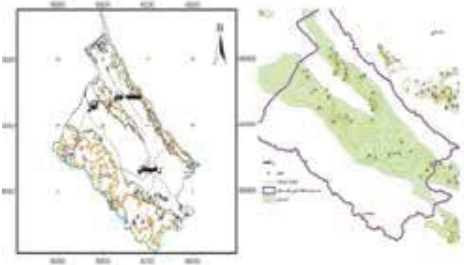


## پیش‌بینی متوسط عمر سفره آبی رفسنجان ۱۵ سال دیگر ذخیره سفره آبی رفسنجان تمام می‌شود



گردد. مطالعات کارشناسان وزارت نیرو در اواخر دهه ۴۰ ما را به تخمین ۳۶ میلیارد مترمکعب ذخیره آبی این سفره میرساند. همچنین بر اساس همان داده‌ها، متوسط تغذیه سالانه سفره رفسنجان در زمان تعادل سفره ۲۰۰ میلیون مترمکعب بوده، بنابراین ذخیره سفره آبی رفسنجان معادل ۱۸۰ سال ورودی سالانه است.

**تخمین باقی‌مانده عمر ذخایر سفره‌های با بیلان منفی:** در این مقاله منظور ما وارد شدن به نوعی تخمین برای باقی‌مانده عمر سفره آبی رفسنجان، با فرض واقع‌گرایانه ادامه تهاجمات فعلی است که تاکنون کارشناسان وزارت نیرو از انجام آن طفره رفته‌اند. کم مایگی نویسنده و علاقه مفرط به مسائل آب موجب شد که با نگرش این مقاله ناشیانه، فتح‌یابی صورت گیرد تا کارشناسان خبره با خرده‌گیری بر آن، آینده معیشت کشاورزان رفسنجان را شفاف‌سازی کنند.

**روش انتخابی ما در این مقاله مراحل زیر را شامل می‌شود:**

**مرحله اول:**

(a) تخمین میزان ذخیره سفره در آغاز و در حالت تعادل  
(b) تخمین میزان متوسط تغذیه سالانه از زمان تعادل تا امروز

(c) تخمین میزان متوسط برداشت از زمان تعادل تا امروز  
(d) محاسبه مانده امروزی ذخیره سفره؛  $a+b-c=d$   
مرحله دوم:

(e) مفروض قرار دادن میزان آب باقی‌مانده سفره آبی بر روی سنگ کف که برداشت آن مقرون به صرفه فنی - اقتصادی نیست

(f) محاسبه میزان آب قابل برداشت از سفره که توجیه اقتصادی دارد؛  $d-e=f$

**مرحله سوم:**

(g) فرض می‌شود با شرایط جوی فعلی میزان تغذیه سالانه فعلی سفره در آینده ادامه پیدا کند

(h) میزان برداشت سالانه فعلی از سفره

(i) میزان برداشت نهایی سالانه از سفره که برابر با تغذیه سالانه آن است

(j) محاسبه متوسط میزان برداشت سالانه تا زمان رسیدن به تعادل جدید، با فرض خطی بودن کاهش برداشت؛  $j=(h+i)÷2$

(k) محاسبه عمر باقی‌مانده سفره آبی رفسنجان در صورت کاهش خطی؛  $k=f÷j$

**تذکر:**

روند برداشت در آینده را به صورت خطی فرض کرده‌ایم که به دور از واقعیت است و به احتمال زیاد این کاهش باید به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شود. چون با مفهوم کاهش لگاریتمی آشنا نبوده انجام محاسبات و جدول کاهش برداشت سالیانه را به کارشناسانی که تسلط بهتری به محاسبات لگاریتمی دارند ارجاع می‌دهیم.

**تخمین a**

قسمت عمده تغذیه سفره آبی رفسنجان از دره کمال‌آباد (ورودی بردسیر) و ارتفاعات جنوب شرقی و همچنین از طریق دشت کبوترخان (هچین، کرمان) به طرف رودخانه سفید (خشک) صورت می‌گیرد. این محدوده در حاشیه کویر واقع شده و فاقد رودخانه دائمی و منابع آب سطحی است. آب آن از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود.

