

## بررسی وضعیت برداشت از آب زیرزمینی آبخوان دشت همدان - بهار

حامد نوذری<sup>1\*</sup> و عادل زالی<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 91/09/26 تاریخ پذیرش: 92/02/28

<sup>1</sup>- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

<sup>2</sup>- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: [hanozari@yahoo.com](mailto:hanozari@yahoo.com)

### چکیده

دشت همدان - بهار یکی از دشت‌های ممنوعه از نظر حفاری چاه می‌باشد. برداشت‌های بی‌رویه‌ای که در سه دهه گذشته در این دشت صورت گرفته باعث افت شدید سطح ایستابی شده است. لذا در تحقیق حاضر به کمک آمار و اطلاعات مربوط به 2132 حلقه چاه و رشته قنات که طی سالهای 1387 تا 1388 در منطقه، حفاری و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است، میزان برداشت آب از منابع آب زیرزمینی محاسبه شد. سپس با توجه به نوع سیستم آبیاری و همچنین نوع کشت اراضی منطقه، میزان آب برگشتی برآورد گردید پس از تهیه نقشه‌های پراکندگی مکانی بارش به کمک نرم افزار ArcGIS 9.3 و تعیین میزان رواناب حاصل از آن در منطقه، میزان تغذیه آب زیرزمینی محاسبه شد. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تغذیه خالص برای فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب برابر با 96/08، 41/02، 76/01 و 55/8 میلیون مترمکعب و میزان برداشت از سفره آب زیرزمینی نیز به ترتیب 112/6، 143/7، 31/5 و 7/04 میلیون مترمکعب بوده است. در فصل تابستان در 15/27 و 21/69 درصد از مساحت دشت به ترتیب برداشت بیش از پنج برابر تغذیه و بین سه تا پنج برابر تغذیه بود. در فصل بهار در 3/2 و 35/55 درصد از مساحت دشت به ترتیب برداشت بیش از سه برابر تغذیه و برداشت بین یک تا سه برابر تغذیه بوده است. در فصل پاییز در 0/66 و 8/88 درصد از مساحت دشت به ترتیب برداشت بیش از سه برابر تغذیه و برداشت بین یک تا سه برابر تغذیه بود. در فصل زمستان نیز در 0/54 و 2/08 درصد از مساحت دشت به ترتیب برداشت بیش از سه برابر تغذیه و برداشت بین یک تا سه برابر تغذیه بوده است.

واژه‌های کلیدی: تغذیه آب زیرزمینی، دشت همدان - بهار، ArcGIS

## Investigating Groundwater Extraction from the Hamedan-Bahar

### Plain's Aquifer

H Nozari<sup>\*1</sup> and A Zali<sup>2</sup>

Reviewed: 16 December 2012 Accepted: 18 May 2013

<sup>1-</sup> Assist. Prof., Dept. of Water Engin., College of Agric., Univ. Of Hamedan. Iran

<sup>2-</sup> M.Sc. Student, Dept. of Water Eng., College of Agric., Univ. Of Hamedan. Iran

\*Corresponding Author Email: [hanozari@yahoo.com](mailto:hanozari@yahoo.com)

#### Abstract

Hamedan-Bahar plain is one of the groundwater restricted areas. The excessive groundwater extraction has led to significant drop in water table in the past three decades. Therefore, in this study water extraction from groundwater resources was calculated. Then, the amount of groundwater recharge was estimated based on the type of crop and irrigation system. Data from 2132 groundwater wells of Hamedan - Bahar plain during the years 2008 to 2009 was collected. The ArcGIS 9.3 software was also used to find the spatial distribution of rainfall, the amount of runoff and the relevant groundwater recharge rate. The results showed that the groundwater recharge volumes were 96.08, 41.02, 76.01, and 55.8 million cubic meters and also the groundwater extraction volumes of the aquifer were 112.6, 143.7, 31.5, and 7.04 million cubic meters for spring, summer, autumn, and winter, respectively. In summer, the groundwater extraction rates at 15.27 and 21.69 percent of the plain's area were five times and about three to five times more than the groundwater recharge rate, respectively. In spring, the groundwater extraction reate at the 3.2 percent of the plain area was about three times more than the groundwater recharge and the groundwater extraction at 35.55 percent of the plain area was about one to three times more than groundwater recharge. In autumn, the groundwater extraction rates at 0.66 and 8.88 percent of the plain area were three times and about one to three times more than the groundwater recharge rate, respectively. In winter, the groundwater extraction at 0.54 percent of the plain area was three times more than the groundwater recharge and the groundwater extraction at 2.08 percent of the plain area was about one to three times more than the groundwater recharge.

**Keywords:** ArcGIS, Groundwater recharge, Hamedan – Bahar plain.

ایران با قرار گرفتن در کمربند پرفشار جنب حاره‌ای  
از آب و هوایی خشک و نیمه خشک برخوردار است این  
عامل باعث شده که بارش سالانه در کشور ایران حدود

مقدمه

بود که بیانگر تأثیر بیشتر فعالیت‌های انسانی در کاهش دبی رودخانه‌های قره‌چای و مزلقان می‌باشد.

