

## مطالعه نوسانات سفره‌های آب زیرزمینی کم عمق حاشیه پلایا

## «مطالعه موردی سمنان»

قدرت الله زحمتکش<sup>۱</sup>، سید کاظم علوی پناه<sup>۲</sup>، غلامرضا زهتابیان<sup>۳</sup>

۱ و ۲- کارشناس ارشد و استادیار مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ وصول مقاله ۷۹/۱۲/۹

## چکیده

منطقه پژوهش یک پلایا در ۴۵ کیلومتری جنوب سمنان است که آبهای سطحی و زیرزمینی بلندی‌های خوریان، ملحه، کبوده، عرشه، انجیلو، چاه حسینی و چاه شیرین به آن زهکشی می‌شوند. برای تعیین نوسانات سطح سفره آب پیرامون این پلایا، ده چاهک در دو سوی جاده معدن نمک در رخساره‌های مختلف حفر گردید. در خلال هر ماه (بیستم) تغییرات سطح ایستابی نسبت به نقطه ثابتی که در لبه هر چاهک تعبیه شده بود، اندازه‌گیری شد و هیدروگرافهای هر چاهک رسم گردید. همچنین میزان نوسانات ماهانه سطح آب در هر چاهک نسبت به شهریور بدست آمد و مشخص شد نوسانات سطح ایستابی در رخساره‌های مختلف تنها به تبخیر بستگی نداشته، بلکه عوامل دیگری همچون بافت خاک، تخلخل و نفوذپذیری، توپوگرافی، شیب هیدرولیکی، میزان املاح و دیگر عوامل هیدرولوژی و هیدروژئولوژی نقش داشته‌اند. بر اساس نتایج حاصله بیشترین بالا آمدگی سطح آب در ده چاهک ۱/۲+۶ سانتی‌متر (اردیبهشت) و مناسب‌ترین زمان برای کاشت گیاهان هیدروفیت و هالوفیت می‌باشد که نیاز آبی خود را از آب مخزنی تامین می‌کنند. همینطور متوسط بیشترین افت سطح ایستابی ۸- سانتی‌متر (آبان) می‌باشد. اگر چندین سال این وضعیت در آبان ادامه یابد، برای گیاهان هیدروفیت و هالوفیت زمان بحرانی است زیرا بیشترین افت سطح آب در این ماه رخ داده است. مقدار متوسط کاهش سطح ایستابی ده چاهک در خلال یکسال ۶/۵ سانتی‌متر است و حجم آبی که در ۱۴ هکتار (محدوده پژوهشی) کاهش پیدا کرده است برابر ۴۵۵ متر مکعب می‌باشد که احتمالاً نشان می‌دهد منطقه در دوره خشکسالی قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر، پلایا، سطح ایستابی، هیدروگراف، تخلخل، نفوذپذیری.

## مقدمه

پلایا (کویر)، پست‌ترین بخش حوزه بسته یک پهنه بیابانی<sup>۱</sup> است که دارای سطوح هموار با شیب کم و از نهشته‌های ریز دانه پوشیده شده است. این سطوح بدون پوشش گیاهی بوده یا پوشش گیاهی آن خیلی اندک می‌باشد.

اصولاً در پلایاها سطح آب زیرزمینی بالاتر از سطح بحرانی بوده، بنابراین در اثر تبخیر املاح زیادی از طریق نیروی موئینه‌ای به سطح پلایا می‌آید و در گستره آن ته نشین می‌شود (۱۷).

حدود ۲۵ میلیون هکتار از خاک‌های نواحی خشک ایران را خاک‌های شور و قلیا تشکیل می‌دهند که بخش مهمی از آنها پیرامون پلایا قرار دارند (۲). خاک‌های این نواحی به دلیل شوری زیاد نه تنها برای بسیاری از محصولات کشاورزی مناسب نیستند، بلکه گیاهان شور رست (به جز ۲۰ جنس) (۳) به سختی قادر به استقرار در اینگونه خاک‌ها می‌باشند. یکی از مهمترین عوامل ایجاد چنین خاک‌های نامساعد، آبهای کم ژرفای پلایا می‌باشد (۱۰ و ۱۲). اصولاً خاک‌های پیرامون پلایای ایران و منطقه به دلیل بالا بودن سطح ایستابی آبهای زیرزمینی و عدم زهکشی مناسب، مدام در معرض شوری قرار دارند، زیرا تبخیر شدید و وجود نیروی کاپیلاریته موجب

تراکم نمک در افق‌های مختلف خاک و پهنه‌های سطحی پلایا شده و شرایط اکولوژیکی را برای استقرار گیاهان نامساعد می‌کند (۲، ۷ و ۱۶).

ایجاد پلایا در ایران یک پدیده زمین‌شناسی است و انسان در آن هیچ گونه نقشی نداشته است، زیرا با حرکات دینامیکی دوره میو - پلیوسن<sup>۲</sup> در ۷ میلیون سال اخیر، بسیاری از کویرهای ایران مثل کویر بزرگ نمک، کویر ابرقو و کویر زنگی احمد در دشت لوت ایجاد شده‌اند و روندی رو به رشد در راستای کویرزایی دارند (۶ و ۵). نقش انسان در کویرزایی و تخریب محیط زیست با ساکن شدن پیرامون کویرهای ایران (جهت تأمین غذای خود از محصولات کشاورزی) آغاز شد و به تدریج گسترش یافت. زیرا به دلیل میزان اندک بارندگی کشاورزان این مناطق مجبور هستند با حفر چاه در حاشیه پلایا و آبیاری اراضی با آبهای شور، ناخواسته زمینه شور شدن بیشتر خاک‌ها را فراهم سازند (۸ و ۶).

بنابراین ملاحظه می‌شود که همواره بخش بزرگی از ایران (بویژه ایران مرکزی که بیشتر پلایا در آن گسترش دارند) (۱۲، ۱۵ و ۱۷). در محاصره پدیده نمک‌زایی از منشاء طبیعی و انسانی است که باید با بررسی‌های دقیق از روند رو به رشد آن جلوگیری به عمل آوریم. موفقیت در این مورد زمانی

افزایش یافته و در سال‌های آینده آب با سرعت بیشتری از این پلایا تخلیه می‌شود. ولی با وجود این لازم است تا زمانی که این شرایط در منطقه حاکم می‌باشد، با کاشت گیاهانی که با ژرفای کم سطح آب می‌توانند استقرار یابند، از گسترش شوری به اراضی بالا دست جلوگیری به عمل آورد. در این راستا پژوهش‌هایی از طرف F. A. O (۱۹۷۳) (۱۴) در شوروی و مبین (۱۳۴۸) (۱۳) در ایران انجام گرفته است که نشان می‌دهد پوشش گیاهی با توجه به عمق سطح ایستابی به صورت نوارهایی پیرامون پلایا گسترش یافته‌اند.

