

## ارزیابی اقتصادی و مقایسه سیستم های ثقلی و تحت فشار شبکه توزیع آب در منطقه

### سیستان

جمشیدپیری<sup>۱\*</sup>، حسین انصاری و سمیه شیرزادی لسکوکلایه

مریی گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل.

j.piri@uoz.ac.ir

دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد.

Ansari\_hos@yahoo.com

دانش آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل.

Shirzady24@gmail.com

### چکیده

روش های توزیع آبیاری براساس نوع مجرای انتقال آب به دو روش قابل تقسیم می باشد که یکی روش روباز و دیگری مجرای بسته و براساس روش تامین انرژی جریان آب نیز به دو روش جریان ثقلی و دیگری جریان تحت فشار می باشد. استفاده از انواع کانالها در انتقال و توزیع در گروه روش روباز یا ثقلی بوده که شامل کانالهای احداث شده با خاکریزی یا خاکبرداری و یا اینکه احداث انواع مقاطع پیش ساخته با انواع مصالح بصورت روباز نیز شامل این گروه می باشد. استفاده از لوله و یا مجراهای بسته زیرزمینی و چنانچه جریان آب بصورت ثقلی (بدون پمپاژ) انجام گیرد، چنانچه فشار مورد نیاز جریان کمتر از ۱۰ متر باشد آنگاه روش انتقال و توزیع بنام روش کم فشار نامیده می شود. در این پژوهش شبکه آبیاری و زهکشی منطقه سیستان، که یکی از مناطق استراتژیک و حساس ایران بوده و با بحران شدید آب مواجه است مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت و راهکارهای لازم پیشنهاد گردید. برای تحلیل اقتصادی از سه محصول گندم، جو و یونجه استفاده گردید. نتایج نشان می دهد که با در نظر گرفتن سیستم های آبرسانی لوله ای میزان درآمد خالص یا سود ناخالص کشاورزان و سطوح زیرکشت برای محصولات گندم و یونجه نسبت به کشاورزی با سیستم کانالی افزایش می یابد. ولی به دلیل بالا بودن نیاز آبی جو نسبت به یونجه و همچنین بالا بودن هزینه های متغییر، سطح زیرکشت جو کاهش می یابد. افزون بر آن به دلیل بالا بودن هزینه های احداث و پایین بودن راندمان آبیاری وعدم مدیریت صحیح آب، میزان سود کشاورزان در دو مدل تفاوت محسوسی ندارند. بنابراین افزایش راندمان آب با استفاده از سیستم های تحت فشار و نیمه تحت فشار از مخازن چاه نیمه ها از ۲۰ درصد موجود به بالای ۹۰ درصد خواهد رسید. نتایج مطالعه نشان داد که عمده ترین مشکلات فنی در شبکه ها تخریب پوشش کانال به شکلهای مختلف، عملکرد نامناسب سازه های تنظیم و توزیع آب و پایین بودن راندمان شبکه می باشد. نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی طرح نیز نشان داد انتقال آب با سیستم لوله گذاری توجیه اقتصادی بیشتری نسبت به سیستم انتقال آب با کانالهای روباز دارد.

واژه های کلیدی: مجاری روباز، مجاری بسته، آبیاری وزهکشی، ارزیابی اقتصادی، برنامه ریزی خطی.

۱ - مریی گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل

\* - دریافت: آذر ۱۳۹۱ و پذیرش: خرداد ۱۳۹۳

## مقدمه

بررسی بیان آب کشور نشانگر آنست که علی- رغم مهار تمامی آبهای سطحی و قابل استحصال و با توجه به روند بی رویه رشد جمعیت از یک سو و نیز گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های صنعت و خدمات در مقایسه با بخش کشاورزی، در آینده ای نه چندان دور با کمبود جدی آب مواجه خواهیم شد. پیری و همکاران (۲۰۰۹). بنابراین در برنامه‌های توسعه اقتصادی کشور توجه زیادی نسبت به افزایش بهره‌وری آب و استفاده بهینه در بخش کشاورزی شده است. مطابق شاخصهای سازمان ملل و موسسه بین المللی مدیریت آب، ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد. امینیان و همکاران (۲۰۰۹).

روش های توزیع آبیاری براساس نوع مجرای انتقال آب به دو روش قابل تقسیم می باشد که یکی روش روباز و دیگری مجرای بسته و براساس روش تامین انرژی جریان آب نیز به دو روش جریان ثقلی و دیگری جریان تحت فشار می باشد. استفاده از انواع کانالها در انتقال و توزیع در گروه روش روباز یا ثقلی بوده که شامل کانالهای احداث شده با خاکریزی یا خاکبرداری و یا اینکه احداث انواع مقاطع پیش ساخته با انواع مصالح بصورت روباز نیز شامل این گروه می باشد. استفاده از لوله و یا مجراهای بسته زیرزمینی و چنانچه جریان آب بصورت ثقلی (بدون پمپاژ) انجام گیرد، مانند شبکه فاضلاب جریان رو بسته ثقلی می باشد.

استفاده از لوله و جریان آب توسط پمپاژ با فشار بیش از یک اتمسفر و یا معادل ۱۰ متر ارتفاع آب بعنوان روش رو بسته و تحت فشار می باشد. چنانچه فشار مورد نیاز جریان کمتر از ۱۰ متر باشد آنگاه روش انتقال و توزیع بنام روش کم فشار نامیده می شود. شبکه توزیع آبیاری توسط خطوط لوله که با فشار معینی طبق مشخصات طرح، آب مورد نیاز را توزیع می نماید در واقع بر خلاف شبکه روباز امکان منظور نمودن حجم اضافه برای اضافه برداشت در قالب ضرایب مرسوم بنام

انعطاف پذیر نمی باشد. باتوجه به نحوه برنامه ریزی آبیاری می بایستی کلیه آبیگرهای مقرر در لحظه آبیگری در زمان معین، مقدار حجم معینی آب بطور مساوی دریافت نمایند.