پورمحمدی و همکاران (1390) به ارزیابی و برآورد اجزای بیلان آبی در حوضه‌های مناطق خشک با به کارگیری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی حوضه آبخیز منشاء یزد پرداختند و نشان دادند که بیشتر هدر رفت آب در این حوضه توسط تبخیر و تعرق واقعی صورت می‌گیرد که مقدار آن در سال آبی 85-86 حدود 540 میلی‌متر در سال و هدر رفت به وسیله رواناب و نفوذ، نزدیک به هم و به ترتیب 117 و 125 میلی‌متر در سال بود. آل شیخ و همکاران (1383) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، بیلان آبی دشت تالش را بدست آوردند. نتایج نشان داد که بیشتر مناطق دشت تالش فاقد محدودیت برداشت بوده و توسعه بهره‌برداری در آن توصیه شد. حجتی و بوستانی (1388) با مطالعه بر روی بیلان آب‌های زیرزمینی دشت خیر واقع در شهرستان استهبان به این نتیجه رسیدند که حجم کل تخلیه سالانه (119/11 میلیون متر مکعب) بیشتر از حجم کل تغذیه سالانه (106/30 میلیون متر مکعب) بوده و در نتیجه حجم ذخایر آب‌های زیرزمینی هر سال مقداری کاهش می‌یابد. میانگین افت سطح آب زیرزمینی در دشت خیر 7/08 متر در 10 سال بود. این موضوع نه تنها موجب کاهش منابع آب و آبدهی چاه‌ها شده است، بلکه مشکلات جدی دیگری از جمله هجوم آب‌های شور به آبخوان، خشک شدن چشمه‌ها و نشست زمین، افزایش هزینه‌های پمپاژ و کاهش محصولات کشاورزی در اثر شور شدن آب چاه‌ها را نیز به دنبال داشته است. گنجی خرم دل و همکاران (1387) به منظور بهینه نمودن شبکه پایش، روشی را ارائه کردند که بتوان با دقت مناسب بیلان آب زیرزمینی را تخمین زد. در این روش با استفاده از زمین آمار درجه اهمیت هر چاه مشاهده-ای بررسی گردیده و تأثیر آن در تعیین بیلان آب زیرزمینی به دست آمد. صبوچی و توانا (1386) با

یک سوم بارش سالانه جهان باشد. کاهش این میزان بارندگی، رواناب‌های دائمی و فصلی حاصل از بارندگی‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. بدین ترتیب آب‌های زیرزمینی منبع مهمی جهت تامین آب مصرفی در بخش‌های مختلف اقتصادی، کشاورزی، اجتماعی و شرب مردم این مناطق می‌باشد. حتی در برخی نقاط آب زیرزمینی به‌عنوان تنها منبع آب موجود جهت مصارف شرب و کشاورزی است.

یکی از مشکلات مهم در ارتباط با برداشت بی‌رویه آب از آبخوان‌های زیرزمینی، افت سطح آب و متراکم شدن لایه‌ها و رسوبات لایه است. تراکم لایه بر خصوصیات هیدرودینامیکی سفره تأثیر گذاشته و باعث کاهش نفوذپذیری و افت ضریب ذخیره آن می‌شود. این پدیده علاوه بر ناپایداری زمین موجب کاهش دائمی حجم مخزن و به‌هم خوردن تعادل طبیعی آن نیز می‌گردد. در این صورت لایه آب زیرزمینی از حالت پویا و دینامیک خارج شده و جزو دشت‌های بحرانی قرار می‌گیرد (لشکری‌پور و همکاران 1387). به کمیت درآوردن نرخ تغذیه آب زیرزمینی، یک پیش‌نیاز اساسی برای تخمین بیلان و مدیریت موثر منابع آب زیرزمینی می‌باشد. این موضوع، یک مبحث عمده را در مناطقی که با تقاضای بالا برای مصارف آب زیرزمینی مواجه هستند، تشکیل می‌دهد. به هر حال تعیین میزان تغذیه آبخوان در ارزیابی منابع آب زیرزمینی، یکی از مشکل‌ترین مسائل می‌باشد (سفوکلئوس 1991).

محمدی‌قلعه‌نی و همکاران (1391) تأثیر عوامل اقلیمی بر افت تراز آب زیرزمینی آبخوان دشت ساوه را ارزیابی کردند و نشان دادند که احداث سد ساوه روی رودخانه قره‌چای می‌تواند دلیل اصلی افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان دشت ساوه باشد. در این تحقیق روند تغییرات بارندگی و دبی خروجی حوضه در 3 ایستگاه شاه‌عباسی، رازین و جلاپرتحلیل شد. نتایج نشان‌دهنده روند افزایشی بارندگی و روند کاهشی دبی

منفی به دلیل تبخیر و تعرق توسط پوشش گیاهی ایجاد کرده است.

در دشت همدان - بهار فقدان رودخانه‌های دائمی سبب شده تا درصد برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی از حد مجاز خود تجاوز کند. افزایش بی‌رویه برداشت و کاهش حجم مخازن آب زیرزمینی در این دشت باعث کاهش شدید سطح ایستابی در منطقه شده و مشکلاتی همچون افزایش عمق چاه، افزایش هزینه پمپاژ و کاهش کیفیت آب را به همراه داشته است. با مروری بر تحقیقات صورت گرفته در منطقه ملاحظه شد که بیشتر محققین، منطقه را بصورت یکپارچه در نظر گرفته‌اند (ترنجیان 1388). در حالیکه به منظور بررسی دقیق‌تر و اجرای مدیریت صحیح و مناسب در منطقه، نیاز به بررسی توزیعی و شناسایی مناطق بحرانی موجود در دشت می‌باشد. لذا هدف این مطالعه شناسایی پراکندگی مکانی و زمانی مناطق بحرانی آبخوان دشت همدان - بهار که در آنها میزان حجم برداشت آب بیش از مقدار تغذیه است، می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### موقعیت منطقه

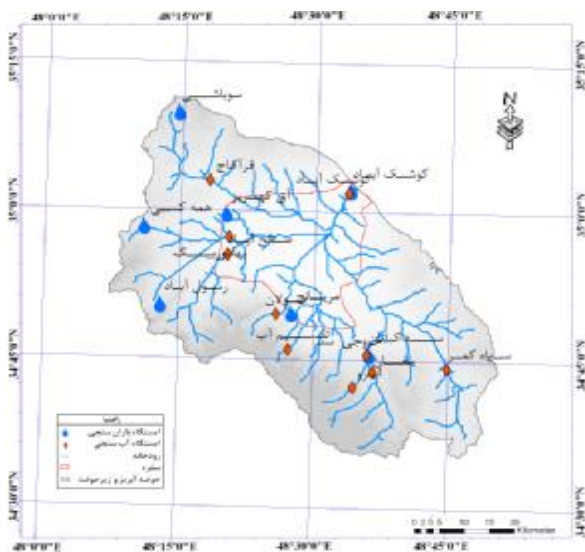
حوضه آبریز دشت همدان - بهار که به سیمینه رود نیز موسوم است با وسعت 2459 کیلومترمربع در دامنه شمالی ارتفاعات الوند واقع شده است. گسترش سطحی سفره اصلی دشت حدود 468 کیلومترمربع می‌باشد. خروجی حوضه در ناحیه شمالی آن واقع و سفره آب زیرزمینی آن با دشت‌های کبودرآهنگ و قهاوند ارتباط هیدروژئولوژیکی دارد. متوسط آمار بارندگی سالانه در دوره آماری 39 ساله براساس داده‌های ایستگاه باران - سنجدی همدان، سداکباتان و آق‌کهریز (بهادر بیگ) 324/3 میلی‌متر می‌باشد. بیشتر رودخانه‌های این حوضه از ارتفاعات جنوبی (کوه‌های الوند) سرچشمه می‌گیرند. این رودخانه‌ها عبارتند از آبشینه، آلوسجرد، عباس‌آباد، مریانج و صالح‌آباد. از ارتفاعات غربی دشت نیز دو