### مواد و روش

در پی بازدیدی که از ناحیه جنوب سمنان به عمل آمد، محلی در ۴۵ کیلومتری جنوب این شهرستان انتخاب گردید که شرایط لازم برای اجرای طرح را دارا بود. پس از انتخاب محل، پژوهش در دو مرحله انجام گرفت:

#### مرحله اول بررسی‌های مقدماتی

این بررسی‌ها شامل جمع‌آوری اطلاعات و گزارش‌های موجود، فراهم نمودن نقشه توپوگرافی

$$\frac{1}{250000}, \frac{1}{50000}, \frac{1}{250000}$$

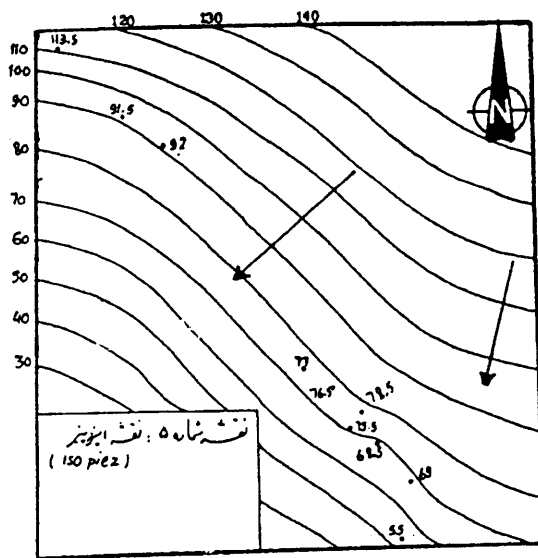
نقشه زمین‌شناسی، تصویر ماهواره‌ای  $\frac{1}{100000}$  و عکس‌های هوایی

به دست می‌آید که در جهت شناخت دقیق پدیده‌هایی که در افزایش شوری از منشاء طبیعی و انسانی نقش دارند کوشش نموده و راه‌حل‌های مناسب علمی به کمک پژوهش پیشنهاد نمائیم (۱۱). در این راستا اجرای پروژه‌هایی از سوی پژوهشگران مختلف با هدف تغییر اکوسیستم کویر مرکزی ایران پیشنهاد شده است که بیشتر آنها با شرایط اقلیمی منطقه سازگار نیست (۵). از سویی اصلاح خاک‌های این نواحی به کمک اجرای پروژه‌هایی نظیر انتقال آب و زهکشی پر هزینه بوده و ارزش افزوده‌ای که از این طریق ایجاد می‌شود در مقایسه با هزینه‌ها بسیار اندک می‌باشد (۸). بنابراین با توجه به حساس بودن اکوسیستم نواحی خشک و شور نسبت به هر گونه تغییر و نقش مثبت چاله‌های مرکزی (پلایا) برای انباشت مواد مسموم کننده گیاهان که از زمین‌های بالا دست حمل می‌شود، بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که شرایط طبیعی موجود باید حفظ شود و بدون بررسی‌های دقیق تغییراتی در آن صورت نگیرد (۷، ۹، ۱۳، ۱۸ و ۱۹).

بر این اساس در این طرح هدف بررسی نوسانات سفره‌های آب زیرزمینی حاشیه پلایا، واقع در استان سمنان است که از لحاظ تکتونیکی فعال بوده (۱) و احتمالاً با بالا آمدن بستر پلایا، شیب هیدرولیکی به سوی پلایای اصلی (ایران مرکزی)







نقشه ۵ - نقشه هم فشار (ISO Piez)، نوک پیکانها جهت

جریانهای زیرزمینی را نشان می دهد. مقیاس  $\frac{1}{10000}$

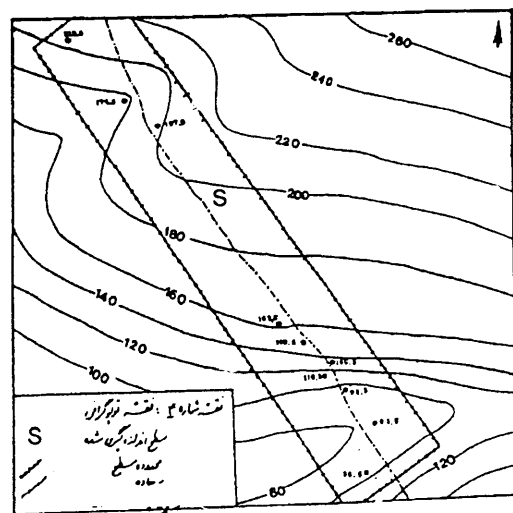
### تبخیر و بارندگی

تبخیر<sup>۱</sup> به انتقال بخار آب از سطح آزاد آب گفته می شود. برای تعیین میزان مجاز بهره برداری از منابع آب های زیرزمینی یا مشخص نمودن مقدار آبی که گیاهان نواحی کویری می توانند از آن استفاده کنند، لازم است مقدار تبخیر در نواحی مورد پژوهش مشخص شود. به طور کلی تبخیر شامل موارد زیر است:

تبخیر از ریزش های جوی در حال ریزش که به علت بالا بودن درجه حرارت منطقه به ویژه در تابستان این نوع تبخیر نسبتاً زیاد است.

سطوح شخم خورده، چاهک های شماره ۵ و ۹ در رخساره سطوح پف کرده و چاهک شماره ۱۰ در اراضی دارای پوشش گیاهی (رخساره دشت ریگی) حفر شده اند (نقشه ۳).

به منظور دسترسی آسان به چاهک ها، بویژه در فصل بارندگی که بخشی از سطح پلایا را آب فرا می گیرد، چاهک ها در دو سوی جاده معدن نمک در دو ردیف جداگانه حفر شده اند. ولی چنانچه مشکلات عبور و مرور در سطح پلایا وجود نداشت، لازم بود چاهکها طوری حفر شوند که هر سه چاهک با هم تقریباً یک مثلث متساوی الاضلاع تشکیل دهند تا رسم نقشه توپوگرافی (نقشه ۴) و نقشه ایزوپیز (نقشه ۵) آسانتر انجام گیرد (۴ و ۱۰).