مطالعات زیادی در مورد مسایل و بحران آب صورت گرفته است. پیری و همکاران (۲۰۰۹). مدل را، با وارد کردن متغیر مجازی که آن را تابع فعال سازی می نامند توسعه داد. برای یک کانال معین تابع فعال سازی فرض می شود اگر کانال فعال باشد بدون توجه به اینکه یک خروجی را تغذیه کند یا چندین خروجی را ارزش یک، و اگر هیچ خروجی را تغذیه نکند ارزش صفر می گیرد. تابع هدف در این مدل جمع توابع فعال سازی را حداقل می کند. امینیان و همکاران (۲۰۰۹) مسایل کانالهای آبیاری در ایران را از دیدگاه طراحی، ساخت، بهره برداری و نگهداری مورد بررسی قرار داده شود.

عوامل ایجاد خسارت در کانالهای آبیاری ایران را به پنج گروه اصلی مسائل مرتبط با طراحی، مسائل مرتبط با شرایط ژئوتکنیکی - اجرا - بهره برداری و نگهداری و مسائل اجتماعی تقسیم بندی کرده اند. بررسی تفصیلی این عوامل و ارائه شیوه هایی مناسب برای جلوگیری با کاهش این خسارت ها پرداخته اند امینیان و همکاران (۲۰۰۹). به مطالعه نحوه انتقال و توزیع آب در نخلستانهای دشت دالکی پرداختند و راه حلی اجرایی را برای انهار مشکل دار منطقه در زمینه احداث کانال و ابنیه فنی مربوط به این کانال را مطرح کردند داک علی (۲۰۰۹).

راندمان آبیاری شبانه را ارزیابی و پیشنهاداتی در خصوص بهبود شبکه های موجود مطرح کرد. با بررسی مبانی طراحی و روش های توزیع آب در شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی کشور به این نتیجه دست یافت که عموماً جریان در شبکه اصلی، به روش جریان دائمی با آبدهی متغیر بوده و روش تحویل آب در شبکه فرعی نیز عمدتاً براساس برنامه از پیش تعیین شده می باشد. ریدی و

می باشد. دشت سیستان منطقه رسوبی و سطحی می باشد که از رسوبات شاخه های متفاوت رودخانه هیرمند و سرشاخه های شمالی هامون تشکیل گردیده است. از مهمترین خصوصیات آن می توان شیب کم دشت را نام برد که حدود ۲۵٪ در هزار می باشد تنها منبع تأمین آب دشت سیستان رودخانه هیرمند می باشد که از ارتفاعات بابایغما در افغانستان سرچشمه می گیرد. هیچگونه منابع آب زیرزمینی در دشت سیستان وجود ندارد. پیری و همکاران (۲۰۰۹). تنها منبع کم آب زیرزمینی موجود جریانهای زیر سطحی منطقه می باشد. شبکه آبیاری و زهکشی دشت سیستان از شبکه های مهم آبیاری کشور به شمار می رود. مطالعات انجام گرفته بر روی بخشهایی از شبکه به سالهای طولانی در گذشته برمی گردد. از قدیمی ترین سازه های دشت سیستان سد کهک و سد زهک را می توان نام برد که در فاصله سالهای ۱۳۲۹ تا ۱۳۳۳ یعنی حدود ۵۳ سال قبل ساخته شده اند. تأسیسات سدها و آبگیرهای دشت سیستان از قبیل سدهای انحرافی کهک، زهک، سیستان و مخازن چاه نیمه از مهمترین سرمایه های سیستان محسوب می شوند. تأسیسات کنترل کننده جریان که بر روی شبکه آبیاری و زهکشی سیستان اعم از کانالهای درجه یک، دو و انشعابات درجه سه و چهار تعبیه شده اند شامل دریچه های قوسی، آبگیر، چک (آب بند) و نهر پله می باشد. کلیه این سازه ها براساس ضوابط USBR طراحی و اجرا شده اند. کوتوب (۲۰۰۰)، پیری و همکاران (۲۰۰۹).

### مواد و روشها

روش های خاصی جهت ارزیابی اقتصادی وجود دارد که برخی از آن ها کاربردهای گسترده و برخی استفاده های محدودتری دارد. به طور کلی در رابطه با بررسی و ارزیابی اقتصادی طرحهای سرمایه گذاری شاخص ها و روش های مختلفی مطرح می باشند. در مطالعه ای حاضر از روش منفعت به هزینه (B/C) استفاده شد. عظیمی (۱۳۸۱)، خنجری (۱۳۸۸) که نسبت ارزش

همکاران (۱۹۹۴)، وانگ و همکاران (۱۹۹۵)، مینگ (۲۰۰۰). انتخاب روش های تحویل و توزیع در شبکه اصلی و فرعی، انجام آبیاری شبانه را در بعضی از مزارع اجتناب ناپذیر می سازد آبیاری فقدان کنترل مناسب بر نحوه توزیع آب در سطح کرت و کاهش جذب آب توسط ریشه گیاهان در هنگام شب موجب می گردد که بازدهی آبیاری شدیداً کاهش یابد. بانویی (۱۳۸۴). به بررسی ضرورت اهمیت بهینه سازی مصرف آب کشاورزی و تغییر مدیریت تقسیم و توزیع آب از دولتی به خصوصی پرداخت و میزان سرانه منابع تجدید شونده، حجم منابع آب تجدید شونده، میزان نزولات و مقدار تبخیر و تعرق و میزان جریان های سطحی را برآورد کرد. پیری و همکاران (۲۰۰۹).