مطالعه بر روی آثار جانبی منفی ناشی از بهره‌برداری بیش از حد منابع آب زیرزمینی دشت لارستان به این نتیجه رسیدند که با کم کردن دبی آب چاه‌های آبیاری از طریق ایجاد محدودیت در مجوز احداث چاه، بخصوص چاه‌های با دبی زیاد، این آثار جانبی منفی کاهش می‌یابد. احداث چاه در جایی از مزرعه که حداقل فاصله را نسبت به حدود زمین زراعی داشته باشد، از مصرف بیش از حد آب و در نتیجه ایجاد آثار جانبی منفی جلوگیری می‌کند. محمدی‌قلعه‌نی و همکاران (1391) با مطالعه بر روی تاثیر خشکسالی بر افت منابع آب همدان نتیجه گرفتند که خشکسالی بر منابع آب‌های سطحی منطقه اثرات تخریبی مستقیم داشته ولی در آب - های زیرزمینی بین کاهش بارش و افت سطح ایستابی ضریب همبستگی معنی دار وجود ندارد. خشکسالی به صورت غیر مستقیم از طریق کاهش تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی از منابع آب سطحی، افزایش برداشت از طریق چاه‌های عمیق (جهت مصارف کشاورزی)، افزایش دما و مقدار تبخیر - تعرق بر منابع آب زیرزمینی موثر می‌باشند.

لیانگ و ژانگ (2012) روش تحلیلی جدیدی را برای برآورد تغذیه و تخلیه آب‌های زیرزمینی پیشنهاد کردند. راه حل مشتق شده با شبیه‌سازی عددی مورد تایید قرار گرفت. از این راه‌حل می‌توان به منظور برآورد تغذیه روزانه<sup>1</sup> (R) و تبخیر و تعرق<sup>2</sup> (ET) نیز برای زهکشی جانبی استفاده کرد. باتلان و اسمت (2007) از سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور ایجاد برقراری تعادل بین تغذیه آب سطحی و زیرسطحی استفاده کردند. آنها نتیجه گرفتند که بسته به گسترش بافت خاک و پوشش زمین مقدار تغذیه سفره آب زیرزمینی الگوی مکانی پیچیده‌ای دارد. علاوه بر این سطح آب‌های زیرزمینی کم عمق در دشت‌های اطراف مشکلات تغذیه

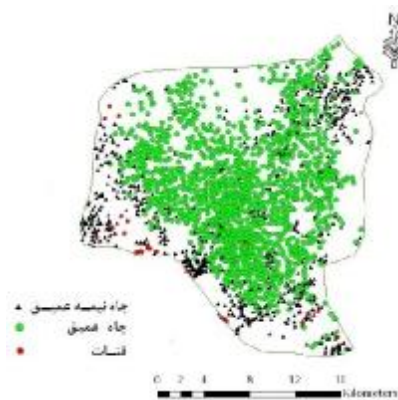
<sup>1</sup> Recharge

<sup>2</sup> Evapotranspiration



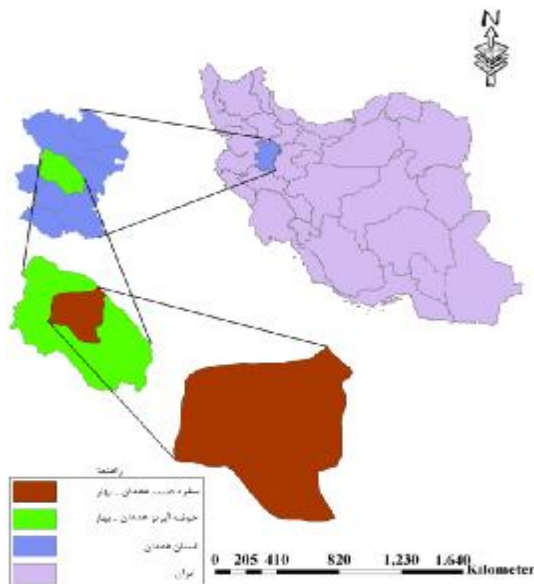
شکل 2- حوضه آبریز همدان - بهار و زیرحوضه‌های اطراف آن.

تعداد کل چاه‌ها و قنات درون دشت 2132 حلقه می باشد که از این تعداد 1392 حلقه چاه عمیق، تعداد 716 حلقه چاه نیمه عمیق و 24 رشته قنات است. موقعیت های مکانی این چاه‌ها در شکل 3 نشان داده شده است. ملاحظه می شود که چاه های عمیق در وسط دشت و چاه های نیمه عمیق و قنات در کناره های دشت قرار دارند که این واقعیت ناشی از ضخامت آبخوان می باشد.



شکل 3- موقعیت چاه‌های در حال بهره برداری دشت همدان - بهار.

جریان سطحی به اسامی بهادریگ و قره آجاج سرچشمه می گیرند. تمامی رودخانه های فوق در قسمت های مرکزی دشت به هم پیوسته و رودخانه اصلی حوضه به نام سیمینه رود را تشکیل می دهند. سیمینه رود در امتداد جنوبی- شمالی جریان یافته و از سمت شمال حوضه از تنگه کوشک آباد خارج می گردد. متوسط دبی دوره آماری 37 ساله این رودخانه 2/56 مترمکعب در ثانیه معادل 78/8 میلیون مترمکعب در سال و متوسط خروجی حوضه در پنج سال اخیر برابر 27/91 میلیون مترمکعب می باشد. دشت همدان- بهار که منطقه مورد مطالعه در این تحقیق است بخشی از حوضه مذکور می باشد و با مساحت 468 کیلومتر مربع بین طول شرقی 17'، 48' تا 33'، 48' و عرض شمالی 34'، 49' تا 02'، 35' واقع شده است. شکل های 1 و 2 موقعیت سفره آب زیرزمینی دشت مورد مطالعه و حوضه آبریز همدان- بهار را نشان می دهد (بی نام 1390).