نقشه ۴ - نقشه توپوگرافی منطقه (فاصله منحنی های

میزان ۲۰ سانتی متر است) مقیاس  $\frac{1}{10000}$

جدول ۱- آمار بارندگی سال ۱۳۷۸-۱۳۷۹ ایستگاه سمنان

| فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر   | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند |
|---------|----------|-------|-------|-------|--------|-----|------|-----|----|------|-------|
| ۰/۱     | ۱۵/۱     | ۰     | ۱۷/۱۸ | ۴/۶   | ۰      | ۵/۴ | ۲۴/۸ | ۴/۹ | ۲  | ۴۳/۱ | ۴/۴   |

با استفاده از معادله رگرسیون ارتفاع - بارندگی (۲۰ میلیمتر در ۱۰۰ متر)، مقدار بارندگی منطقه پژوهش ۵۸/۵ میلی‌متر در سال ۱۳۷۸-۱۳۷۹ محاسبه شده است که تقریباً ۵۰٪ کمتر از بارندگی سمنان می‌باشد.

### نتایج

#### اندازه‌گیری نوسانات ژرفای سطح ایستابی

بعد از حفر چاهک‌ها، در دو سوی لبه هر یک از آنها یک سطح مبنای ثابت و افقی توسط آجر ایجاد و نوسانات سطح آب نسبت به این سطح مبنا در هر ماه اندازه‌گیری شد (جدول شماره ۲). چون ژرفای سطح آب زیرزمینی تا سطح زمین حداکثر ۱۱۶ سانتی‌متر بود، اندازه‌گیری مستقیم‌آبه وسیله متر انجام گرفت.

بعد از اتمام اندازه‌گیری نوسانات سطح آب در یک سال آبی، میزان افزایش یا کاهش سطح آب هر چاهک نسبت به سطح آب در شهریور ماه توسط رابطه  $\Delta d = d_1 - d_2$  برای هر ماه به دست آمده است (در این رابطه  $d_1$  فاصله سطح آب تا لبه چاهک در شهریور ۷۸ و  $d_2$  فاصله سطح آب تا لبه چاهک در

- تبخیر مربوط به گیرش<sup>۱</sup>، گیرش بارشی است که قبل از اینکه به سطح زمین برسد، توسط گیاهان، ساختمان‌ها و غیره نگهداشته می‌شود و سرانجام تبخیر می‌گردد، در منطقه به دلیل اندک بودن پوشش گیاهی و ساختمان این نوع تبخیر تقریباً وجود ندارد.
- تبخیر از جریان‌های سطحی که شامل رودخانه‌ها و آبگیرها می‌شود. در منطقه جریان‌های سطحی به صورت شورابها وجود دارد که مقداری آب از این طریق تبخیر می‌شود.
- تبخیر از طریق تعرق گیاهان که به علت محدود بودن پوشش گیاهی منطقه بسیار ناچیز است.
- تبخیر از سطح خاک مرطوب که بیشترین تبخیر در سطح پلایا از این طریق صورت می‌گیرد.
- تبخیر از طریق آبهای سطحی که به آبهای زیرزمینی پیوسته‌اند و از راه نیروی کاپیلاریته صورت می‌گیرد این نوع تبخیر در منطقه وجود دارد (۱۰).

۱. Interception

جدول ۲- نوسانات سطح ایستابی آب (ساتی متر) در ماه‌های مختلف سال

| ماه<br>شماره | ۷۸<br>شهریور | مهر   | آبان      | آذر   | دی    | بهمن  | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر   | مرداد | ۷۹<br>شهریور |
|--------------|--------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|-------|--------------|
| ۱/۰          | ۴۸/۰         | ۴۶/۰  | ۴۵/۵      | ۵۴/۰  | ۵۶/۵  | ۴۳/۰  | ۴۲/۰  | ۴۲/۰    | ۴۶/۰     | ۴۱/۵  | ۴۵/۰  | ۵۲/۰  | ۵۶/۰         |
| ۲/۰          | ۴۱/۰         | ۴۸/۰  | ۵۴/۰      | ۵۰/۵  | ۵۳/۰  | ۴۲/۰  | ۴۱/۰  | ۴۲/۵    | ۳۵/۰     | ۳۴/۵  | ۳۸/۰  | ۴۰/۷  | ۴۷/۵         |
| ۳/۰          | ۸۴/۰         | ۸۹/۵  | ۹۲/۰      | ۹۰/۰  | ۹۲/۰  | ۸۲/۰  | ۸۰/۰  | ۹۱/۰    | ۷۵/۰     | ۷۶/۰  | ۷۹/۰  | ۸۱/۵  | ۹۰/۵         |
| ۴/۰          | ۹۱/۰         | ۱۰۶/۰ | ۱۰۹/۰     | ۱۰۱/۰ | ۱۰۱/۵ | ۹۲/۰  | ۹۱/۰  | ۹۲/۰    | ۸۳/۵     | ۸۵/۵  | ۸۸/۰  | ۹۰/۰  | ۹۸/۰         |
| ۵/۰          | ۸۸/۵         | ۹۱/۰  | ۹۳/۰      | ۹۳/۰  | ۹۱/۰  | ۸۸/۰  | ۸۴/۵  | ۸۵/۰    | ۸۱/۰     | ۸۳/۰  | ۸۶/۱  | ۸۹/۰  | ۹۵/۰         |
| ۶/۰          | ۳۷/۵         | ۰/۲۵  | آب گرفتگی | ۳/۵   | ۴/۵   | ۷/۰   | ۱۵/۰  | ۲۳/۰    | ۱۳/۵     | ۱۶/۵  | ۲۱/۰  | ۴۱/۰  | ۴۵/۰         |
| ۷/۰          | ۳۸/۵         | ۴۳/۵  | ۵۲/۰      | ۴۳/۰  | ۴۶/۰  | ۳۷/۰  | ۳۵/۵  | ۳۶/۰    | ۲۸/۵     | ۳۰/۰  | ۳۳/۵  | ۳۴/۵  | ۴۶/۰         |
| ۸/۰          | ۷۰/۰         | ۷۴/۰  | ۷۸/۰      | ۷۸/۰  | ۷۹/۰  | ۷۰/۵  | ۶۹/۰  | ۷۱/۰    | ۶۱/۵     | ۶۲/۵  | ۶۷/۰  | ۶۷/۷  | ۷۵/۰         |
| ۹/۰          | ۱۰۷/۵        | ۱۱۰/۰ | ۱۱۵/۰     | ۱۱۶/۰ | ۱۱۴/۰ | ۱۱۱/۰ | ۱۰۸/۰ | ۱۰۹/۰   | ۱۰۲/۰    | ۱۰۵/۵ | ۱۰۷/۰ | ۱۰۹/۰ | ۱۱۳/۵        |
| ۱۰/۰         | ۹۲/۰         | ۹۳/۰  | ۹۴/۰      | ۹۴/۰  | ۹۳/۰  | ۹۰/۰  | ۹۰/۰  | ۹۰/۰    | ۹۲/۰     | ۸۹/۰  | ۹۰/۲  | ۸۸/۰  | ۹۷/۰         |