تجرباتی در احداث کانالهای روباز در مناطق خشک و کویری را مورد انعکاس و بازتاب قرار دادند و به بررسی مشکلات و ارائه راه حلها پرداختند احمد (۱۹۸۶). مدیریت توزیع و تحویل آب را مورد ارزیابی و بررسی قرار دادند. رهیافتی نوین در انتقال مدیریت شبکه آبیاری را مطرح کردند. وانگ و همکاران (۱۹۹۵) از روش عددی بهینه سازی SA بصورت چند هدفی استفاده نموده، مدلی برای توزیع بهینه آب در کانال های آبیاری ارائه کردند و آن را بر روی کانالی در شبکه آبیاری ورامین مورد آزمون قرار دادند. نتایج نشان داد که مدل توسعه یافته می تواند بعنوان یک ابزار مفید در مدیریت توزیع آب در شبکه های آبیاری بکار گرفته شود. زین مین (۱۹۹۴)

### شبکه آبیاری سیستان

دشت سیستان در منتهی الیه مرز شرقی ایران ما بین طول شرقی ۶۱:۱۰ تا ۶۱:۵۰ و عرض شمالی ۳۰:۱۸ تا ۳۱:۲۰ واقع شده است و در گوشه شمالی استان پهنوار سیستان و بلوچستان قرار گرفته است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۴۷۸ متر بوده و از نقطه نظر جغرافیای طبیعی جزو دلتای رودخانه هیرمند

$$MAX: a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \quad (2)$$

$a_i$  سود ناخالص محصول  $\bar{A}_m$  در یک هکتار زمین زراعی  $x_i$ ، سطح زیرکشت محصول  $\bar{A}_m$  می باشد. محدودیت های به کار رفته در مدل به شرح زیر می باشد:

محدودیت زمین: مجموع سطوح زیرکشت محصولات منطقه نباید از کل سطح زیرکشت زراعی منطقه بیشتر باشد.

$$\sum_{i=1}^3 x_i \leq c \quad i=1, \dots, 3 \quad (3)$$

$C$  سطح زیرکشت کل منطقه می باشد.

محدودیت نیروی کار: مقدار نیروی کار مورد نیاز برای کشت محصول  $\bar{A}_m$  در یک هکتار زمین زراعی نایبستی از کل نیروی کار به کار گرفته شده در منطقه در طول یک سال زراعی بیشتر باشد.

$$\sum_{i=1}^3 a_i x_i \leq l \quad (4)$$

$l$  کل نیروی کار (کشاورزان) در منطقه در طول یک سال زراعی و  $a_i$  مقدار نیروی کار لازم برای کشت محصول  $\bar{A}_m$  در یک هکتار می باشد.

محدودیت آب: مقدار آب مورد نیاز برای محصول  $\bar{A}_m$  در یک هکتار باید کوچکتر یا مساوی کل آب مصرفی در طول سال زراعی باشد.

$$\sum_{i=1}^3 w_i x_i \leq W \quad (5)$$

$W$  کل آب مصرفی (براساس سطح زیرکشت) در طول سال زراعی و  $w$  مقدار آب مورد نیاز برای محصول  $\bar{A}_m$  در یک هکتار است.

محدودیت نهاده ی کود: مقدار کود مورد نیاز

برای محصول  $\bar{A}_m$  در یک هکتار زمین زراعی باید کوچکتر یا مساوی کل مقدار کود لازم منطقه در طول سال زراعی باشد.

$$\sum_{i=1}^3 n_i x_i \leq N \quad (6)$$

کنونی منفعت ها را به مجموع ارزش حال هزینه ها در نرخ تنزیل معین محاسبه می کند. این روش متداولترین روش برای ارزیابی پروژه های بخش دولتی است. نحوه مواجهه در ارزیابی اقتصاد پروژه ها بخش خصوصی و دولتی قدری با یکدیگر متفاوت است.

در پروژه ها بخش خصوصی بیشینه ساز منافع از موضع سرمایه گذار ارزیابی می گردد و ممکن است منافع یا مضار اجتماعی یک سرمایه گذار کمتر مورد توجه قرار گیرد در صورتیکه در پروژه ها دولتی از آن جهت که منظور از سرمایه گذار رفاه حال عامه مردم است منافع و مضار عمومی یک سرمایه گذار مورد توجه قرار می گیرد و لذا از طریق مقایسه مجموعه منافع و مضار تحلیل و ارزیابی اقتصاد آن صورت می پذیرد.

در این روش نسبت میانگین منافع احتمالی سالانه و یا معادل یکنواخت منافع احتمالی سالانه به معادل هزینه یکنواخت سالانه پروژه پیشنهادی محاسبه می شود. در هر صورت ملاک قبول یک پروژه مستقل بر اساس نسبت سود - هزینه وقتی است که این نسبت بزرگتر یا مساوی یک باشد. در صورتی که این نسبت بزرگتر از یک باشد پروژه توجیه پذیر و در غیر اینصورت رد می شود. بصورت رابطه ی زیر بیان می گردد منعم و همکاران (۲۰۰۲):

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum B/(1+r)^i}{\sum C/(1+r)^i} \quad (1)$$

افزون برآن به منظور برآورد منافع حاصل از طرح از روش برنامه ریزی خطی استفاده گردید. در روش برنامه ریزی خطی ساده یک هدف مد نظر قرار می گیرد که می تواند حداکثرکردن درآمدخالص، سود ناخالص کشاورز و یا حداقل کردن زیان او با در نظرگرفتن محدودیت هایی در محدوده ی زراعی منطقه ی او باشد که به صورت رابطه ی زیر بیان می گردد. دراین مطالعه حداکثر کردن سود ناخالص کشاورز مد نظر می باشد.