شکل 1- موقعیت مکانی سفره آب زیرزمینی دشت همدان - بهار.

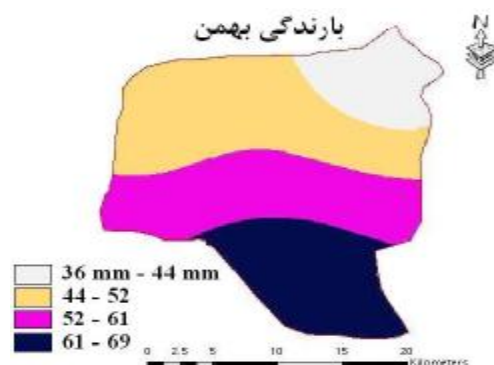
## روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا اطلاعات اولیه مورد نیاز شامل، میزان برداشت آب از چاه‌های موجود در سطح دشت، میزان بارندگی ایستگاه‌های درون و مجاور دشت و همچنین اطلاعات رواناب رودخانه‌های منطقه در مقیاس ماهانه، برای سال آبی 88-87 (به دلیل کامل بودن آمار و اطلاعات) از سازمان جهاد کشاورزی، سازمان هواشناسی و آب منطقه‌ای تهیه گردید. به منظور شناسایی آبراه‌ها، تقسیم‌بندی حوضه و تفکیک زیرحوضه‌ها، از ابزار جانبی ArcHydro13 در محیط ArcGIS 9.3 استفاده شد. لذا با استفاده از مدل مذکور و با توجه به موقعیت مکانی ایستگاه‌های هیدرومتری، حوضه مورد مطالعه به 10 زیر حوضه تقسیم شد. زیرحوضه‌ها به گونه‌ای تعیین شدند که در خروجی آنها ایستگاه هیدرومتری وجود داشته باشد، تا به کمک آمار و اطلاعات جمع آوری شده در آنها بتوان مقدار جریان سطحی ورودی به دشت و خروجی از آن را محاسبه نمود.

## توزیع مکانی و زمانی بارش

در این قسمت به کمک نرم افزار Minitab16.2 نرمال بودن مقادیر بارندگی ایستگاه‌های باران‌سنجی به روش کلموگراف-اسمیرنف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت نرمال نبودن آمار، از روش‌های نرمال‌سازی از جمله روش لگاریتم‌گیری، داده‌ها نرمال و از آنها استفاده شد. در منطقه مورد مطالعه 13 ایستگاه باران‌سنجی وجود دارد که با توجه به آمار و اطلاعات موجود در سال آبی مورد نظر، از میان آنها 7 ایستگاه به عنوان ایستگاه اصلی در داخل محدوده و 4 ایستگاه به عنوان ایستگاه کمکی در خارج از محدوده مطالعاتی انتخاب گردید. در ادامه به کمک نرم‌افزار ArcGis9.3 و با استفاده از روش عکس فاصله وزنی<sup>1</sup> نقشه‌های توزیع مکانی بارندگی به صورت ماهانه و فصلی در سال آبی 88-87 ترسیم شد. شکل 4 نمونه‌ای

از توزیع مکانی بارش بهمن ماه را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل 4- توزیع مکانی بارش دشت همدان - بهار در بهمن ماه 1387.

## میزان رواناب سطحی

با توجه به هدف مطالعه و به کمک آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری درون منطقه و همچنین نقشه‌های توزیع مکانی بارش ماهانه، ضریب رواناب (C) هر کدام از زیرحوضه‌ها مطابق رابطه 1 محاسبه شد.

$$C = \frac{R}{P} \quad [1]$$

در این رابطه R رواناب در خروجی زیر حوضه و P بارندگی روی زیر حوضه می‌باشد.

## میزان برداشت

به منظور ترسیم نقشه برداشت آب از سفره آب زیرزمینی، ابتدا اطلاعات مربوط به چاه‌های درون دشت در محیط ArcGis9.3 تعریف و به کمک روش تیسن، محدوده هر چاه ترسیم گردید (شکل 5). پس از آن نقشه برداشت آب در منطقه مورد مطالعه تهیه شد.

## میزان تغذیه

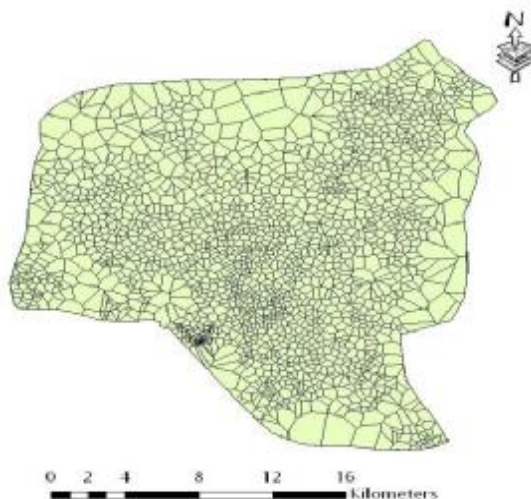
تغذیه آب زیرزمینی از طریق سه منبع اصلی بارش، آبیاری اراضی کشاورزی و ورود آب زیرزمینی مناطق مجاور به دشت، صورت می‌گیرد. لذا به منظور تهیه نقشه تغذیه آب زیرزمینی از طریق بارش، ابتدا به کمک روش‌های زمین‌آمار، پراکنندگی مکانی بارش دشت