جدول ۳- میزان افزایش و کاهش ماهانه سطح آب به ساتی متر در چاهک‌های دهگانه

| ماه<br>شماره | ۷۸<br>شهریور | مهر   | آبان  | آذر  | دی    | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر  | مرداد | ۷۹<br>شهریور              |
|--------------|--------------|-------|-------|------|-------|------|-------|---------|----------|-------|------|-------|---------------------------|
| ۱            | ۰/۰          | +۲/۰  | +۲/۵  | -۶/۰ | -۸/۵  | +۵/۰ | +۶/۰  | +۶/۰    | +۲/۰     | +۶/۵  | +۳/۰ | -۴/۰  | -۸                        |
| ۲            | ۰/۰          | -۷/۰  | -۱۳/۰ | -۹/۵ | -۱۲/۰ | -۱/۰ | ۰/۰   | -۱/۵    | +۶/۰     | +۶/۵  | +۳/۰ | +۰/۳  | -۶/۵                      |
| ۳            | ۰/۰          | -۵/۵  | -۸/۰  | -۶/۰ | -۸/۰  | +۲/۰ | +۴/۰  | -۷/۰    | +۹/۰     | +۸/۰  | +۵/۰ | +۲/۵  | -۶/۵                      |
| ۴            | ۰/۰          | -۱۵/۰ | -۱۸/۰ | -۰/۰ | -۱۰/۵ | -۱/۰ | ۰/۰   | -۱/۰    | +۷/۵     | +۵/۵  | +۳/۰ | +۱/۰  | -۷                        |
| ۵            | ۰/۰          | -۲/۵  | -۴/۵  | -۴/۵ | -۲/۵  | +۰/۵ | +۴/۰  | +۳/۵    | +۷/۵     | -۵/۵  | +۲/۴ | -۰/۵  | -۶/۵                      |
| ۷            | ۰/۰          | -۵/۰  | -۱۳/۵ | -۴/۵ | -۷/۵  | ۱/۵  | +۳/۰  | +۲/۵    | +۱۰/۰    | +۸/۵  | +۵/۰ | +۴/۰  | -۷/۵                      |
| ۸            | ۰/۰          | -۴/۰  | -۸/۰  | -۸/۰ | -۹/۰  | -۰/۵ | +۲/۰  | -۱/۰    | +۸/۵     | +۷/۵  | +۳/۰ | +۲/۳  | -۵                        |
| ۹            | ۰/۰          | -۲/۵  | -۷/۵  | -۸/۵ | -۶/۵  | -۳/۵ | -۰/۵  | -۱/۵    | +۵/۵     | +۲/۰  | +۰/۵ | -۱/۵  | -۶                        |
| ۱۰           | ۰/۰          | -۱/۰  | -۲/۰  | -۲/۰ | -۱/۰  | +۲/۰ | +۲/۰  | +۲/۰    | ۰/۰      | +۳/۰  | +۱/۸ | +۴/۰  | -۵                        |
|              | ۰/۰          | -۴/۷  | -۸/۰  | -۶/۵ | -۷/۲  | +۰/۵ | +۲/۳  | +۰/۲    | +۶/۲     | +۴/۶  | +۵/۲ | +۰/۹  | -۶/۵                      |
|              |              |       |       |      |       |      |       |         |          |       |      |       | $\frac{\sum \Delta d}{9}$ |

مهر ۷۸) در این محاسبه  $\Delta d$  مثبت نشان دهنده بالا

با جمع جبری  $\Delta d$  شهریور ماه در دو سال

آمدن سطح آب زیرزمینی و  $\Delta d$  منفی نشان دهنده

افت سطح آب زیرزمینی است (جدول ۳).

متوالی با هم طبق رابطه  $\Delta d = ds_1 - ds_2$  (۱، ۲)

ترتیب میانگین سطح آب نسبت به لبه چاهک در



درجهٔ اعتماد به اعداد حاصل برای یک منطقه تابعی از فاصله چاه تا مرکز سطح مورد نظر، ژرفای چاهک، پستی و بلندی منطقه، نوع جریان آب زیرزمینی و ویژگی‌های محلی و موضعی است، اصولاً هر چقدر تعداد چاهک‌ها بیشتر باشد و با یکدیگر مثلث‌های منظمی تشکیل دهند و یا فاصله آنها با توجه به تغییرات جنس زمین انتخاب شود،  $\Delta V$  به دست آمده به مقدار واقعی خود نزدیکتر است (۱۰). در منطقه مورد پژوهش به علت آنکه بیشترین آب از طریق تبخیر و به میزان خیلی کم از طریق تعرق گیاهان از محیط خارج می‌شود، با توجه به رابطه نتیجه می‌گیریم که افت سطح ایستابی آب نشان دهنده کاهش ورودی آبهای زیرزمینی به پلایای منطقه است زیرا چنانچه مقدار آب خروجی منطقه با مقدار ورودی آبهای زیرزمینی برابر بود، سطح ایستابی در همان ترازوی قرار داشت که در شهریور ماه ۷۸ اندازه‌گیری شده بود، بنابراین سطح ایستابی در سال‌های آینده نیز با توجه به خشکسالی سیر نزولی خواهد داشت.

#### رسم هیدروگراف‌ها

هدف از رسم هیدروگراف چاهک‌ها، نشان دادن تغییرات سطح آب در مدت زمان‌های مشخصی می‌باشد، به بیان دیگر منحنی نشان دهنده تغییرات سطح آب در محدوده حوضهٔ یک چاهک در

شهریور ۷۸ و ۷۹) میزان کاهش یا افزایش متوسط ژرفای سطح آب در خلال یک سال آبی به دست می‌آید. این میزان برابر  $\Delta d' = -6/5$  سانتی‌متر است که بیان‌کننده کاهش سطح ایستابی در منطقه مورد پژوهش طی یک سال می‌باشد.