محصولات گندم، جو و یونجه در حدود ۵۰۰۰ هکتار از زمین های زراعی منطقه جمع آوری گردید.

هزینه ها: عبارت است از کل هزینه ها در منطقه. با توجه به اینکه آمار به طور مستقیم در دسترس نبود (هزینه ها) برای بدست آوردن این اطلاعات سطح زیر کشت هر محصول در میزان هزینه به ازای یک هکتار ضرب کرده ایم و حاصل جمع آن به عنوان کل هزینه زراعی در منطقه در نظر گرفته ایم. میزان سود دهی: عبارت است از حاصل جمع درآمد - هزینه برای هر محصول. (سود دهی برای محصولات زراعی را شامل می شود) محصولات قید شده در مطالعه به دلیل سطح زیر کشت و اهمیت بیشتر در منطقه در نظر گرفته شده اند.

#### مسائل و مشکلات فنی

عمده ترین مشکلات فنی در شبکه های مذکور تخریب پوشش کانال به شکلهای مختلف، عملکرد نامناسب سازه های تنظیم و توزیع آب، پایین بودن راندمان شبکه شکل (۱) نمونه ای از تخریب ایجاد شده در شبکه را نشان می دهد. بدلیل تخریب و عملکرد نامناسب سازه های تنظیم و توزیع آب موجود در شبکه راندمان انتقال بسیار کمتر از حد انتظار می باشد. بطوریکه راندمان انتقال در کانالهای بتنی شبکه کمتر ۵۰٪ تعیین شده است.



شکل ۱- تخریب شبکه کانالی

رشد علفهای هرز در بستر کانالها اشاره نمود که در اثر طراحی هیدرولیکی نامناسب مقطع کانال، نبود حوضچه ترسیب، عملکرد نامناسب حوضچه های موجود بروز می نمایند. همانطوریکه از شکل (۲) قابل ملاحظه است، در اثر این پدیده ظرفیت انتقال آب کاهش یافته و بهره برداری مناسب از شبکه به مخاطره می افتد. نهایتاً

$$\sum_{i=1}^3 px_i \leq P \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^3 ph_i \leq PH \quad (8)$$

به ترتیب مقدار کل کود پتاس، فسفات و ازت لازم برای کل منطقه ی مورد مطالعه در طول سال زراعی و  $n, p, ph$  میزان کود مورد نیاز محصول آمار در یک هکتار زمین زراعی می باشد. محدودیت ماشین آلات:

$$\sum_{i=1}^3 hx_i \leq H \quad (9)$$

$H$  میزان کل ساعات کار ماشین آلات در منطقه در طول سال زراعی و  $h$  میزان ساعات کار مورد نیاز ماشین آلات برای یک هکتار زمین می باشد. محدودیت هزینه:

$$\sum_{i=1}^3 ex_i \leq E \quad (10)$$

$E$  کل هزینه زراعی منطقه در طول سال زراعی و  $e$  متوسط هزینه ی محصول آمار در یک هکتار می باشد.

داده های مورد نیاز مطالعه از واحد طرح و برنامه ی جهاد کشاورزی، سازمان آب منطقه ای و مرکز تحقیقات شهرستان زابل در سال زراعی ۱۳۸۶ برای

#### مسائل موجود در مدیریت بهره برداری

عملکرد نامناسب سازه های تنظیم و توزیع آب از مشکلات دیگری است که در اثر عدم نگهداری پیوسته و منظم این سازه ها و همچنین دستکاری توسط زارعین بوجود می آید. از مسائل دیگر می توان به رسوبگذاری و

قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و علیرغم صرف هزینه های زیاد، اهداف اولیه این طرح‌ها زیر سوال قرار گیرند.

مسائل عنوان شده باعث می‌شوند که راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه های آبیاری و زهکشی بطور



شکل ۲- کاهش ظرفیت انتقال آب توسط شبکه

۳۱ روستا اراضی محدوده روستاهای محمد آباد و زینل آباد، ذوالفقاری و کوشه علیا تا حاشیه دریاچه هامون می باشد. که به ۱۶ ناحیه آبیاری تقسیم شده است که توسط یک خط انتقال از جنس G.R.P بطول ۲۰ کیلومتر توسط مخازن چاه نیمه تغذیه میگردد. که در حال حاضر دو ناحیه یک و دو در سطح ۱۲۰۰ هکتار با ۲۴۰۰ متر لوله گذاری خط انتقال از جنس فایبر گلاس و ۳۶۶۲۵ متر شبکه توزیع با لوله گذاری پلی اتیلن و احداث ۳۰۰ انشعاب آبرگیر کشاورزی با هدف امکان کشت پایدار سالیانه کشاورزی با صرفه اقتصادی برای تمامی خانوارهای کشاورز دارای زمین اجرا میگردد.

ارزیابی بین سیستم کانالی شبکه ی آبیاری و سیستم لوله گذاری از طریق مطالعات فنی و اقتصادی انجام گرفت. مشکلات و مسائل فنی و بهره برداری با استفاده از شبکه های آب رسانی بررسی و در نهایت براساس مدل‌های برنامه ریزی ریاضی میزان سطح زیر کشت بهینه در منطقه ی مورد مطالعه و میزان درآمد کشاورزان با به کارگرفتن هر دو نوع سیستم آبرسانی به منظور تعیین منافع کشاورزان برای ارزیابی شبکه های انتقال آب انجام پذیرفت.