<sup>1</sup> Inverse distance weights

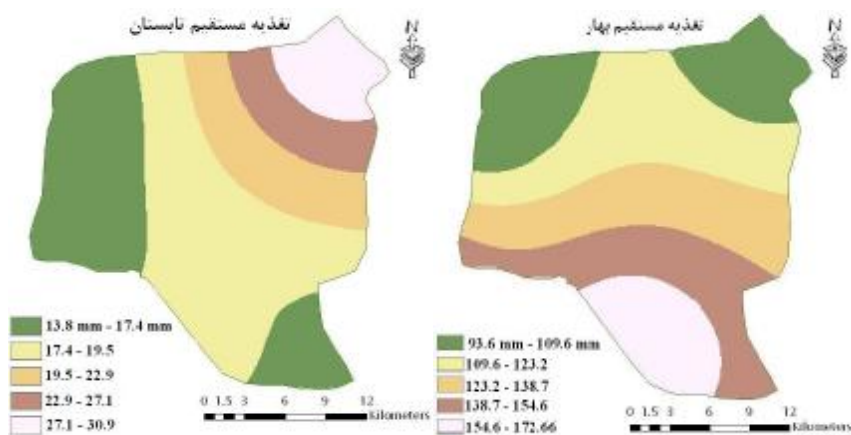
می‌گیرد. پس از بررسی‌های اولیه و مطالعه تحقیقات مختلف در منطقه، حجم آب برگشتی به سفره با توجه به نوع بافت خاک منطقه برای آبیاری تحت فشار 15 درصد و برای آبیاری غرقابی، نشتی و غیره 30 درصد از حجم آب برداشت شده در نظر گرفته شد (ترنجیان 1388). بدین ترتیب با توجه به روش آبیاری و همچنین به کمک مقادیر برداشت آب از چاه‌های درون دشت جهت آبیاری، می‌توان میزان آب برگشتی به درون سفره را تعیین نمود. شکل 7 پراکنندگی مکانی مقدار آب برگشتی به سفره آب زیرزمینی دشت مذکور را برای فصول مختلف سال نشان می‌دهد.

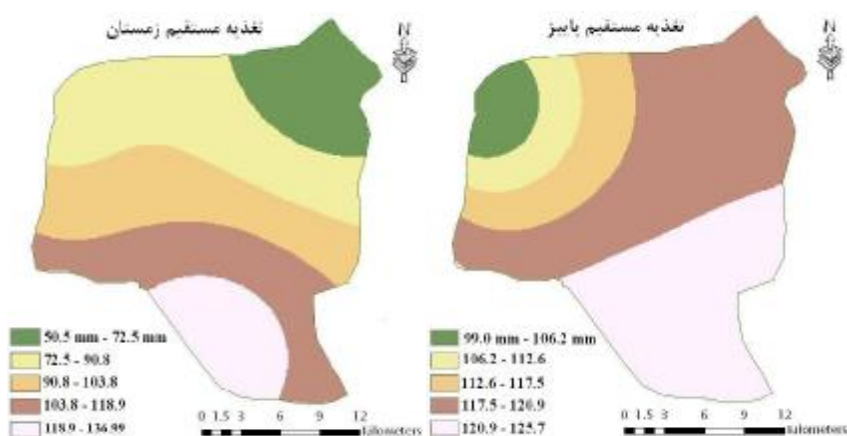
مذکور برای ماه‌های مختلف سال ترسیم شد. فرض شد که تغییر در رطوبت خاک از سطح خاک تا سطح ایستابی وجود ندارد. سپس با استفاده از ضریب رواناب محاسبه شده برای هر زیرحوضه و محاسبه اختلاف بارش و رواناب  $(P - R)$ ، میزان تغذیه مستقیم آبخوان توسط بارش ماهانه محاسبه و ترسیم گردید. شکل 6 پراکنندگی مکانی تغذیه مستقیم از طریق بارش را برای فصل‌های مختلف در دشت مذکور نشان می‌دهد.

همان‌طور که اشاره شد، بخشی از تغذیه آب زیرزمینی از طریق آبیاری اراضی کشاورزی صورت

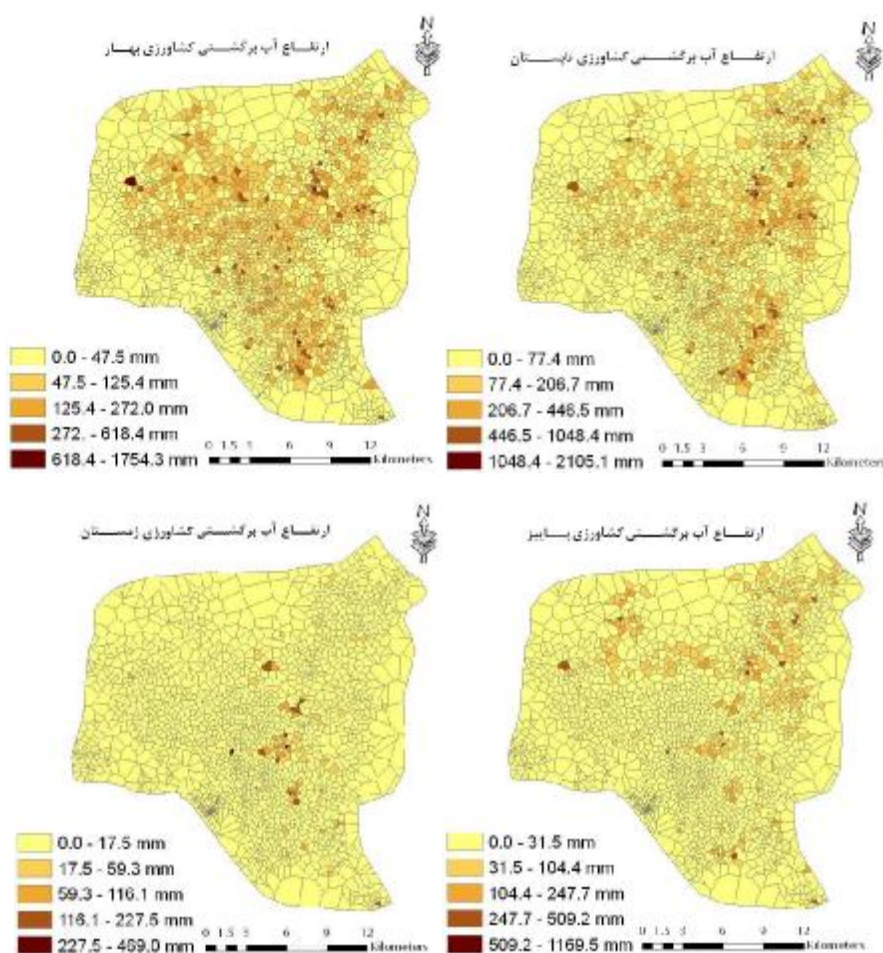


شکل 5- محدوده چاه‌های درون منطقه به کمک پلیگون‌های تیسن.