برای به دست آوردن حجم آبی که از محیط پلایا و اراضی پیرامون آن به صورت‌های مختلف خارج شده است از رابطه زیر استفاده گردیده است.

$$\Delta V = \Delta d' \times S \times S_y$$

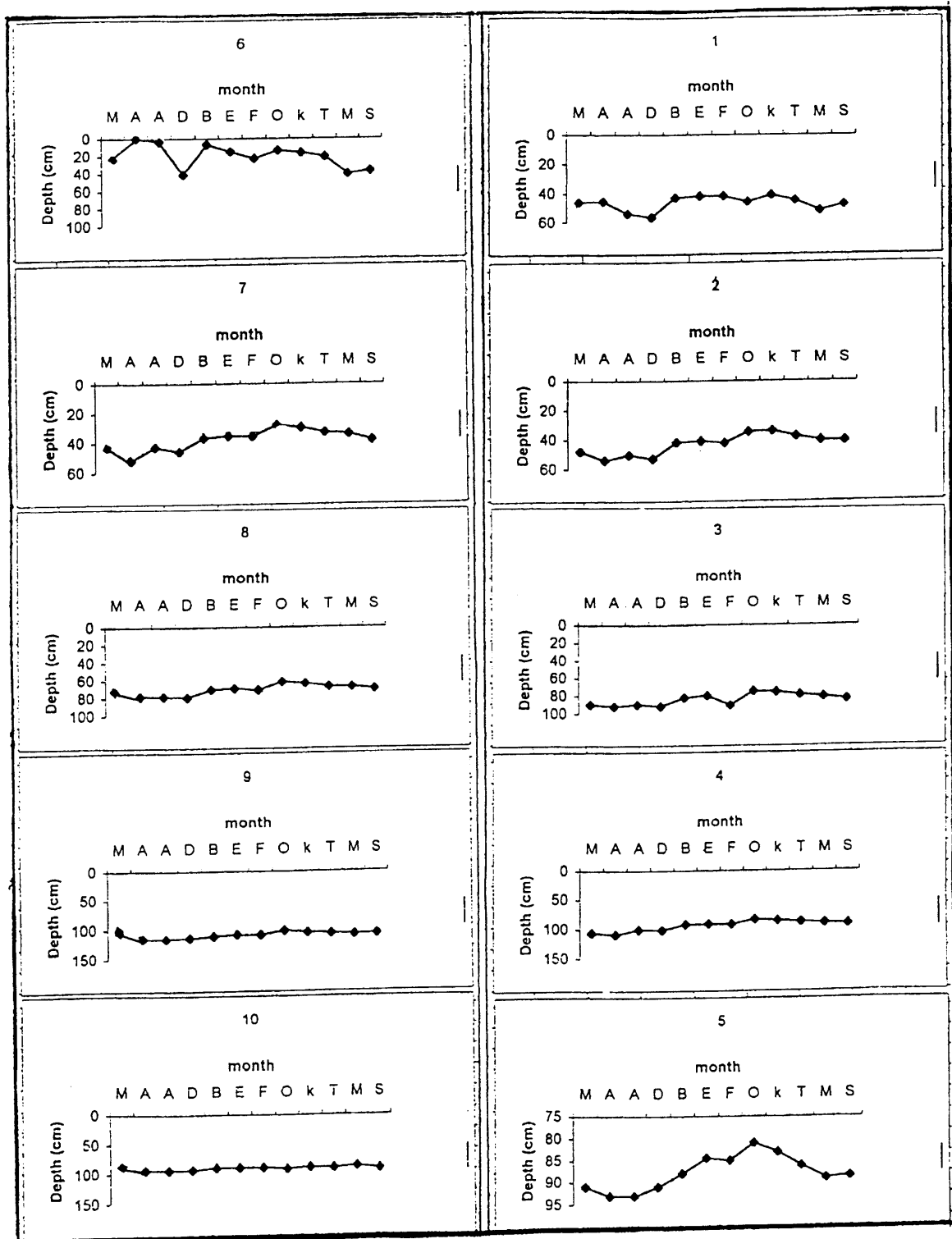
در این رابطه  $\Delta V$  تغییرات حجم آب آزاد در مدت یک سال،  $\Delta d'$  مقدار تغییر سطح ایستابی در سال،  $S$  مساحت منطقه پژوهش و  $S_y$  ضریب ذخیره می‌باشد که در سفره‌های آبی آزاد برابر درجه اشباعی (تخلخل ویژه) می‌باشد.

حال با عددگذاری در رابطه  $\Delta V = \Delta d' \times S \times S_y$

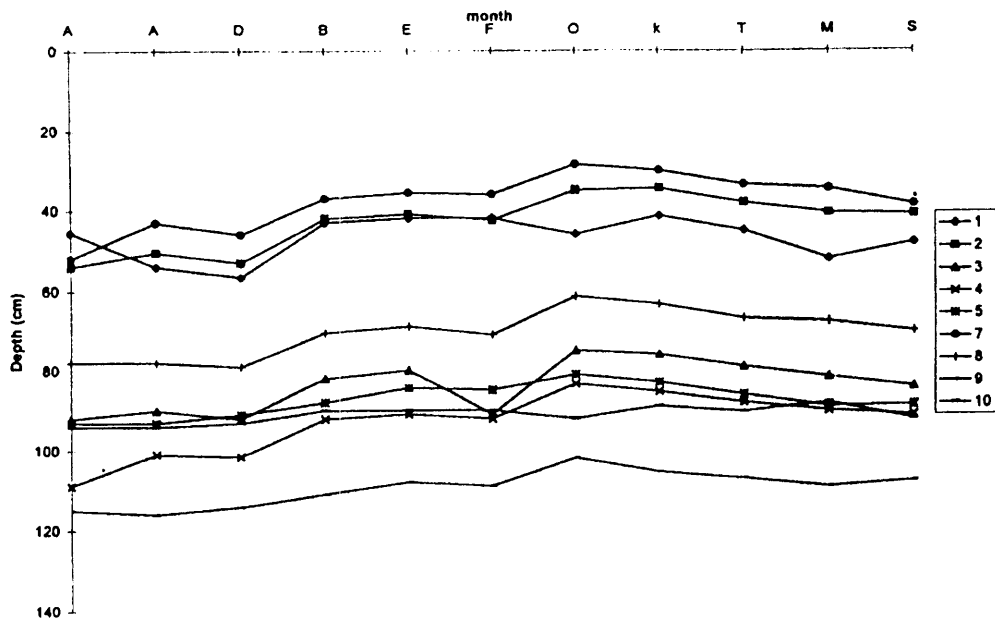
(مساحت منطقه مورد پژوهش از روی نقشه شماره ۴ به دست می‌آید،  $\Delta d' = -6/5$  و  $S_y$  نیز با توجه به بافت رسی - ماسه‌ای منطقه ۰.۵٪ در نظر گرفته شده است)، حجم آبی که از محیط خارج شده است، برابر مقدار زیر می‌باشد.

