تعیین پرسودترین ژرفای بهینه ی چاههای آب کشاورزی به منظور مدیریت پایدار آبخوان دشت سیدان - فاروق

سیدنعمت اله موسوی[*1] و مدینه غلامی[2]

تاریخ دریافت : 91/1/25 تاریخ پذیرش: 91/6/22

چکیده

سیدان – فاروق یکی از بخشهای شهرستان مرودشت است. مساحت محدوده ی مورد مطالعه 369 کیلومتر مربع می‌باشد که 204 کیلومتر مربع آن را ارتفاعات و 165 کیلومتر مربع باقی مانده را دشت تشکیل می‌دهد. در این مطالعه، برای تعیین عمق بهینه ی چاههای آب کشاورزی دشت سیدان- فاروق با هدف کاهش هزینه‌ی حفاری و آبکشی و تأمین آب مورد نیاز کشاورزی از شبیه برنامه ریزی غیر خطی استفاده شد. برای تعیین عمق بهینه‌ی حفر چاهها فرض شد که کشاورزان برای دستیابی به بده ی اولیه، در شرایطی که تراز آبی آبخوان اجازه‌ی حفاری دوباره‌ی چاه و برداشتن آب از آن را بدهد، به کف شکنی چاههای موجود می‌پردازند. بدین منظور 1640 حلقه چاه کشاورزی در دشت سپیدان- فاروق مورد مطالعه قرار گرفتند. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از دفتر مطالعات شرکت آب منطقه‌ای فارس و سازمان‌های جهاد کشاورزی تهیه گردیده و با استفاده از نرم افزار GAMS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که برداشتن آب از چاه با کف شکنی چاههای موجود تا ژرفای 138 متری مقرون به صرفه خواهد بود. با ادامه ی حفاری چاه تا این عمق بده ی چاه 9/81 لیتر بر ثانیه و ارتفاع آبکشی 112/32 متر تعیین شد. همچنین، سطح زیر کشت بهینه برای محصولات کشت شده در منطقه با هدف تأمین آب مورد نیاز کشاورزی با فرض کف شکنی چاههای موجود تعیین گردید. در پایان، مدیریت مصرف بهینه از منابع آبهای زیرزمینی، و جلوگیری از بهره‌برداری چاههای غیرمجاز پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی غیر خطی، چاههای آب کشاورزی، حفاری، دشت سیدان فاروق.

[1]- دانشیارگروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت

[2]- کارشناس ارشد گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت

*-.نویسنده مسئول:mousavi_sn@yahoo.com

مقدمه

استان فارس از جمله مناطق کشور است که به دلیل نابسندگی ریزشهای جوی از وجود آبهای سطحی دایمی کم بهره بوده و بیشتر مصارف آب در بخشهای مختلف آن منحصراً از طریق استحصال آب از آبخوانهای دشت می‌باشد (اکبری و همکاران، 1388). در حال حاضر، از 170 دشت واقع در استان فارس 67 دشت ممنوعه،7 دشت بحرانی، و 96 دشت حالت آزاد اعلام گشته اند.

مشکل اصلی در دشت سیدان – فاروق مساحت بسیار کم زمینهای کشاورزی می‌باشد، که بالطبع باعث افزایش درخواست حفر چاه می‌شود. مؤید این مطلب وجود 1640 چاه بهره‌برداری در مساحتی بالغ بر 165 کیلومتر است. وجود کشتهایی پر مصرف از نظر آب، مانند ذرت در این منطقه باعث به وجود آمدن نیاز بیشتر کشاورزان به آب و در نتیجه حفر بیشتر چاه گردیده است.

میزان برداشت سالانه از منابع آب زیرزمینی دشت سیدان – فاروق 170/56 میلیون متر مکعب می‌باشد. از این مقدار 144/1 میلیون متر مکعب از چاههای عمیق و نیمه عمیق، 0/78 میلیون متر مکعب از چشمه‌ها و 33/2 میلیون متر مکعب از قناتها تامین می‌گردد که به مصارف کشاورزی شرب و صنعتی می‌رسد. سیر صعودی حفر چاهها در دشت سیدان – فاروق موجب استحصال بیشتر آب از سفره، و نهایتاً افت سطح سفره‌ی آب زیرزمینی گردیده است.

