق تخصیص بهینه‌ی آب بین

اراضی زیرسدها: ی موردی سد بازوان شیروان. پژوهش و سازندگی؛ 18 (4): 52-

40.

سازمان جهاد کشاورزی هشتگرد شهرستان ساوجبلاغ، واحد طرح و برنامه. (86-1385).

صبحی، م.، سلطانی، غ. و زیبایی، م. (1386). ارزیابی راه‌های مدیریت منابع آب زیرزمینی:

ی موردی دشت نریمانی در استان خراسان. کشاورزی و منابع

طبیعی، 1: 475-485.

منابع و ذخایر زیرزمینی. (1387). پایگاه ملی داده‌های علوم زمین. (www.ngdir.ir).

نجفی حاجیپور، م.، کوهپایما، ا. و طهماسبی، ا. (1385). بررسی شاخص‌های تعیین

خشک‌سالی در استان چهارمحال بختیاری. اولین همایش منطقه

های کارون و زاینده‌رود، دانشگاه شهرکرد.

. . و کوانت، ر. . (1381). (تقرب ریاضی).

مرتضی قره‌باغیان و جمشید پژوهان. تهران، خدمات فرهنگی رسا.

- Hadjibiros, K., Katsiri, A., and Andreadakis, A. (2005). Multi-criteria reservoir water management . Global NEST Journal, 7(3): 386-394.
- Heaven, S., Koloskov, G. B., Lock, A. C., and Tanton, T. W. (2002). Water resource management in the Aral basin: a river basin management model for Syr Darya. Natural Resources and Infrastructure Division, United Nation, Santiago, Chile. [online] :<http://www.eclac.cl/publications>.
- Nakamura, T. (2003). Ecosystem-based river basin management: its approach and policy level application. Hydrological Processes, 17: 2711-2725. Irrigation and Drainage, 51: 109-118.
- Xevi, E. and Khan, S. (2005). A multi- objective optimization approach to water management. Journal of Environmental Management, 77: 269-277.

پیوست الف:

ساختار کلی مدل برنامه ریزی وزنی چند :

$$\text{Min}Z = \beta_1 \frac{n_1}{T_{\text{rev}}} + \beta_2 \frac{P_2}{T_{\text{cost}}} + \beta_3 \frac{P_3}{T_{\text{pump}}}$$

Subject to :

$$\sum_c X(c)GM(c) - \sum_c \sum_m \text{WREQ}(c,m)C_w X(c) - C_p \sum_c \sum_m p(c,m) + n_1 - p_1 = T_{\text{rev}}$$

$$\sum_c \sum_m \text{WREQ}(c,m)C_w X(c) + \sum_c (V \text{cost}(c)X(c)) + n_2 - p_2 = T_{\text{cost}}$$

$$\sum_c \sum_m P(c,m) + n_3 - p_3 = T_{\text{pump}}$$

$$\sum_c (\text{WREQ}(c,m)X_c) \leq \text{Allocation}(m) \quad , m = 1,2,\dots,12$$

$$\sum_{c=1}^5 X(c) \leq T$$

$$\text{Env}_f(m) \geq \text{Environmentalflow}(m) \quad , m = 1,2,\dots,12$$

$$\sum_c P(c,m) \leq \text{Pump}(m) \quad , m = 1,2,\dots,6$$

$$-X(c) + m_{\text{Area}} \leq T_{\text{Area}} Y(c) \quad \text{and} \quad X(c) \leq T_{\text{Area}} (1 - Y(c))$$

$$\cdot \quad T_{\text{pump}} \quad \text{هزینه} \quad T_{\text{cost}} \quad T_{\text{revenue}}$$

β_i گرفته شده در مدل به صورت زیر تعریف شد:

$$\beta_i = \frac{\alpha_i}{\sum_1^3 \alpha_i} \quad , i = 1, \dots, 3$$

α_i وزن نسبی تعیین شده توسط تصمیم گیرنده با اهداف شخصی .