شکل 6- پراکندگی مکانی و زمانی تغذیه مستقیم از طریق بارش در دشت همدان - بهار.



شکل 7- پراکندگی مکانی و زمانی آب برگشتی کشاورزی به سفره آب زیرزمینی در دشت همدان - بهار.

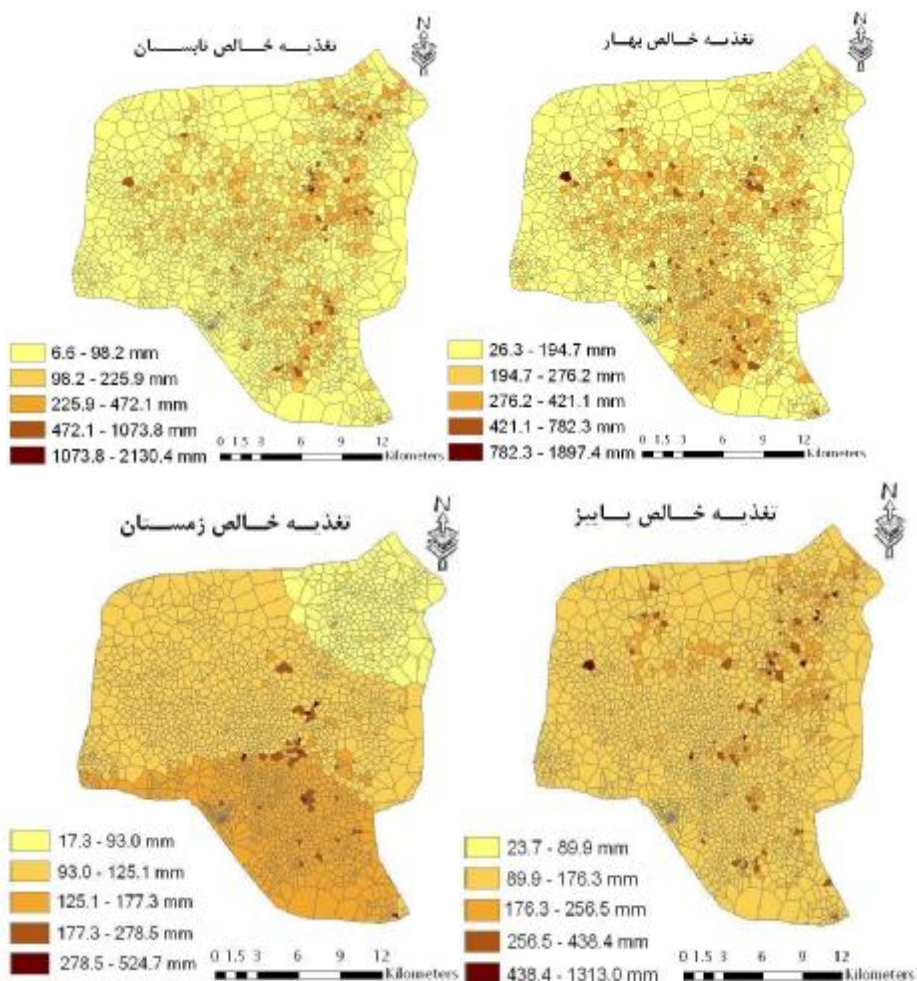
زمستان از مناطق مجاور برابر با 22/84، 3/16، 23/17 و 17/26 میلی‌متر می‌باشد (ترنجیان 1388). در نهایت

همچنین در منطقه مورد مطالعه میزان ورودی آب زیرزمینی به ترتیب در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و



با یکدیگر ترکیب و نقشه تغذیه خالص آب زیرزمینی برای فصل‌های مختلف ترسیم شد (شکل 8).

لایه‌های مربوط به مقادیر آب برگشتی، جریان ورودی آب زیرزمینی از مناطق مجاور و تغذیه مستقیم (P - R)،



شکل 8- پراکنندگی مکانی و زمانی تغذیه خالص آب زیرزمینی در دشت همدان - بهار.

برابر با 48/1، 63/8، 14/5 و 2/4 میلی‌متر است که معادل 22/52، 29/86، 6/79 و 1/11 میلیون مترمکعب می‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت که میزان آب برگشتی کشاورزی در فصل بهار و تابستان بدلیل افزایش میزان آب مصرفی، بیشتر از فصل‌های پاییز و زمستان می‌باشد.

با توجه به نقشه‌های تغذیه خالص آب زیرزمینی در شکل 8 این مقادیر برای فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب برابر با 205/3، 88/03، 168/4 و