در پی خشکسالیهای اخیر، و با توجه به افت آب ناشی از این پدیده ی طبیعی، و برداشتهای غیر مجاز از آبخوان، ممنوعه اعلام شدن این دشت در دست بررسی است. اهمیت حفاظت منابع آب زیرزمینی بر کسی پوشیده نیست. یکی از راههای حفاظت بحث مصرف بهینه و نظارت برداشتهاست. که این امر می‌تواند به وسیله ی تعیین عمق بهینه‌ی حفاری و نصب آب شمار روی هر چاه محقق گردد.

با توجه به کاهش سطح آب زیرزمینی بر اثر برداشت غیر مجاز در بیشتر دشتهای ایران، بده ی چاهها پس از مدت کوتاهی به میزان زیادی کاهش یافته و برای دستیابی به بده ی اولیه بایستی چاههای جدیدی حفر شده، و یا با حفاری و کف شکنی چاههای موجود بار دیگر به همان بده دست یافت (صفری و همکاران، 1383).

مجرد و صبوحی (1388)، با استفاده از برنامه‌ریزی غیر خطی، ژرفای بهینه‌ی چاههای کشاورزی در دشت بجنورد را با هدف تأمین آب مورد نیاز کشاورزی و صرف کمترین هزینه ی حفاری و آبکشی، 205 متر تعیین کردند. همچنین، تعیین ژرفای بهینه و نظارت مستمر بر میزان برداشت آب از چاهها جهت حفظ منابع آب زیرزمینی پیشنهاد گردید.

رضایی و موسوی (1387) به بررسی وضعیت آبهای زیرزمینی دشت سیدان-فاروق پرداختند. نتایج نشان دادند که در صورت ثابت ماندن الگوی مصرف، و همچنین عدم تغییر در روند تغذیه ی سفره، در سالهای آتی با کاهش سطح آب مواجه خواهیم بود.

برخی تلاشهایی را که تا کنون در زمینه ی مدیریت سامانه های انتقال آب زیرزمینی و هزینه‌های آبکشی صورت گرفته است می‌توان در مطالعه‌ی ژائو و همکاران (2003) و سرینی وازاوالانگو (1992) یافت. ایشان به بهینه سازی خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی غیر خطی پرداختند. جیم (2006) در مطالعه‌ی خود هزینه‌های مربوط به سامانه‌های توزیع آب را با استفاده از الگوریتم بهینه سازی جستجوی تطبیقی کمینه کرد.

هدف اصلی این مطالعه، تعیین عمق بهینه‌ی حفاری چاههای کشاورزی در دشت سیدان – فاروق به منظور حفظ منابع آب زیرزمینی برای زمینهای کشاورزی می‌باشد.

مواد و روشها

به منظور شبیه سازی عمق بهینه حفاری چاهها با هدف کاهش هزینه‌های حفاری و آبکشی، و تأمین آب مورد نیاز کشاورزی، از آمار 1640 حلقه چاه موجود در دشت سیدان-فاروق استفاده شد. برای کاهش پیچیدگی شبیه فرض شد که تمامی چاهها دارای ویژگیهایی یکسان از قبیل بده و ژرفا هستند. در ابتدا، برای تعیین عمق بهینه‌ی حفاری چاه، هزینه‌های آبکشی و حفاری هر حلقه چاه به تفکیک تعیین، سپس در قالب برنامه‌ریزی غیرخطی نوشته شد.

هزینه‌های آماده سازی و بهره وری از یک حلقه چاه شامل کارمایه، حفاری، لوله گذاری، خریدن و تعمیر و نگهداری تلمبه، وکارمایه ی آبکشی لوله می‌باشند.

هزینه‌ی کارمایه تابعی از بده و ارتفاع آبکشی است؛ بنابراین، هزینه‌ی مصرف کارمایه ی تلمبه را می‌توان به صورت رابطه-ی 1 بیان نمود (الیز، 1998):

$$C_{energy} = F(Q, H_P, a, T, h) \qquad (1)$$

$$C_{energe} = \frac{Rg\ aTQ_i H_p}{h * 1000}$$

که Q بده ی تلمبه بر حسب متر مکعب بر ثانیه H_P ارتفاع آبکشی بر حسب متر، a هزینه‌ی هر کیلووات ساعت برقی مصرفی، T ساعات کارکرد تلمبه، h بازده‌ی تلمبه، g چگالی آب و R ضریب تبدیل هزینه‌ی سرمایه‌ای به جاری می‌باشد.