$$\Delta V = -0.065 \times 140000 \times 0.05 = 455 m^3$$

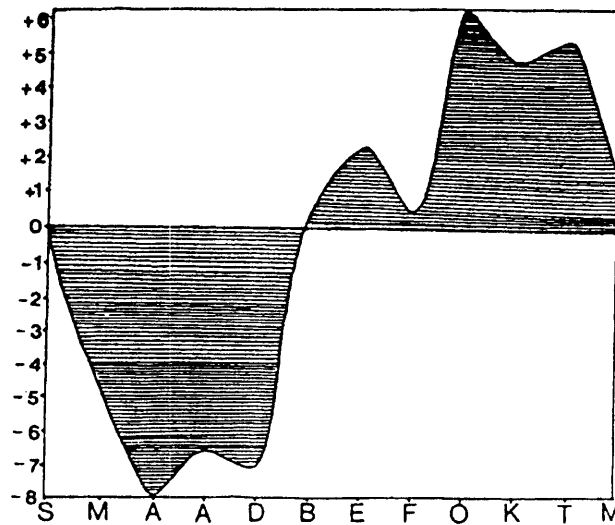
اصولاً در اراضی بسیار بزرگ چون ترکیب و بافت خاک همگن نیست بهتر است از ضریب ذخیرهٔ متوسط در محاسبات استفاده شود.



شکل ۱: هیدروگرافهای ده چاهک



شکل ۲- مقایسه هیدروگراف‌های چاهک‌ها



شکل ۳- هیدروگراف نوسانات سطح آب منطقه در یک سال آبی

نشان دهنده زمان (t) که با توجه به نوع هیدروگراف‌ها می‌تواند بر اساس دوره‌های روزانه، ماهانه و سالانه تهیه شود، در این تحقیق برای رسم هیدروگراف‌ها از تغییرات زمان به ماه استفاده شده است.

زمان‌های متفاوت، هیدروگراف آن چاهک است (شکل‌های ۱ و ۲ و ۳) در هیدروگراف‌های رسم شده محور عمودی عبارت است از تغییرات ژرفای آب از سطح مبنا (بر حسب سانتی‌متر) و محور افقی

ملحه، کبوده، عرشه، انجیلو، چاه حسینی، چاه شیرین و خوریان زهکشی می‌شود. در فاصله بین این بلندیها و ناحیه مورد پژوهش، اراضی کشاورزی یا چاه‌های ژرف وجود ندارد که ورودی آبهای زیرزمینی و آبهای جاری منطقه را کاهش دهند. در این ناحیه برعکس بسیاری از نواحی پلایادار ایران، آب از بلندیهای ذکر شده به سوی منطقه پژوهش زهکش شده و در اثر تبخیر زیاد که در سطح پلایا حاکم است (حدود ۳۰۰۰ میلیمتر در سال) سطح ایستابی منابع تغذیه کننده را کاهش می‌دهد. این روند ادامه دارد تا جاییکه شیب هیدرولیکی به سوی پلایا به کمترین میزان رسیده و سطح ایستابی سفره‌های تغذیه کننده با پلایا به یک تعادل نسبی می‌رسد. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که سطح ایستابی آب در پلایا زیر سطح بحرانی قرار گیرد و تا زمانی که دوره مرطوب با بارندگی زیاد آغاز نشود سطح آب در همان تراز تعادلی باقی می‌ماند. بنابراین با توجه به عدم برداشت از اراضی بالا دست، در کوتاه مدت شیب هیدرولیکی یا اختلاف پتانسیل به سوی سفره‌های تغذیه کننده نخواهد شد و آبهای شور پلایای مورد پژوهش اراضی مجاور خود را آلوده نخواهند کرد.

بررسی پروفیل چاهک‌های حفر شده تا ژرفای ۱ متر نشان می‌دهد که ترکیب آنها از تناوب ماسه،

اصولاً هیدروگراف‌های رسم شده به علت آنکه تحت تاثیر عوامل مختلف همچون تخلخل و نفوذپذیری خاک، شرایط توپوگرافی و ژئومرفولوژی و غیره قرار می‌گیرند، یکنواخت و یک شکل نیستند و در کمتر منطقه‌ای می‌توان هیدروگراف‌ها را از روی شکل و فرم آنها گروه‌بندی نمود و نشان داد که هر گروه معرف یک منطقه ویژه است. برای رفع این نارسایها تهیه هیدروگراف متوسط (واحد) که معرف نوسانات لایه آبدار منطقه باشد اجتناب ناپذیر است، منظور از هیدروگراف واحد، هیدروگرافی است که به کمک کلیه هیدروگراف‌های ۱۰ چاهک منطقه تهیه می‌شود (۱۰).

### بحث و نتیجه‌گیری

نوسانات سطح ایستابی در پلایای ایران تابع تبخیر آبهای جاری و زیرزمینی است که از زمین‌های بالا دست به پلایا زهکشی می‌شوند. در سالهای گذشته به علت کاهش ورودی آبهای زیر زمینی در اثر برداشت از طریق چاه‌های کشاورزی و کاهش آبهای جاری در اثر خشکسالی، سطح ایستابی منابع تغذیه کننده در بیشتر پلایاهای ایران پایین‌تر از سطح ایستابی اراضی پیرامون پلایا قرار گرفته است.

نوسانات سطح ایستابی منطقه تابع تبخیر و آبهای زیرزمینی و آبهای جاری است که از بلندیهای

چاهک با افقهای ماسه‌ای بیشتر، زودتر به تراز واقعی خود می‌رسند، در چاهک‌های دیگر با افقهای ماسه‌ای کم‌تر (افقهای ماسه توسط لایه‌های رسی و سیلتی جانشین شده‌اند) از تخلخل و نفوذپذیری آنها کاسته شده، دیرتر به تراز واقعی خود برسند، به همین علت اختلافاتی در میزان نوسانات سطح ایستابی در چاهک‌های مختلف دیده می‌شود. اصولاً در مدت زمان یک ماه که دو اندازه‌گیری متوالی صورت می‌گیرد به دلیل متفاوت بودن تخلخل و نفوذپذیری، شیب هیدرولیکی و شرایط زمین‌شناسی و توپوگرافی رخساره‌ها، آب در تراز واقعی خود قرار نمی‌گیرد، بویژه در رخساره‌های مرکزی پلایا که درصد رس آن بالاست و آب تقریباً ساکن است.