### علل و منشا ایجاد مشکلات در شبکه آبیاری

در بررسی بعمل آمده مشخص گردید که مسائل و مشکلات ایجاد شده در شبکه آبیاری عمدتاً معلول عوامل مختلفی می‌باشند که این عوامل را می‌توان در قالب گروه‌های مختلف زیر طبقه بندی نمود:

مسائل مربوط به طراح

مسائل مربوط به کیفیت مصالح و اجرا

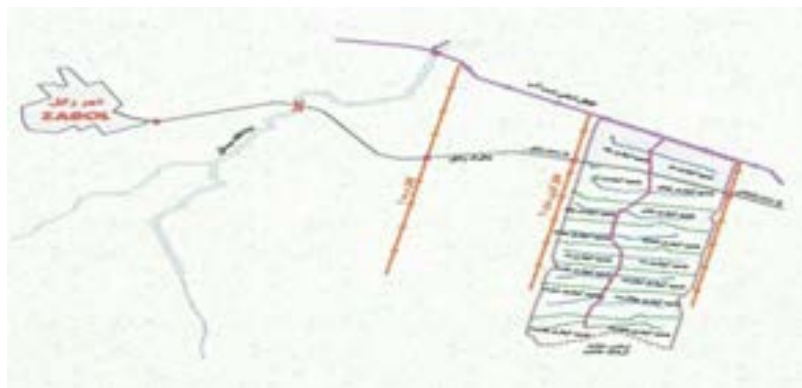
مسائل مربوط به شرایط بهره برداری و نگهداری

مسائل ژئوتکنیکی بستر سازه ها

مسائل فرهنگی و اجتماعی

### نتایج و بحث

آب موجود در چاه نیمه از طریق کانال کشی ها و سیستم های آبیاری به منطقه ی سد سیستان می ریزد و به دو شاخه تقسیم می شود، پشت آب و شیب آب . در انتقال آب به منطقه ی شیب آب چهار کانال درجه بندی شده وجود دارد که هرکدام سطح زیر کشت مربوط به منطقه ی خود را در بر می گیرند همان طوری که در شکل شماره (۳) دیده می شود کل منطقه ی شیب آب ۲۳۰۰۰ هکتار می باشد محل اجرای طرح دربخش شیب آب دشت سیستان با مساحت ناخالص ۷۰۰۰ هکتار شامل



شکل ۳- نقشه ی مربوط به منطقه ی مطالعاتی

### نتایج فنی مطالعه

و چرخش آبیاری در شبکه توزیع و با عبارتی نوبت دریافت هر آبیگر نیز شش روز می باشد لذا ظرفیت هر آبیگر ۵.۷ لیتر در ثانیه در دوره حداکثر مصرف تعیین می گردد ظرفیت هر خط لوله فرعی بر اساس تعداد آبیگرهای هر خط فرعی در ظرفیت هر آبیگر می باشد. ظرفیت خط لوله نیمه اصلی در هر روز نیز برابر با حداکثر جمع ظرفیت خطوط فرعی که بطور همزمان در یک روز آب را توزیع می نمایند ظرفیت خط اصلی در هر روز برابر جمع ظرفیت های خط لوله نیمه فرعی همان روز می باشند.

مشخصات فنی لوله انتقال و توزیع آب بر اساس انتخاب قطر لوله بر اساس فشار سیال، ظرفیت طراحی و زبری سطح داخل با رعایت حداکثر سرعت جریان انجام می شوند. انتخاب جنس لوله بستگی به کاربری لوله مورد نظر دارد. در خط اصلی با توجه به ظرفیت کل و نیاز به قطر بزرگ انتخاب نوع لوله برای شرایط فنی و اقتصادی بوده همچنین شرایط اجرایی در مسیرهای پیچ و خم در اثر رعایت مرزهای مالکیت ها و همچنین محل انشعاب گیری خطوط نیمه اصلی ملاک عمل قرار می گیرد.

الگوی کشت تعیین شده برای شبکه توزیع آبیاری مزارع

به روش کم فشار

بر اساس اهمیت منطقه و روش توزیع آبیاری

الگوی کشت منطقه به این صورت پیش بینی گردید.

نحوه اجرای خط لوله بر اساس تعیین مسیر خطوط لوله انتقال و توزیع آب، با توجه به هدف اصلی طرح که می بایستی خطوط لوله حجم معینی از آب را در میان بخشی از اراضی کشاورزان توزیع نمایند و این اراضی نیز در میان کل منطقه مورد مطالعه، پخش و توزیع نامنظم شده اند. تعیین مسیر خطوط لوله اصلی و فرعی با استفاده از نقشه های کاداستر اراضی به گونه ای تعیین می گردند که حداقل تقاطع ها با مالکیت ها گردند و مسیر مطلوب از میان مرز بین قطعات باشند. با توجه اینکه مساحت قطعات خرده مالکی کوچک بوده و در میان منطقه مورد مطالعه پخش شده اند لذا حداکثر سعی لازمه جهت رعایت موارد فوق الذکر بکار گرفته شده است ولی بهر حال قطعات کوچک در معرض تقاطع خطوط لوله واقع می گردند.