تا اوایل دهه ۴۰ شمسی عمده بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی به‌وسیله قنوات صورت می‌گرفت. اما با ورود تکنولوژی حفر چاه عمیق و برداشت از اعماق سفره، این دشت نیز از تقدیر دست‌اندازی‌های انسان به طبیعت مصون نماند و از نیمه دوم دهه ۴۰ شمسی، نخستین علائم افت آب زیرزمینی با خشک شدن تالاب‌های پراکنده فصلی و کاهش آبدهی قنوات نمایان شد. طبق مطالعات علمی و فنی انجام گرفته توسط کارشناسان آب زیرزمینی مشخص شد که بیلان این دشت در اثر ازدیاد مصرف، منفی و سطح سفره آب زیرزمینی در حال پایین رفتن است. لذا در اولین گام جهت حفظ این سفره آب زیرزمینی در سال ۱۳۵۳ این محدوده با ۱۵۹ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق و ۱۶۰ رشته قنات با استناد به ماده ۲۴ «قانون آب و نحوه ملی شدن آن» مصوب ۱۳۴۷ ممنوعه اعلام و هر گونه برداشت جدید از آن ممنوع شد. اما روند دست‌اندازی به این ثروت فرانسولی تا جایی پیش رفت که در سال ۱۳۹۲ تعداد چاه‌های عمیق مجاز به ۱۴۹۵ حلقه رسید.

روند فعلی برداشت بی‌رویه از ذخایر استاتیک سفره آب زیرزمینی، «دیر یا زود» ذخایر را تا حدی کاهش خواهد داد که برداشت بیشتر از این ذخایر دیگر عملی و اقتصادی نباشد؛ در چنین زمانی تعداد اندکی از ۱۴۹۵ حلقه چاه فعلی، آبده باقی خواهند ماند. اینجاست که کشاورزان با انبوه پرسش‌هایی نظیر؛ این «دیر یا زود» کی فرا می‌رسد؟ و آیا سرمایه‌گذاری هنگامت برای سیستم‌های آبیاری نوین برای مدت باقیمانده کاری عاقلانه است یا خیر؟ مواجه می‌شوند.

**دیدگاه‌های گوناگون نسبت به عمر سفره های آب زیرزمینی**

بسته به آنکه سفره آبی مورد نظر صرفاً فسیلی بوده یا سفره‌ای که با بارش‌های سالانه در ارتفاعات تغذیه می‌شود، می‌توان به چند گونه عمر متوسط سفره آبی را مطرح کرد. **روش رادیاکتیو برای تخمین عمر سفره‌های فسیلی:** به عنوان نمونه زمان تشکیل سفره عظیم آب فسیلی عربستان به کمک روش واپاشی ایزوتوپ کربن ۱۴، بین ۳۳ هزار تا ۲۰ هزار سال قبل تخمین زده می‌شود.

**سفره‌های تجدیدپذیر در حالت تعادلی:** در این گونه سفره‌ها می‌توان سؤال کرد که میزان ذخیره سفره معادل چند سال تغذیه سالانه است. مثلاً در مورد محدوده مطالعاتی رفسنجان کافی است که میزان آب ذخیره شده در این سفره را به متوسط ورودی سالانه آن تقسیم کنیم تا مدت زمان لازم برای یک بار تجدید این ذخایر برآورد

بررسی‌ها نشان می‌دهد که لایه آبرفتی سفره رفسنجان ۱۵۰ متر ضخامت دارد که ۶ درصد از این لایه آبرفتی آب و ۹۴ درصد آن سنگ، خاک و ... است. لذا با یک محاسبه ساده می‌توان گفت که ارتفاع آب در سفره رفسنجان قبل از حفر چاه عمیق در زمان تعادل سفره در این محدوده، معادل مخزنی به عمق ۹ متر بوده است.

با مقایسه اعداد متفاوت در گزارش‌های وزارت نیرو نسبت به مساحت سفره ذکر شده می‌توان با استناد به محتمل‌ترین گزارش‌ها مساحت این دریاچه آبرفتی را در زمان تعادل ۴۰۰۰ کیلومترمربع، معادل با ۴ میلیارد مترمربع دانست. پس حجم آب ذخیره شده در سفره آبی رفسنجان در زمان تعادل اولیه یعنی قبل از تشکیل وزارت نیرو طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود؛

$$4000 \text{ km}^2 \times 10^6 \text{ m}^2 = 4 \times 10^9 \text{ m}^3$$

$4 \times 10^9 \text{ m}^3 \div 9 \text{ m} = 36 \times 10^8 \text{ m}^3 = 36 \times 10^8 \text{ m}^3$  حجم سفره آبی محدوده مطالعاتی رفسنجان

یعنی ۳۶ میلیارد مترمکعب حجم سفره آبی رفسنجان در زمان تعادل بوده است.