بنابراین بعضی ناهماهنگی که در فرم هیدروگراف‌ها (شکل ۳) دیده می‌شود بستگی به تخلخل و نفوذپذیری و سایر عوامل خاک در هدایت آبهای زیرزمینی داشته و میزان تبخیر در رخساره‌های مختلف کویر نقش معنی‌داری نداشته است. هیدروگراف چاهک شماره ۶ نوسانات زیادی از نظر تغییر سطح ایستابی نشان می‌دهد، این چاهک داخل آبراه‌ای حفر شده است که جهت جریان آن به سوی باختر می‌باشد، در فاصله حدود ۳۰ متری باختر این چاهک جاده‌ای قرار دارد که سطح آن حدود ۴۰-۵۰ سانتی‌متر از سطح پلایا بالاتر بوده و

گچ، رس و سیلت تشکیل شده است. تغییر در ترکیب افقهای مختلف چاهک‌ها خود بیانگر حاکم بودن شرایط اقلیمی مختلف در زمان‌های گذشته می‌باشد. حداقل از زمان وورم<sup>۱</sup> (۲۰۰۰ سال پیش) تا کنون شرایط اقلیمی منطقه چندین بار دستخوش تغییر شده است و دوره‌های مرطوب با بارندگی نسبتاً زیاد و دوره‌های خشک با فرسایش بادی همراه بوده است. با حاکم شدن شرایط اقلیمی گرم و خشک، بادهای دائمی با روند شمال باختری - جنوب خاوری جریان داشته و بار معلق خود را به صورت پهنه‌ها و تل ماسه‌ها ته نشین نموده‌اند. ستبرای نهشته‌های ماسه‌ای با توجه به درازای زمان حاکم بودن شرایط اقلیمی گرم و خشک، متفاوت است.

در مراحل بعدی با استقرار دوره‌های نسبتاً مرطوب و پر باران، سطح پلایا را دریاچه‌های موقتی فرا گرفته و آبهای ورودی به آن مقداری رس و سیلت را بر روی ماسه‌ها ته نشین نموده است. در حفاری چاهک‌ها معلوم شد که افقهای ماسه‌ای به صورت پیوسته در سطح پلایا گسترش نداشته و به شکل تل ماسه‌های منفرد می‌باشند. تعداد افقهای ماسه‌ای در چاهک‌های ده گانه متفاوت بوده و همین مسئله باعث شده است تا آبهای زیرزمینی که در یک

۱. Wurm

بین ۸۸ - ۹۴ سانتی متر است که با میزان بارندگی منابع تغذیه کننده هماهنگی دارد.

نمودار شکل ۳ که با استفاده از میانگین ماهانه نوسانات سطح ایستابی ۱۰ چاهک برای سال ۷۸ آبی رسم شده است (مبنا در تمام چاهک‌ها سطح آب در شهریور ماه می‌باشد) نشان می‌دهد که بیشترین افت آمدگی سطح آب در اردیبهشت ماه و بیشترین افت ژرفای آب در آبان ماه روی داده است. این مسئله نشان می‌دهد که رابطه نزدیک بین تغییرات سطح آب در پلایا و پیرامون آن با منابع تغذیه کننده وجود دارد زیرا بیشتر بارندگی در محدوده منابع تغذیه کننده به صورت باران بوده و بارش به صورت برف نقشی در تغذیه سفره‌های کم ژرفای منطقه نداشته است. بر اساس جدول ۳ بیشترین بالا آمدگی آب در اردیبهشت ماه برابر ۶/۲ سانتی متر است که بهترین زمان برای کاشت گیاهان هیدروفیت و هالوفیت بوده که نیاز آبی خود را از آب مخزنی تأمین می‌کنند و بیشترین پایین افتادگی سطح آب در آبان ماه برابر ۸- سانتی متر می‌باشد که زمان بحرانی برای گیاهانی است که از آب مخزنی با سطح ایستابی بالا استفاده می‌کند. لازم به یادآوری است که نتایج به دست آمده برای تغییرات سطح ایستابی در خلال یک سال نمی‌تواند رژیم واقعی هیدروژئولوژی منطقه را مشخص کند و هر چه دوره‌های اندازه‌گیری

به صورت سدی در برابر آبهای جاری عمل می‌نماید. در فصل بارندگی با جمع شدن مقدار زیادی آب در پشت جاده، دریاچه مصنوعی ایجاد شده و تمام چاهک‌ها را آب فرا می‌گیرد، ولی بلافاصله بعد از قطع بارندگی به دلیل بالا بودن درجه حرارت منطقه، آب به سرعت تبخیر شده و در تراز واقعی خود قرار می‌گیرد، بنابراین هیدروگراف این چاهک نوسانات بیشتری نسبت به چاهک‌های دیگر نشان می‌دهد که نرمال نیست و تحت شرایط مصنوعی ایجاد شده، قرار دارد. هیدروگراف‌های ۳ و ۴ و ۸ مربوط به رخساره‌های اراضی شخم خورده بوده که بیشترین کمترین افت سطح ایستابی آن منطبق با میزان بارندگی منابع تغذیه کننده می‌باشد، همینطور هیدروگراف‌های ۱، ۲، ۵، ۷، ۹ و ۱۰ طبق شکل ۱ و ۲ تقریباً یکنواخت و یک شکل بوده و تغییرات اندکی که نشان می‌دهند به دلیل متفاوت بودن تخلخل و نفوذپذیری خاک، توپوگرافی و شرایط ژئومورفولوژی منطقه می‌باشد. بنابراین برای اثبات نظریه‌ای که در رخساره‌های مختلف کویر و اراضی پیرامون آن میزان تبخیر متفاوت است، حداقل در این پلایا دلایلی وجود ندارد، بویژه در اراضی دارای پوشش گیاهی منطقه که به دلیل اندک بودن پوشش، تبخیر و تعرق توسط گیاهان قادر به کاهش سطح ایستابی نبوده و بیشترین و کمترین افت سطح آب

پیوستگی خود را از دست بدهند. در چنین شرایطی ذرات نمک به راحتی توسط باد جابجا و پراکنده می‌شوند. بر عکس، رس‌های فشرده در برابر فرسایش بادی مقاومت نموده و در سطح رخساره باقیمانده‌اند.

اصولاً مرز رخساره‌های مختلف منطقه پژوهش، تحت تاثیر آبهای سطحی و بارندگی که مستقیماً در منطقه صورت می‌گیرد، نوسانات سطح ایستابی و تغییرات شرایط اقلیمی و نحوه عملکرد فرسایش، مرزهای آن نسبت به هم در خلال یک سال تغییر کرده و حتی ممکن است بعد از چندین سال رخساره‌ای توسط رخساره دیگر جایگزین شود. از طرفی بر اثر روند خشکسالی که در منطقه حاکم است و فعال بودن منطقه از لحاظ تکتونیک، در سال‌های آینده ممکن است پلایا کاملاً محو شود.