### تعیین ظرفیت انواع خطوط لوله

کوچکترین تقسیمات دریافت کننده آب بعنوان قطعه زراعی بوده با مساحت یک هکتار منظور می شود آب مورد نیاز هر قطعه بطور مستقیم از آبیگر شبکه توزیع تامین می گردد. ظرفیت هر آبیگر نیز برابر هیدرومادل در تعداد ایام چرخش دور آبیاری در دوره حداکثر مصرف محاسبه می شود مقدار هیدرور مدل ۰.۹۵ لیتر در ثانیه

جدول ۱- الگوی کشت گیاهان طرح

گیاه کشت شده	هندوانه	خربزه	گندم	پیاز	جو	انگور یاقوتی
درصد کشت در هر هکتار	٪۱۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۴۰
ارتفاع آبیاری در سال	۶۷.۸۳	۹۴.۷۲	۶۰.۲۳	۱۱۳.۵۳	۵۶.۳۴	۴۲۳.۶۵
تعداد دور آبیاری	۹	۱۰	۵	۲۲	۸	۱۵

افزایش درآمد و کاهش هزینه انجام گرفت. نرخ بهره ی در نظر گرفته شده در مدل ۱۴٪ و عمر اقتصادی شبکه های آبرسانی ۴۰ سال در نظر گرفته شده است. مسیر لوله گذاری از مخازن چاه نیمه تا کانال شماره یک شیب آب می باشد که طول آن حدود ۱۹ کیلومتر تخمین زده شده است و هزینه ها شامل هزینه های تعمیر و نگهداری و هزینه ی لایروبی می باشد افزون بر آن در این مطالعه از روش برنامه ریزی خطی برای تعیین سطوح زیرکشت بهینه در منطقه و تعیین میزان درآمد هدف حاصل از کشاورزی به منظور برآورد منافع حاصل از طرح استفاده گردید.

آمار ارتفاع آبیاری در سال و دور آبیاری برای محصولات از مرکز تحقیقات کشاورزی سیستان گرفته شد.

براساس بررسی های بعمل آمده و بازدیدهای انجام شده از شبکه، مسائل و مشکلات فنی و مدیریت بهره برداری به شرح زیر خلاصه گردیدند:

### نتایج اقتصادی مدل

به منظور ارزیابی طرح بین دو سیستم کانالی و لوله گذاری از روش ارزیابی منفعت به هزینه استفاده شد. تحلیل حساسیت آن نسبت به نرخ های بهره متفاوت،

جدول ۲- نتایج مدل برنامه ریزی خطی با اعمال سیستم کانالی

محصول	گندم	جو	یونجه
سطح زیرکشت (هکتار)	۲۴۰۰	۲۰۴۳	۴۰۰
سود (ریال)	۸۵۰۰۸۷۰۰۰۰		

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۳- نتایج مدل برنامه ریزی خطی با اعمال سیستم لوله گذاری شده

محصول	گندم	جو	یونجه
سطح زیرکشت (هکتار)	۲۹۰۵	۱۲۳۵	۵۴۸
سود (ریال)	۸۷۴۹۳۲۴۰۰۰		

مأخذ: یافته های تحقیق

نتایج نشان می دهد که با در نظر گرفتن سیستم های آبرسانی لوله ای میزان درآمد خالص یا سود ناخالص کشاورزان و سطوح زیرکشت برای محصولات گندم و یونجه نسبت به کشاورزی با سیستم کانالی افزایش می یابد. ولی به دلیل بالا بودن نیاز آبی جو نسبت به یونجه و همچنین بالا بودن هزینه های متغیر، سطح زیرکشت جو کاهش می یابد. افزون بر آن به دلیل بالا بودن هزینه های احداث و پایین بودن راندمان آبیاری وعدم مدیریت صحیح آب، میزان سود کشاورزان در دو مدل تفاوت

محسوسی ندارند. بنابراین افزایش راندمان آب با استفاده از سیستم های تحت فشار و نیمه تحت فشار از مخازن چاه نیمه ها از ۲۰ درصد موجود به بالای ۹۰ درصد و توزیع زمانی آب براساس تدوین الگوی کشت مناسب با اهداف کم آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب با تاکید بر کشت های اقتصادی فشرده و گلخانه ای به عنوان اولویت اساسی در بخش آب و کشاورزی منطقه باید مورد توجه قرار گیرد.



جدول ۴- نتایج حاصل از ارزیابی و تحلیل حساسیت با سیستم آبرسانی کانالی در نرخ بهره های متفاوت

نرخ بهره	۱۴٪	۱۲٪	۱۰٪	۸٪	۶٪	۴٪	۲٪
B/C	۰.۰۴۱	۰.۰۴۷	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۱	۰.۱۹

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۵- نتایج حاصل از ارزیابی سیستم کانالی با افزایش در میزان درآمد در نرخ بهره ۱۴٪

میزان افزایش درآمد	۱۰٪	۲۰٪	۴۰٪	۶۰٪	۸۰٪	۱۰۰٪
B/C	۰.۰۴۵	۰.۰۴۹	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۸

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۶- نتایج حاصل از ارزیابی سیستم کانالی با کاهش در هزینه ها در نرخ بهره ۱۴٪

میزان کاهش هزینه	۱۰٪	۴۰٪	۶۰٪	۸۰٪	۱۰۰٪
B/C	۰.۰۴۱	۰.۰۴۱	۰.۰۴۲	۰.۰۴	۰.۰۴

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۷- نتایج حاصل از ارزیابی و تحلیل حساسیت با سیستم آبرسانی لوله ای در نرخ بهره های متفاوت