هزینه‌ی سالانه ی تعمیر و نگهداری تلمبه0/08 هزینه‌ی کارمایه‌ی سالانه در نظر گرفته شد (صفری و همکاران، 1383):

$$C_{repairl} = s*(\frac{Rg\ aTQ_iH_p}{h*1000}) \quad (2)$$

$$s = 0.08$$

هزینه ی حفاری مطابق رابطه ی زیر محاسبه شد (دفتر امور فنی و تدوین معیارها، 1388)

$$C_{dig} = (h_n - h_r)*k \quad (3)$$

در رابطه‌ی 3، h_n عمق نهایی چاه، h_r عمق فعلی چاه و k هزینه‌ی حفاری واحد طول در عمق مورد نظر است.

هزینه‌ی کل لوله‌گذاری در چاه را می‌توان به صورت زیر برآورد نمود (دفتر امور فنی و تدوین معیارها، 1388)،

$$C_{pipe} = (h_n - h_r)*l \quad (4)$$

که C_{pipe} هزینه‌ی کل لوله‌گذاری و l هزینه‌ی لوله گذاری واحد طول در چاه در عمق مورد نظر است.

محدودیتهای شبیه

میزان نیاز آبی

با توجه به میزان نیاز آبی در سال مورد نظر این محدودیت را می‌توان به صورت زیر نوشت:

(5)

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i \geq \frac{24}{9} D/t$$

که در آن، Q بده ی چاه i ام بر حسب متر مکعب بر ثانیه، n تعداد چاههای موجود در دشت،t دوره‌ی زمانی یک ساله بر حسب ثانیه و D میزان نیاز آبی در سال مورد نظر بر حسب میلیون متر مکعب است.

تلمبه ی چاهها روزانه بطور متوسط 9 ساعت روشن است.(دفتر مطالعات شرکت آب منطقه‌ای فارس)

عمق چاه

با توجه به عمق سنگ کف هر چاه، این محدودیت را می‌توان به صورت زیر بیان نمود. (مجرد و صبوحی، 1388):

(6)

$$h_r \leq h \leq h_r + p$$

که در آن، h_r عمق کنونی چاه و p فاصله‌ی کف چاه موجود تا سنگ کف می‌باشد.

هزینه‌های آبکشی و حفاری

کمترین هزینه ی آبکشی و حفاری یک حلقه چاه به صورت زیر نوشته شد (مجرد و صبوحی، 1388):

(7)

$$(1+s)(\frac{Rg\ aTQ_iH_p}{h*1000}) + (h_n + h_r)*k + (h_n - h_r)*l \geq C_{\min}$$

زمین

محدودیت سطح زیر کشت فراورده هایی که در منطقه می-توانند کشت شوند:

$$\sum_{j=1}^{n} x_j \leq A \quad (8)$$

$$Minimize \quad C_{total} = \sum_{i=1}^{m}\left[\sum_{i=1}^{n}(1+s)(\frac{Rg\ aTQ_iH_{pi}}{1000*h}) + \sum_{i=1}^{n}(h_{ni}-h_{ri})k_i + \sum_{i=1}^{n}(h_{ni}-h_{ri})l_{/A}\right] x_j$$

کمینه و بیشینه‌ی سطح زیر کشت برای هر محصول

این مقادیر با استفاده از داده‌های سالهای گذشته‌ی منطقه به دست می‌آیند:

(9)

$$x_{\min} \le x_1 \le x_{\max}$$

آب مورد نیاز هر محصول

مقدار آب در دسترس برای محصولات در الگوی کشت نباید بیشتر از مقدار استحصال مجاز سالانه‌ی آب چاهها باشد.

$$\sum_{j=1}^{n} w_j x_j \le Qg, \qquad (10)$$

که در آن، w_j نیاز ناخالص آبی (با بازده ی30 درصدی) برای محصول j در منطقه، و Q_g مقدار برداشت مجاز سالانه‌ی آب چاهها می‌باشد.