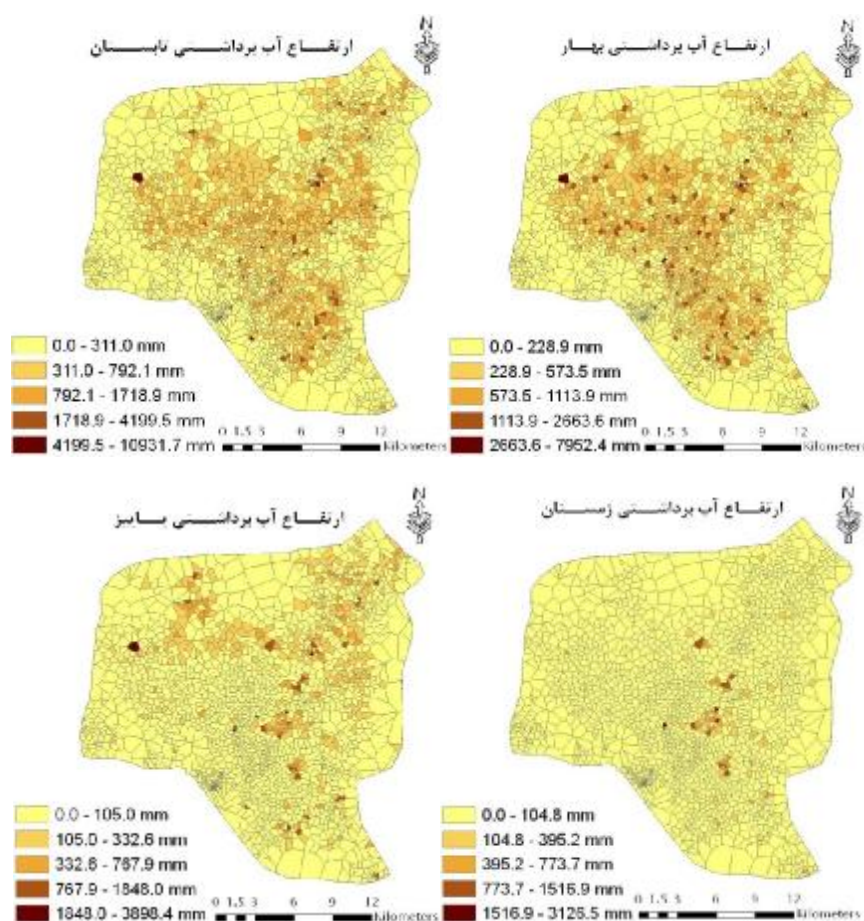
## نتایج و بحث

با توجه به شکل 6 میزان تغذیه مستقیم از طریق بارندگی برای فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان بترتیب برابر با 13/34، 2/05، 12/3 و 10 میلی‌متر است که معادل 6/24، 0/962، 5/765 و 4/62 میلیون مترمکعب می‌باشد. ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار در فصل بهار و کمترین آن در فصل تابستان می‌باشد. همچنین میزان آب برگشتی کشاورزی مطابق شکل 7 برای فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب

زیرزمینی ترسیم شد (شکل 9). مقادیر برداشت از سفره آب زیرزمینی در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب 240/6، 307/05، 67/3 و 16/04 میلی‌متر است که معادل با 112/6، 143/7، 31/5 و 7/04 میلیون مترمکعب می‌باشد. با توجه به اینکه عمده سطح زیر کشت در دشت مورد مطالعه بهاره و تابستانه می‌باشد، لذا بیشترین مقدار برداشت آب از سفره آب زیرزمینی نیز در این دو فصل می‌باشد.

119/23 میلی‌متر معادل با 96/08، 41/02، 76/01 و 55/8 میلیون مترمکعب می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین میزان تغذیه خالص در فصل بهار صورت می‌گیرد. زیرا علاوه بر حجم بالای آب برگشتی به سفره، بیشترین میزان بارش نیز در این فصل اتفاق می‌افتد.

در این قسمت به کمک مقادیر برداشت از چاه‌های درون منطقه، نقشه ارتفاع برداشت از سفره آب



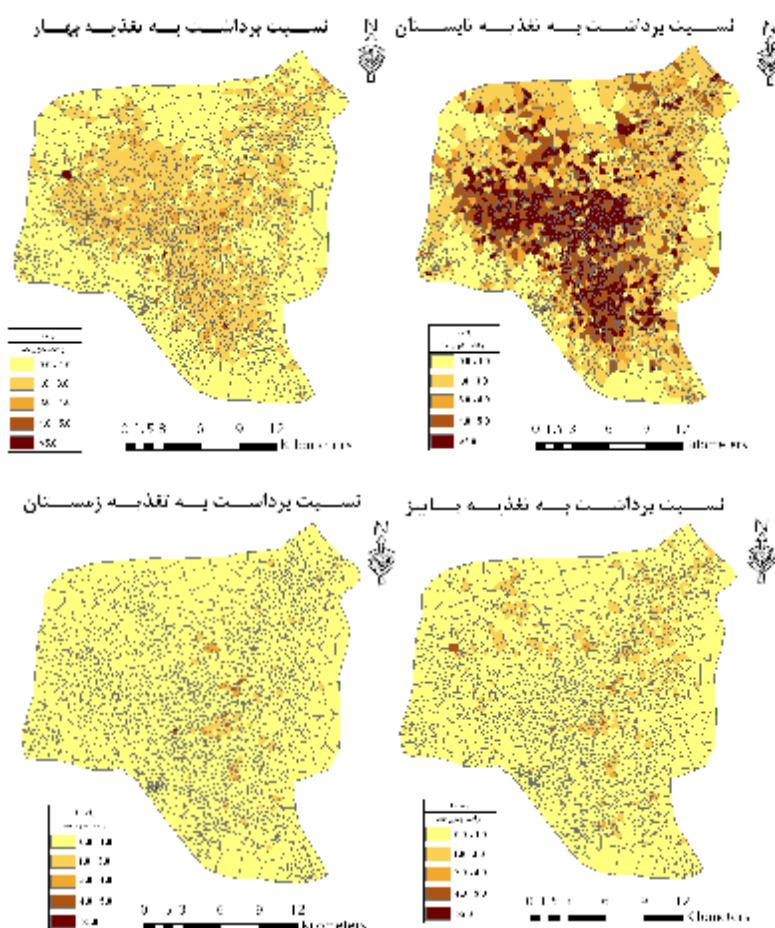
شکل 9- پراکندگی مکانی و زمانی برداشت از سفره آب زیرزمینی در دشت همدان - بهار.

توان گفت در فصل تابستان در 552 حلقه چاه، برداشت بیش از پنج برابر تغذیه، در 582 حلقه چاه برداشت بین سه تا پنج برابر تغذیه بوده و در 700 حلقه چاه میزان

در این مرحله نقشه‌های نسبت برداشت به تغذیه مطابق با شکل 10 ترسیم و بحرانی‌ترین نقاط از لحاظ زمانی و مکانی تعیین گردید. با توجه به این شکل می

تغذیه، 285 حلقه چاه بین 1 تا 3 برابر تغذیه و 1806 حلقه چاه برداشت کمتر از یک برابر تغذیه می‌باشد که 0/66، 8/88 و 90/46 درصد از مساحت دشت را شامل می‌شوند. در فصل زمستان نیز در 30 حلقه چاه برداشت بیش از سه برابر تغذیه، 89 حلقه چاه بین 1 تا 3 برابر تغذیه و 2013 حلقه چاه برداشت کمتر از یک برابر تغذیه می‌باشد که 0/54، 2/08 و 97/38 درصد از مساحت دشت را شامل می‌شوند.