نرخ بهره	۱۴٪	۱۲٪	۱۰٪	۸٪	۶٪	۴٪	۳٪
B/C	۰.۳۱	۰.۳۶	۰.۴۲	۰.۵۲	۰.۶۵	۰.۸۶	۱.۰۱

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۸- نتایج حاصل از ارزیابی سیستم لوله ای با افزایش در میزان درآمد در نرخ بهره ۱۴٪

مقدار افزایش درآمد	۱۰٪	۲۰٪	۴۰٪	۶۰٪	۸۰٪	۱۰۰٪
B/C	٪۳۴	٪۳۷	٪۴۳	٪۴۹	٪۵۵	٪۶۲

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۹- نتایج حاصل از ارزیابی سیستم لوله ای با کاهش در هزینه ها در نرخ بهره ۱۴٪

مقدار کاهش هزینه	۱۰٪	۲۰٪	۴۰٪	۶۰٪	۷۰٪
B/C	۰.۳۴	۰.۳۸	۰.۵۱	۰.۷۷	۱

مأخذ: یافته های تحقیق

نرخ بهره اجرای طرح لوله گذاری اقتصادی می باشد. افزون بر آن با کاهش هزینه ها، طرح اقتصادی تر می گردد. یک کاهش ۷۰ درصدی هزینه ها در سیستم لوله گذاری نسبت منافع به هزینه ها را برابر یک می کند که نقطه سربه سر می باشد. غیر اقتصادی بودن طرح سیستم لوله گذاری در نرخ های بهره ی بالاتر می تواند به دلیل هزینه ی بسیار بالای احداث لوله ها باشد. بنابراین با کاهش هزینه های احداث مثلاً با کارگذاری این سیستم های لوله ای در درون کانالهای قبلی و گرفتن حق آبه از کشاورزان به طوری که هزینه ی آب برای کشاورز زیاد محسوس نباشد، از پرت زیاد آب جلوگیری می کند و باعث ایجاد یک درآمد جانبی برای دولت می شود سیستم

همانطوری که از جداول مشاهده می شود انتقال آب با استفاده از سیستم کانالی روباز به دلیل هزینه های بالای تعمیر و نگهداری و هزینه های جانبی دیگر اقتصادی نمی باشد. حتی با نرخ بهره ی ۲٪ نیز همچنان نسبت منفعت به هزینه کوچکتر از یک می باشد و در حدود ۰.۱۹ است. همچنین با کاهش هزینه ها و افزایش در میزان درآمد نیز برقراری این سیستم غیر اقتصادی است. نتایج حاصل از ارزیابی سیستم لوله گذاری نیز در نرخ های بهره بالاتر غیراقتصادی است اما نسبت به سیستم کانالی در وضعیت بهتری قرار دارد و تنها در نرخ بهره ی ۳٪ اقتصادی می شود و نسبت منافع به هزینه ها یک می شود. بنابراین می توان گفت بدون در نظر گرفتن

لوله ای اقتصادی تر می گردد و به نفع کشاورزان منطقه نیز می گردد زیرا از یک سو کمتر با مشکلات کم آبی با توجه به وضعیت منطقه به دلیل بالابودن تبخیر و میزان نفوذ بالای آب مواجه می شوند و از طرف دیگر سطوح زیرکشت محصولات افزایش می یابد و در نتیجه کاهش پرت آب و بالارفتن عملکرد محصولات، سودشان نیز افزایش می یابد.

### جمع بندی و پیشنهادات

اهداف و خصوصیات شبکه توزیع آبیاری مزارع به روش کم فشار برای انتقال آب از چاه نیمه ها و توزیع به مزارع توسط شبکه خطوط لوله، توزیع آب به مزارع براساس سهمیه تعریف شده بر اساس حجم تخصیص آب سالیانه، حذف پرت آب در انتقال و توزیع آن و افزایش اراضی سطح کشت، تحویل آب بصورت حجم مشخص به هر قطعه زراعی جهت مصرف مستقیم طبق برنامه ریزی الگوی کشت، تنظیم جیره بندی آب براساس شرایط ترسالی و خشکسالی موثر بر روی حجم ذخایر آب در چاه نیمه ها، امکان کشت پایدار سالیانه محصولات کشاورزی با صرفه اقتصادی برای تمامی خانوارهای کشاورز دارای زمین، ایجاد اشتغال و درآمد مستقیم برای کشاورزان، امکان توسعه صنایع وابسته و ایجاد اشتغال غیر مستقیم و افزایش درآمد ناخالص ملی می باشد.

با توجه به مجموعه مطالعات و بررسی های انجام شده، شرایط بسیار نامساعد منطقه از جمله وزش بادهای موسمی، آورد رسوبات زیاد، خشکسالیهای پی در پی، کمبود اعتبارات دولتی، عدم مشارکت آب بران در امر نگهداری و نیز بخشودگی آب بهاء و عدم دریافت وجه از زارعین از مهمترین علل فرسودگی و تخریب تأسیسات بوده است. در صورت استفاده از سیستم لوله در شبکه های آبرسانی میزان سطوح زیرکشت و درآمد بدست آمده افزایش پیدا خواهد کرد و به دنبال آن هرچه سطح زیرکشت بیشتر باشد به دلیل بالا رفتن نسبت منافع

به هزینه ها طرح اقتصادی تر می گردد و سیستم لوله گذاری بر کانالی ارجح تر می گردد افزون بر آن گرفتن حق آبه از کشاورزان درآمد جانبی برای دولت ایجاد می کند که منافع حاصل از سیستم لوله گذاری به حساب می آید به دلیل کاهش و از بین رفتن مقدار تبخیر و حداقل شدن نفوذ آب، با کشت محصولات پر بازده مثل یونجه درآمد کشاورزان نیز افزایش می یابد. سیستم لوله گذاری طوری باید طراحی گردد که کمترین فاصله را با مزارع داشته باشد. از آنجایی که هزینه ی اولیه واحداث لوله بسیار بالا می باشد.