با توجه به هزینه‌ها و محدودیتهای بالا، جهت تعیین عمق بهینه‌ی حفاری چاهها با هدف کاهش هزینه‌های حفاری و آبکشی، و تأمین آب مورد نیاز کشاورزی، مسأله‌ی برنامه-ریزی غیر خطی به صورت زیر نوشته شد:

$$subject\ to:$$

$$\begin{aligned}
&(1+s)(\frac{Rg\ aTQ_iH_p}{h*1000}) + (h_n+h_r)*k + (h_n-h_r)*l \ge C_{\min}\\
&\sum_{i=1}^{n} Q_i \ge \frac{24}{9} D/t\\
&\sum_{j=1}^{m} x_j \le A\\
&\sum_{i=1}^{m} w_j x_j \le Q_g
\end{aligned} \qquad (11)$$

$$x_{\min} \le x_1 \le x_{\max}$$
$$h_r \le h_1 \le h_2 + p$$

در شبیه بالا، C_{total} هزینه‌ی کل آبکشی و حفاری تعداد چاههای موجود در هر هکتار است که به صورت یک معادله-ی غیر خطی است و بایستی مسأله را برای متغیرهای ژرفای بهینه‌ی حفر چاه h_{ni}، بده ی چاه Q_i، ارتفاع تلمبه H_{pi} ، و سطح زیر کشت بهینه ی هر محصول x_j حل کرد. در شبیه j تعداد محصولات، I تعداد حلقه‌ی چاههای موجود، k هزینه‌ی حفاری واحد طول، A سطح زیر کشت کل منطقه و

S ضریب هزینه ی سالانه‌ی تعمیر و نگهداری تلمبه می-باشد.

محدودیت زمین : سطح زیر کشت این ناحیه که به وسیله تلمبه های نصب شده بر روی چاه آبیاری می شوند 14000 هکتار، و عمده محصولات آنها گندم (x_1)،جو x_2 ،ذرتx_3 ،برنج x_4 ،یونجه x_5 و گوجه فرنگی x_6 می باشند.

$$x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6\leq 14000$$

محدودیت آب مورد نیاز برای هر محصول : نیاز ناخالص محصولات برای الگوی کشت پیشنهادی نباید بیش از میزان مجاز برداشت آب از منابع زیر زمینی باشد. ضریب هر یک از محصولها حجم آب مورد نیاز برای تولید فراورده های سودآور و بازار پسند می باشد.

$$7786x1+6630x2+12036x3+17578x4+15283x5+13260x6 \leq 140*10^6$$

علاوه بر آن، باید میزان برداشت و کاشت محصولات به گونه ای تنظیم شود که کشاورزان بتوانند حداقلی از در آمد را داشته باشند که به عنوان محدودیت درآمد در نظر گرفته می شود.

نتایج و بحث

برای تعیین تابع هدف، هر یک از هزینه‌های آبکشی و حفاری چاه به تفکیک محاسبه شدند.

هزینه‌ی کارمایه: هزینه ی کارمایه با فرض 9 ساعت کارکرد روزانه‌ی تلمبه‌های چاهها و هزینه‌ی هر کیلو وات ساعت کارمایه در منطقه 13 ریال به صورت زیر محاسبه شد:

$$C_{total}=\frac{Rg\ aTQ_iH_p}{h*1000}=1388/4\sum_{i=1}^{1640}Q_iH_{pi} \qquad (12)$$

در رابطه‌ی بالا g چگالی آب و R ضریب تبدیل هزینه‌ی سرمایه‌ای به جاری بوده و به صورت زیر به دست می‌آید (اسکویی نژاد، 1368):

$$R=\frac{((1+r)^n-1)}{r(1+r)^n} \qquad (13)$$

در این رابطه، نرخ بهره‌ی سالانه (12 درصد) و n تعداد سال می‌باشد که در این مطالعه، n برابر 1 سال و h بازده ی تلمبه نیز 0/75 در نظر گرفته شد (سازمان آب منطقه‌ای استان فارس، 1388)

با توجه به این که هزینه‌ی سالانه‌ی تعمیر و نگهداری تلمبه 0/08 هزینه‌ی کارمایه ی سالانه در نظر گرفته شده، می‌توان هزینه‌ی تعمیر و نگهداری را به صورت زیر محاسبه کرد:

(14)

$$C_{repair} = 0.08(\frac{Rg\ aTQ_i H_p}{h*1000}) = 111/07\sum_{i=1}^{1640} Q_i H_{pi}$$

هزینه ی حفاری

در شرایط کنونی عمق چاههای موجود در دشت سیدان – فاروق 100 متر است. در عمق بیشتر از 100 متر، هزینه‌ی حفاری به ازاء هر متر، 255500 ریال می‌باشد (فهرست بهای واحد رشته چاهها و قناتها سال 1389)؛ بنابراین، هزینه‌ی حفاری به صورت زیر محاسبه شد:

(15)

$$C_{dig} == \sum_{i=1}^{1640} (h_{ni} - 100) * 255500$$

هزینه‌ی لوله گذاری در چاه

هزینه ی تهیه و اجرای لوله‌ی داخل چاه با عمق بیش از 100 متر، به ازاء هر متر 215000 ریال است. (فهرست بهای واحد رشته چاهها و قناتها سال 1389)؛ بنابراین هزینه‌ی لوله‌گذاری به صورت زیر آمده است:

(16)

$$C_{pipe} == \sum_{i=1}^{1640} (h_{ni} - 100) * 215000$$

محدودیتهای شبیه

محدودیت بده ی چاهها

میزان نیاز آب کشاورزی در این ناحیه برابر 140 میلیون مترمکعب است؛ بنابراین بده ی چاهها به صورت زیر محاسبه شد:

(17)

$$Q_i \geq \frac{24}{9} * (140 * 10^6) / 1640 * 31536000 = 7/18(lit/s)$$

محدودیت عمق چاه

با توجه به عمق سنگ کف هر چاه (فاصله‌ی سنگ کف تا عمق فعلی چاه 42 متر است)، محدودیت عمق چاه به صورت زیر در نظر گرفته شد:

(18)

$$100 \leq h_{ni} \leq 100 + 42$$

محدودیت هزینه‌ی آبکشی و حفاری

کمترین هزینه‌ی آبکشی و حفاری یک حلقه چاه، بنا به داده‌های گردآوری شده، 50 میلیون در نظر گرفته شد:

$$(1.08)(\frac{Rg\ aTQ_i H_p}{h*1000}) + (h_n - 100) * 255500 + (h_n - 100) * 215000 \geq 50000000$$

(19)

محددیت زمین

سطح زیر کشت این ناحیه، که به وسیله‌ی چاه آبیاری می-شود، برابر با 14000 هکتار، و عمده محصولاتی که کشت

می‌شود، گندم (x_1)، جو (x_2)، ذرت (x_3)، برنج(x_4)، یونجه(x_5)، گوجه فرنگی (x_6) می‌باشد:

(20)

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 14000$$

نیاز ناخالص آبی محصولات برای الگوی کشت نباید بیشتر از مقدار استحصال مجاز سالانه‌ی آب چاهها باشد

(21)

$$7786\ x_1 + 6630\ x_2 + 12036\ x_3 + 17578\ x_4 + 15283\ x_5 + 13260\ x_6 \leq 140 * 10^6$$

محدودیت آب مورد نیاز هر محصول

محدویت درآمد :

$$655679/38\,x_1 + 543683x_2 + 2689684x_3 - 20382370x_4 + 1348463x_5 + 71372334x_6 \leq 2596*10^6$$

نتایج حل برنامه‌ریزی غیر خطی برای تعیین عمق بهینه‌ی حفر چاه در جدول 1 آمده اند. با توجه به داده‌های جدول 1 مشاهده شد که ژرفای بهینه‌ی حفر چاه برابر 137/99 متر است. با توجه به این که برداشت غیر مجاز آب از چاهها و کاهش نسبتاً شدید سطح آب در دشت، به منظور تأمین آب، نیاز به حفاری و کف شکنی چاههای موجود دارد، در این شرایط، برداشت آب از چاه تا ژرفای 138 متر مقرون صرفه خواهد بود. با حفاری چاه تا عمق 138 متری بده ی چاه و ارتفاع آبکشی به ترتیب 9/81 لیتر بر ثانیه و 112/32 متر تعیین می‌شود. افزون بر آن، ژرفای بهینه‌ی حفر چاه به حدی است که بتواند آب مورد نیاز کشاورزی را تأمین کند. در این حالت سطح زیر کشت بهینه ی گندم 6668/293، جو 6553/490، ذرت 0، برنج 0، یونجه 0 و گوجه فرنگی 778/217 هکتار می‌شود می‌شود. گفتنی است که هزینه‌ی حفاری و آبکشی آب چاههای موجود در منطقه پس از بهینه سازی 253/78 میلیون ریال تعیین شد.