**تخمین b**

برای به دست آوردن متوسط ورودی، میزان ورودی در دهه ۴۰ که این سفره در حالت تعادلی بوده را مبنای قرار می‌دهیم. حال به استناد آمار موجود وزارت نیرو و آمار بارندگی، این بازه زمانی ۵۰ ساله را به سه دوره ذیل تقسیم می‌کنیم:

**دوره اول از سال ۴۴ تا ۵۸ (۱۵ ساله):** طبق گزارش‌های ارائه شده وزارت نیرو، ورودی دهه ۴۰ دشت رفسنجان و نوق ۱۶۴ میلیون مترمکعب بوده است. با در نظر گرفتن اینکه گزارشی درباره ورودی سالانه دشت انار در این دوره زمانی وجود ندارد، فرض را بر این می‌گیریم که ورودی این دشت کمی کمتر از دشت نوق و سالیانه حدود ۴۰ میلیون مترمکعب در سال باشد؛ در نتیجه ورودی سالانه محدوده مطالعاتی رفسنجان با احتساب فرض اخیر در این دوره ۲۰۴ میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود.

**دوره دوم از سال ۵۸ تا ۷۸ (۲۰ ساله):** برای به دست آوردن ورودی سالانه این دوره میانگین سالانه دوره اول و سوم را مبنای قرار داده‌ایم که برابر با؛  $142 = 2 \times (80 + 204)$  (میلیون مترمکعب است).

**دوره سوم از سال ۷۸ تا ۹۳ (۱۵ ساله):** ورودی آب سالانه به سفره به میزان بارش سالیانه بستگی دارد. متوسط سالانه بارندگی از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۵۰ در محل فرودگاه کرمان ۱۶۷/۵ میلی‌متر گزارش شده است. در حالی که متوسط سالانه بارندگی در فرودگاه کرمان در بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ برابر ۱۳۱/۴ میلی‌متر بوده است؛ بنابراین



متوسط بارندگی در دهه ۷۰ و ۸۰ نسبت به بارندگی در دهه ۳۰ و ۴۰، تقریباً ۲۱،۵ درصد کاهش داشته است.

اگر این طور فرض کنیم که میزان تغذیه سفره آبی رفسنجان به میزان متوسط بارندگی در سال‌های قبل رابطه مستقیم دارد، می‌بایستی متوسط سالانه تغذیه سفره آبی رفسنجان در ۱۵ سال دوره سوم؛  $160 = (204 \times 0/215) - 204$  میلیون مترمکعب برآورد می‌شود. شایان ذکر است در دوره اخیر ۲۰ ساله دوم و ۱۵ ساله سوم به دلیل صدور پروانه‌های بهره‌برداری در بالادست این سفره یعنی دشت بردسیر و قریه العرب و کرمان از این بابت نیز با کاهش ورودی روبرو هستیم. از این رو برای دوره سوم میزان کاهش، از بابت مجوزهای خلاف بالادست سفره آبی رفسنجان، ۸۰ میلیون مترمکعب از ورودی سالانه در نظر می‌گیریم؛ بنابراین میزان متوسط ورودی سالانه در دوره سوم برابر؛  $80 = 160 - 80$  میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود.

#### میزان متوسط ورودی برای

##### دوره ۱۵ ساله اول:

$$(15 \times 204) = 3060 \text{ میلیون مترمکعب}$$

##### دوره ۲۰ ساله دوم:

$$(20 \times 142) = 2840 \text{ میلیون مترمکعب}$$

##### دوره ۱۵ ساله سوم:

$$(15 \times 80) = 1200 \text{ میلیون مترمکعب}$$

بنابراین متوسط کل ورودی ۵۰ ساله برای این محدوده ۷۱۰۰ میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود.

#### تخمین C

میزان متوسط برداشت در این ۵۰ سال در سه دوره زمانی برابر است با:

**دوره ۱۵ ساله اول:** بر اساس گزارش‌های وزارت نیرو برداشت سالانه این دوره ۴۵۰ میلیون مترمکعب است.

**دوره ۲۰ ساله دوم:** در این دوره ۲۰ ساله کمترین و بیشترین میزان آبدهی سالانه برابر ۴۵۰ و ۷۵۰ میلیون مترمکعب گزارش شده است؛ بنابراین متوسط برداشت طی این ۲۰ سال مطابق آمار وزارت نیرو، ۶۰۰ میلیون مترمکعب بوده است. اما قابل توجه است در گزارش‌های وزارت نیرو میزان آبدهی متوسط واحدهای بهره‌برداری کمتر از واقعیت است. برای کم بودن میزان آبدهی می‌توان دو احتمال داد؛ اینکه تعداد واحدهای بهره‌برداری زیاد شده که بعید به نظر می‌رسد و یا میزان برداشت کم گزارش شده است. مورد دوم محتمل‌تر است چرا که محاسبات میزان آبدهی چاه‌ها، بر اساس ساعات کارکرد پروانه انجام شده که البته این مساله به هیچ وجه از سوی بهره‌برداران رعایت نمی‌شده است. با مفروض دانستن اینکه ساعت کارکرد چاه‌ها حداقل بیش از ۳۰ درصد زمان پروانه است، ناچاریم مقدار برداشت این دوره ۲۰ ساله را به دلایل فوق ۳۰ درصد نسبت به آمار وزارت نیرو افزایش دهیم یعنی میزان متوسط برداشت در این دوره، سالیانه ۷۸۰ میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود.

**دوره ۱۵ ساله سوم:** برداشت متوسط سالانه از سفره آبی رفسنجان طبق گزارش سال ۹۳ وزارت نیرو سالانه حدود ۷۲۰ میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود. در این دوره

عملاً با کاهش میزان آبدهی چاه‌ها مواجه هستیم که این مساله با عدم رعایت ساعات کارکرد چاه‌ها تا حدی جبران می‌شود.

#### میزان متوسط برداشت دوره ۱۵ ساله اول:

$$(15 \times 450 \times 10^6 \text{ m}^3) = 6750 \text{ میلیون مترمکعب}$$

#### میزان متوسط برداشت دوره ۲۰ ساله دوم:

$$(20 \times 780 \times 10^6 \text{ m}^3) = 15600 \text{ میلیون مترمکعب}$$

#### میزان متوسط برداشت دوره ۱۵ ساله سوم:

$$(15 \times 720) = 10800 \text{ میلیون مترمکعب}$$

بنابراین میزان متوسط کل برداشت ۵۰ ساله برای این محدوده ۳۳۱۵۰ میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود.

#### محاسبه d

**باقی‌مانده ذخیره سفره آبی رفسنجان برابر است با:**

$$9950 = (33150 \times 10^6 \text{ m}^3) - (71000 \times 10^6 \text{ m}^3) + (36000 \times 10^6 \text{ m}^3)$$

یعنی قریب ۱۰ میلیارد مترمکعب مانده امروزی ذخیره آبی سفره رفسنجان است.

#### فرض e

قابل توجه است به دلیل توپوگرافی سنگ کف، برداشت از سفره تا قطره آخر ممکن نیست و از نظر اقتصادی هر چقدر سفره تقلیل رود مخارج استخراج آب به طور تصاعدی افزایش می‌یابد. از طرفی یکی از پیامدهای ناشی از افت مستمر سطح آب زیرزمینی یا اضافه برداشت، شور شدن تدریجی آب زیرزمینی و پیشروی جبهه آب‌شور به طرف جبهه آب شیرین است. از این رو میزان حداقلی آب در سفره که از نظر فنی و اقتصادی قابل استخراج نیست یا همان سطح استاتیک جدید را یک نهم از کل ذخیره در نظر می‌گیریم.

با این فرض، میزان ذخیره قابل برداشت از نظر اقتصادی برابر است با:

$$36 \times 10^6 \text{ m}^3 \div 9 = 4 \times 10^6 \text{ m}^3$$

#### محاسبه f

مقدار ذخایر قابل برداشت از سفره آبی رفسنجان از امروز تا زمان اقتصادی بودن برداشت و رسیدن به برداشت تعادلی جدید که ۸۰ میلیون مترمکعب تخمین زده شده است، برابر است با:

$$10 \times 10^6 \text{ m}^3 - 4 \times 10^6 \text{ m}^3 = 6 \times 10^6 \text{ m}^3$$

#### فرض g

فرض می‌شود میزان تغذیه سالانه فعلی سفره با شرایط جوی فعلی در آینده نیز ادامه پیدا کند. همان‌طور که در محاسبات فوق بیان شد این میزان سالانه برابر ۸۰ میلیون مترمکعب است.

#### h

میزان برداشت فعلی از سفره ۷۲۰ میلیون مترمکعب در نظر گرفته شده بود.