می توان از کشاورزان هزینه ای بابت حق آبه دریافت کرد در حالیکه این مبلغ برای کشاورزان نامحسوس باشد تا بتوان میزان هزینه ی بالای احداث لوله را تا حدودی تقلیل داد و از پرت بالای آب جلوگیری نمود. با توجه به نتایج بدست آمده مقدار صرفه جویی در مصرف آبیاری همراه با حداکثر توزیع عادلانه آب حدود ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ مترمکعب به ازای هر هکتار در سال می باشد که برای منطقه ی ۷۰۰۰ هکتاری ۱۰ تا ۱۲.۵ میلیون مترمکعب از پرت آب جلوگیری می گردد و معادل تامین آبیاری جهت ۱۰۷۱ تا ۱۴۲۸ هکتار می باشد.

بنابراین پیشنهاد می گردد به منظور اعمال مدیریت منطقی منابع آب از طریق تحویل حجمی آب توام با نظام تعرفه بندی مناسب و نیز تحویل آب به اندازه ی مورد نیاز و در زمان مورد نیاز طراحی و اجرا گردد. قابل ذکر است تنها راه مدیریت و بهره برداری از حجم های کوچک آب در مواقع بحرانی نیز فقط همین شیوه می باشد. اجرای چنین شبکه ای برای افزایش راندمان انتقال آب علاوه بر بهبود وضعیت اقتصادی مردم، اشتغالی مطمئن و پایداری و همچنین توسعه پایدار کشاورزی و ماندگاری مردم در محل تولید و روستاها را در این منطقه حساس و استراتژیک کشور عزیزمان جمهوری اسلامی ایران تضمین خواهد نمود.

## فهرست منابع

۱. امینیان، فرید؛ قادر دشتی و جواد حسین زاد، ۱۳۸۸، برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول پسته (مطالعه موردی: منابع زیرزمینی شهرستان دامغان)، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، کرج، انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۲. بانویی، علی اصغر، ۱۳۸۴، بررسی رابطه بین توزیع درآمد و افزایش تولید در اقتصاد ایران با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، سال هفتم، شماره ۲۳: ۲۳۷-۲۵۰.
۳. پیری، جمشید، ۲۰۰۹، شبیه سازی تبخیر چاه نیمه های زابل با استفاده از مدل های شبکه عصبی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز گروه مهندسی آب.
۴. خنجری ساداتی، سمیه و محمود صبوچی، ۱۳۸۸، مدیریت تقاضای آب آبیاری دشت مشهد با تاکید بر سیاست قیمت گذاری، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، کرج، انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
5. Ahmed M.A. (1986). Evaluation of Performance of on-farm irrigation in Gezira Scheme Msc Thesis University of Gezira.
6. Anwar, A.A., Clarke, D., (2001). Irrigation scheduling using mixed-integer linear programming. J. of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE 127 (2), 63-69.
7. Azimi, H. (2002). Water and Economy: Conference on challenges, approaches and future of water Industry in Iran. Second International Exhibition of water and waste water Installations. Public and International Relations, Ministry of power, Tehran, Iran.
8. Banouei, A.A. (2000). Calculation and analysis of internal and external communications, agricultural subsectors. Agriculture Planning Economics and Rural Development Research Institute.
9. Clemmens, A.J., (1986). Canal capacities for demand under surface irrigation. J. Irrigation. Drain. Eng., ASCE 112 (4), 331-347.
10. Doukkali, M. R. (1997). "Economic Analysis of second stage of structural adjustment in morocco: Gains from first and second best policy Instruments", Ph. D. Thesis, University of Minnesota, st. Poul.
11. Kay, R.D. 1986. Farm Management. McGraw-Hill Book Company: New York
12. Kotob, T. H. S., Watanabe, T., Ogina, y. Taingi, K. K. (2000). Soil salinization in the Nile Delta and Related policy Issues in Egypt. Agricultural water Management. 43: 239-261.
13. Ming, L. (2000). Integrated Input-Output Accounting for Natural Resources – Energy –Economy-Environment. Guanghua School of Management, Peking University.
14. Monem, M. J. and Namdarian, R. (2002) "Development of Optimal Water Distribution Schedule for Irrigation Systems Using Simulated Annealing Techniques" The 5<sup>th</sup> International Conference on Hydro informatics. Cardiff. UK. 1<sup>th</sup> -5<sup>th</sup> July 2002.
15. Piri, J., Amin, S., Moghaddamnia, A., Han, D. and D. Remesun. (2009). Daily pan evaporation modelling is hot and dry climate, JOURNAL OF HYDROLOGIC ENGINEERING, 14: 803-811.

16. Reddy, J. M., Wilamowski, B., and Sharmasarkar, F. C. (1994) "Optimal scheduling irrigation for lateral canals" ICID Journal. 48(3): PP. 1-12.
17. Wang, Z., R. Mohan, J., and Feyan, J. (1995) "Improved 0-1 programming model for optimal flow scheduling in irrigation canals" Journal of irrigation and drainage system. 9: PP. 105 – 116.
18. Zhenmin, Z., 1994. Optimization of Water Allocation in Canal Systems of Chengia Irrigation Area. In: Irrigation Water Delivery Models, Proceedings of the FAO Export Consultation, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 165-172.
19. Economic assessment and comparison of gravity and pressure systems for water distribution network in the region of Sistan.

Archive of SID