جدول 1- مقدار بهینه ویژگی چاههای بهره برداری

ویژگی چاه	مقدار بهینه
ژرفای بهینه‌ی حفر چاه (متر)	137/99
بده ی چاه (لیتر بر ثانیه)	9/81
ژرفای آبکشی (متر)	112/32

جدول 2 - سطح زیر کشت بهینه محصولات (هکتار)

سطح زیر کشت بهینه‌ی محصولات (هکتار)	
گندم	6668/293
جو	6553/490
ذرت	0
برنج	0
گوجه	778/217
یونجه	0

جدول 3 سطح زیر کشت فعلی دشت سیدان و فاروق

سطح زیر کشت فعلی محصولات (هکتار)	
گندم	5348
جو	4870
ذرت	2170
برنج	540
گوجه	530
یونجه	542

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

برای تعیین عمق بهینه ی چاههای آب کشاورزی دشت سیدان- فاروق، با هدف کاهش هزینه ی حفاری و آبکشی، و تأمین آب مورد نیاز کشاورزی، در این مطالعه، از شبیه برنامه‌ریزی غیرخطی استفاده شد. نتایج مطالعه نشان دادند که برداشتن آب از چاه با حفر چاههای موجود تا ژرفای 138 متری مقرون به صرفه خواهد بود. با حفاری چاه تا عمق 138 متری، بده ی چاه و ژرفای آبکشی به ترتیب 9/81لیتر بر ثانیه و 112/32متر تعیین شد. همچنین، سطح زیر کشت بهینه برای محصولات عمده‌ی منطقه با هدف تأمین آب مورد نیاز به وسیله‌ی حفر چاه‌های موجود مشخص گردید.

با تعیین عمق بهینه چاههای کشاورزی می‌توان از حفاریهای اضافی جلوگیری کرد. چنان که می‌دانیم، حفر چاههای عمیق و بهره برداری بیش از حجم تغذیه باعث خشک شدن سفره‌های آب زیرزمینی و نشست دشت می‌شود؛ از این رو، اتخاذ سیاستهایی جهت محدود کردن مصرف آب در بخش کشاورزی می‌تواند باعث شود کشاورزان بیش از این از آبهای

زیرزمینی استفاده نکرده و از حفر دوباره ی چاهها بی‌نیاز شوند.یکی از راه‌کارهای موثر در این دشت یکپارچه سازی زمینهای کشاورزی است، به صورتی که با یکپارچه‌سازی مزراع و به روز کردن آنها، و استفاده از روشهای نوین آبیاری بتوان به وسیله ی همین چاههای موجود نیاز آبی دشت را فراهم کرد.

با توجه به الگوی کشت فعلی که در جدول 3 آورده شده است، باید به این موضوع توجه داشت که که کشاورزان با برآورد قیمت فروش محصول، و نیاز بازار، و بر اساس تقاضای سال قبل ویا دوره ی قبلی و پیش بینیهای غیر علمی اقدام به کشت کرده و اغلب به توصیه های جهاد کشاورزی گوش فرا نمی دهند، که این قضیه زاییده عدم اطمینان به تصمیمها در مراحل برداشت و فروش محصول است، در صورتی که سیاستهایی مانند خرید تضمینی محصول ،ارائه ی تسهیلات جهت کشتهای خاص، و راه اندازی صنایع تبدیلی محصولاتی مانند گندم، جو و گوجه فرنگی در منطقه، که میزانی از اطمینان از وجود بازار محصول را در کشاورزان ایجاد نماید، می توان آنها را به کاشت بر اساس الگوی بهینه ترغیب کرد .

در پایان مدیریت مصرف بهینه از منابع آبهای زیرزمینی و جلوگیری از بهره‌برداری چاههای غیرمجاز پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1. 1.Oskooeinejad, M. 1989, Engineering Economics, Amirkabir Publisher, Tehran.
2. 2.Fars Province Agricultural Organization, Statistical information, 2009, Shiraz, Iran.
3. Planning and Management Organization , 2009, Lists of unit prices of wells and ghants.
4. Fars Province Regional water Organization, 2009, Statistical information, Shiraz, Iran.
5. Safari, H., B. Navabinia, B. Sharifi, M., 2004, Determination of optimum depth of wells: application of non-linear programming, Journal of Water and Sewage , 15:35-41.
6. Eills E. M. 1998. Agricultural groundwater conservation program in the phoenix active management area. M.s. Thesis Univercity of Arizona,Tucson, AZ.
7. Green Z.W.2006.Optimal cost desiga of water distribution networks using harmony search:Engineering Optimization , 38(3): 259-277.
8. Srinivasa R.L . and Elango K.1992. Optimal design of water distribution networks with head dependent iutflows

using augmented lagrangian. Journal of the Institute of Engineering., 73(2): 27-33.

9. Zhai Y., Shigang Z. and Xun L. 2003. Cost- effective optimal design of groundwater conservation heat pumps. Applied Thermal Engineering, 23(13): 1595-1603.