طولانی‌تر باشد این نتایج دقیق‌تر و رابطه نوسانات سطح آب با استقرار پوشش گیاهی مشخص تر خواهد بود. نتیجه دیگری که از این پژوهش به دست آمد، جابجایی رخساره‌ها با توجه به تغییر شرایط اقلیمی است. در تاریخ ۷۸/۲/۲۰ چاهک‌های شماره ۱ و ۶ در رخساره سطوح نمکی - رسی حفر شد که ذرات نمک به سببرای ۱ سانتی‌متر سطح آنرا پوشانده بود و رطوبت آن آنقدر زیاد بود که عبور از آن به سختی انجام می‌گرفت. در تاریخ ۷۹/۲/۲۰ تنها بعد از یک سال در سطح این رخساره اثری از پوسته‌های نمکی وجود نداشت و رطوبت خود را کاملاً از دست داده بود. علت این امر عدم بارندگی و خشکسالی سال ۷۹ می‌باشد، زیرا این پدیده موجب شده است تا آبی که ذرات نمک را به هم متصل می‌کرد در اثر تبخیر از فضای بین بلورهای ریز نمک خارج شده و به هم

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

۱. احتشام زاده افشار، م (۱۳۶۹). گنبد‌های ترکیبی نمک جنوب سمنان (کویر نمک) و مکانیسم تشکیل آنها. مجموعه مقالات سمپوزیوم دی‌پایریسم، سازمان زمین شناسی کشور.
۲. احمدی، ح. و همکاران. ۱۳۷۷. تعیین رابطه رخساره‌های کویری با نوع نمک و میزان رطوبت موجود در خاک (کویر سیاه کوه). مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران معاونت پژوهشی.
۳. آخانی سنجابی، ح. ۱۳۷۲. مقدمه‌ای بر پوشش کویرهای ایران. فصلنامه علمی محیط زیست، دور سوم، شماره ۲.
۴. تمدنی، ق. ۱۳۶۲. نقشه برداری مقدماتی (توپوگرافی). انتشارات دانشگاه تهران.

۵. درویش زاده، ع. ۱۳۷۱. شرایط زمین‌شناسی ایجاد کویرها و بیابانهای ایران، مجموعه مقالات بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری.
۶. درویش زاده، ع. ۱۳۷۰. زمین‌شناسی ایران، انتشارات ندا، ۹۰۱ صفحه.
۷. دیانت نژاد، ح و بهفر، ع. ۱۳۶۶. بررسی‌های بوم‌شناسی گیاهان در محیط‌های شور (ترجمه)، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی، شماره ۲۱.
۸. زحمتکش، ق. ۱۳۷۱. مواد معدنی دارای ارزش اقتصادی در ارتباط با شکل‌گیری مناطق کویری و بیابانی، مجموعه مقالات بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری.
۹. ژ، گوشه وس، بوردنی (ترجمه احمد معتمد، فرامرز پور معتمد)، ۱۳۶۰. زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی و هیدرولوژی زمین‌های شور مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی، نشریه شماره ۱۵.
۱۰. شمسایی، ا. ۱۳۷۶. هیدرولیک جریان آب در محیط‌های متخلخل، جلد دوم، مهندسی آبهای زیرزمینی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
۱۱. علوی پناه، س، ک. ۱۳۷۱. ضرورت منشاء یابی شوری آب و خاک و منبع تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی بالا در پروژه‌های احیاء مناطق شور کویری، مجموعه مقالات مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی.
۱۲. کرینسلی، دانیل (۱۳۵۲)، اهمیت آب و هوای گذشته پلایای ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی کشور.
۱۳. مبین، ص و تریگوبو (۱۳۴۸). راهنمای رویشی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، اقتباس از پایان نامه جواد مقیمی.
۱۴. مقیمی، ج. ۱۳۶۸. بررسی ارتباط بین پوشش گیاهی، شوری خاک و عمق ایستابی اطراف حوض سلطان، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مرتعداری.
15. Hans, Bobek 1959, Features and Formation of Great Kavir and Masile , No.2, Arid Zone Research Center University of Tehran.
16. Kenneth K. Tangi, Editor prepared by the Water Quality Technical Committee of the Irrigation and Drainage Division of the American Society of Civil Engineers.
17. Krinsly D. B. 1970. A geomorphological and paleo climatological study of the playas of Iran. U. S. geological Survey 2. Vols. Washington.
18. R. U. Cooke A. Warren, A. S. Goudie, 1993. Desert geomorphology UCL press limited.
19. Ronald. U. Cooke and Andrew Warren, 1973. Geomorphology in Deserts, Bt. Batsford Ltd London.



## **Study of Shallow Groundwater Table Fluctuations in the Semnan Playa**

**GH. ZAHMATKESH<sup>1</sup>, S. K. ALAVIPANAH<sup>2</sup> AND GH. R. ZEHTABIAN<sup>3</sup>**

**1, 2- Researcher and Assistant Professor, University of Tehran**

**3- Associate Professor, University of Tehran**

**Received for Publication 27 Feb. 2001**

### **ABSTRACT**

Surface and subsurface waters from the regions surrounding Khorian, Melhe, Kabodeh, Arche, Chah Hoseini and Chah Shirin are being drained into a playa located 45 Km south of Semnan. In order to study water table fluctuations in the playa margin, ten pits were dug in different facies of both sides of the salt mine road that goes into the playa. Every month (20<sup>th</sup>-day) water table was measured from a constant point above each pit and hydrograph of each pit was plotted and amount of monthly water table fluctuations was measured and compared with its level in september. It was concluded that water table fluctuation in different facies depends not only on evaporation, but also related to other factors such as soil texture, porosity, permeability, topography, hydrulic gradient, amount of salt, and other hydrology and hydrogeology factors. The results showed that average rise in water table in 10 pits was 6.2 Cm in the month of May. Therefore, May was the best time for cultivation of hydrophyte and halophyte plants that collect their needed water from storage. The average maximum decrease in water table was -8 Cm in November. If this situation continues for several years, November month will be a critical time for hydrophyte and halophyte plants, because of maximum decline in the water table. The average annual amount of water table decline in 10 pits was 6.5 Cm and the volume of water decline in 14 hectare was 455 m<sup>3</sup>. This may indicate that the area was in a dry period.

**Key word:** Evaporation, Playa, Water table level, Hydrograph, Porosity  
Permeability.