#### i

با تمام شدن ذخایر آبی رفسنجان، میزان آب قابل برداشت کمتر از میزان آب ورودی سالانه به سفره که حدود ۸۰ میلیون مترمکعب تخمین زده شد، خواهد بود.

#### محاسبه j

اگر از این به بعد به روش خطی با کاهش برداشت روبرو باشیم متوسط میزان برداشت سالانه تا زمان رسیدن به

تعادل جدید برابر است با  $2 = 400 \div (80 + 720)$  میلیون مترمکعب برداشت سالانه خواهد بود.

#### محاسبه k

با توجه به ۶ میلیارد مترمکعب ذخیره، تخمین باقی‌مانده عمر ذخایر آبی رفسنجان با فرض کاهش خطی برابر با:

$$15 = 400 \times 10^6 \text{ m}^3 \div 4 \times 10^6 \text{ m}^3$$

سال خواهد بود.

محاسبه این فرض کاهش خطی میزان افت برداشت سالانه، از عقلانیت به دور است زیرا امکان ندارد که بین سال ۱۴ و ۱۵ برداشت از ۴۰۰ میلیون مترمکعب به‌طور ناگهانی به ۸۰ میلیون مترمکعب افت کند.

#### وضعیت پسته

با توجه به محاسبات بالا می‌توان نتیجه گرفت در حال حاضر از حدود ۱۴۰۰ حلقه چاه عمیق با بیش از ۷۰ هزار هکتار باغ پسته، در پایان عمر سفره آبی قریب ۱۸۰ حلقه چاه آبده باقی خواهد ماند. با دانستن اینکه هر چاه ۱۷ لیتر در ثانیه‌ای با آبیاری تحت‌فشار حدود ۵۰ هکتار باغ را می‌توان آبیاری کرد، سرانجام ۹ هزار هکتار باغ پسته در جلگه رفسنجان، نوق و انار باقی خواهد ماند.

در شرایط رفسنجان، از هر ۹۰۰۰ هکتار باغ پسته امکان تولید متوسط ۱۳۵۰۰ تن پسته به ارزش ۱۰۸ میلیون دلار (نرخ سال ۹۴ که ۸ هزار دلار در هر تن است) خواهد بود. از این مقدار، حدود ۷۰ میلیون دلار عایدات خالص قابل پیش‌بینی است.

چنانچه متوسط خرج هر خانوار را در سال، ۲۰ هزار دلار فرض کنیم، حدود ۳۵۰۰ خانوار در جلگه رفسنجان، نوق و انار از محل درآمد ناشی از پسته می‌توانند روزگار بگذرانند. حال در اینجا این پرسش مطرح است که آیا طرح‌های شیرین سازی و انتقال آب که قیمت جایگزینی هر مترمکعب آب ۳ تا ۴ دلار (نرخ سال ۹۳) پیش‌بینی شده است، می‌تواند بیش از ۶۰ هزار هکتار باغ بدون آب این دشت را آبیاری کند؟

از سوی دیگر بد نیست بدانیم، هم‌اکنون فقط برای آب آشامیدنی شهر کرمان شرکت آب منطقه‌ای کرمان تحت نظارت وزارت نیرو، مجوز صدور ۵۰ حلقه چاه عمیق و برداشت سالیانه ۵۰ میلیون مترمکعب از بالادست سفره آبی رفسنجان را به بخش دیگری از همان وزارت‌خانه به هزینه کشاورزان رفسنجان و به‌طور رایگان صادر کرده است. با این حساب می‌توان گفت که با این عمل، ۵۰ درصد آب کشاورزی جلگه رفسنجان به صورت یارانه‌ای و تقریباً مجانی در اختیار مرفه‌هان شهری و دیوآب‌سالاران قرار خواهد گرفت و دیگر نمی‌توان چکش ۹۴ درصد مصرف آب کشاورزی را بر فرق آفتاب سوخته کشاورزان فرود آورد. اگر مصرف آب آشامیدنی و مصارف صنعتی شهرهای باغین، کبوترخان، رفسنجان، کشکوئیه، بیاض، انار و نوق را از آب کشاورزان رفسنجان اختصاص داد؛ احتمالاً دیر یا زود ۹۴ درصد آب قابل استحصال رفسنجان را دیوآب‌سالاران و شهرنشینان در اختیار خواهند داشت و ۶ درصد برای معیشت کشاورزان باقی بماند. خدا نکند روزی صدای دادخواهی خانواده‌های کشاورز سه هزار ساله، فلک را از خواب بیدار کند.