برداشت بین یک تا سه برابر تغذیه است. در 298 حلقه چاه برداشت کمتر از یک برابر تغذیه می‌باشد که به ترتیب 15/27، 21/69، 36/8 و 26/24 درصد از مساحت دشت را شامل می‌شود. در فصل بهار در 149 حلقه چاه برداشت بیش از سه برابر تغذیه، 1029 حلقه چاه برداشت بین 1 تا 3 برابر تغذیه و 954 حلقه چاه برداشت کمتر از یک می‌باشد که به ترتیب 3/2 و 35/55 و 61/25 درصد از مساحت دشت را شامل می‌شود. در فصل پاییز در 41 حلقه چاه برداشت بیش از سه برابر



شکل 10- پراکندگی مکانی و زمانی نسبت برداشت به تغذیه آب زیرزمینی در دشت همدان - بهار.

شاخص بصورت سالانه برای سال آبی 87-88 مطابق شکل 11 ترسیم گردید. با توجه به این شکل پس از

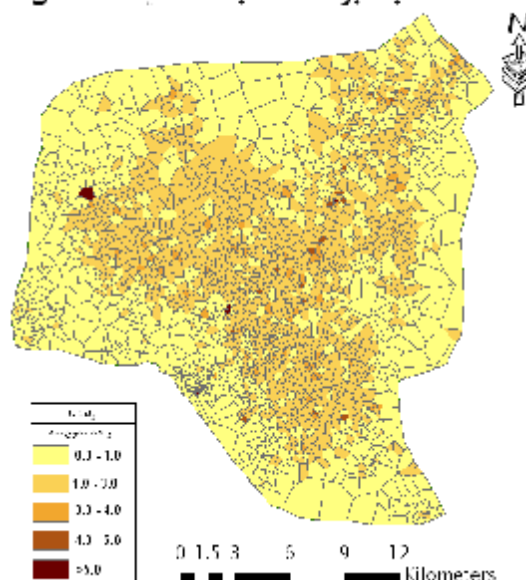
پس از بررسی تغییرات مکانی نسبت برداشت به تغذیه در فصل‌های مختلف، نقشه پراکندگی مکانی این

سال آبی 87-88 ترسیم گردید. تغییرات تراز آب زیرزمینی و حجم‌های برداشت و تغذیه نشان می‌دهد که در فصل‌های پاییز و زمستان سطح آب زیرزمینی منطقه افزایش نسبی داشته است. استحصال نسبتاً زیاد آب در فصل‌های بهار و تابستان نیز، با توجه به کشت بهاره و تابستانه در منطقه، بطور کلی باعث کاهش سطح آب زیرزمینی می‌شود که با نتایج گزارش وضعیت آب منطقه‌ای استان همدان در منطقه مورد مطالعه همخوانی دارد (بی نام 1390). بررسی‌ها نشان داد که عمده محصول کشت شده در مکان‌هایی که بحرانی شناخته شدند، سیب زمینی است. بطوری‌که 71/01 درصد از چاه‌هایی که در فصل تابستان میزان برداشت آنها بیش از 5 برابر تغذیه بوده است و همچنین 74/5 درصد از چاه‌هایی که در فصل بهار میزان برداشت آنها بیش از 3 برابر تغذیه بوده است جهت آبیاری این گیاه استفاده می‌شود. این شرایط در حالی است که بر اساس آمار جهاد کشاورزی استان همدان در سال آبی 87-88 حدود 22/23 درصد از سطح دشت مربوط به کشت سیب‌زمینی بوده است (بی- نام 1388). لذا می‌توان با جایگزینی گیاهان مناسب و یا تغییر مکان کشت سیب زمینی، بخشی از مشکلات منطقه را مرتفع نمود. بلالی و همکاران (1389) نیز به سهم بالای سیب زمینی در کاهش سطح آب دشت همدان بهار اشاره کرده و جایگزینی آن با کلزا را به عنوان یک راهکار موثر در بهره برداری بهینه از منابع آب معرفی کرده‌اند. همچنین باریکانی و همکاران (1390) اذعان داشتند که با توجه به محدودیت برداشت از منابع آب زیرزمینی، لازم است تا تغییری در الگوی کشت منطقه صورت پذیرد.

از طرفی، نتایج نشان داد تغییرات درون‌سالی تراز سطح ایستابی منطقه زیاد و نسبت برداشت به تغذیه بسیار متفاوت است، اما بطور کلی میزان تغذیه خالص در طول سال آبی 268/91 میلیون متر مکعب و میزان برداشت آب 294/84 میلیون متر مکعب می‌باشد.

پایان سال، در 104 حلقه چاه برداشت بیش از سه برابر تغذیه، در 1087 حلقه چاه برداشت بین 1 تا 3 برابر تغذیه و در 941 حلقه چاه برداشت کمتر از یک برابر تغذیه می‌باشد که 1/85، 37/07 و 61/08 درصد از مساحت دشت را شامل می‌شوند. این میزان اختلاف در برداشت و تغذیه، باعث کاهش 25/93 میلیون مترمکعب آب زیرزمینی از سفره دشت همدان - بهار می‌شود که معادل با 55/39 میلی‌متر در سطح دشت می‌باشد.

### نسبت برداشت به تغذیه سال



شکل 11- پراکندگی مکانی نسبت برداشت به تغذیه آب زیرزمینی در دشت همدان - بهار.

### نتیجه‌گیری کلی

مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی و حفظ آنها نیازمند وجود داده‌هایی در زمینه موقعیت، مقدار و پراکنش میزان برداشت آب از سفره آب زیرزمینی است. هدف از انجام این پژوهش نیز بررسی چگونگی تغییرات مکانی برداشت آب زیرزمینی دشت همدان بهار و تغییرات پهنه‌بندی آن در فصل‌های مختلف سال، با توجه به میزان تغذیه سفره بود. لذا نقشه‌های تغییرات مکانی تغذیه و برداشت و نقشه پراکنش "نسبت برداشت به تغذیه آب زیرزمینی" در فصل‌های مختلف

روند کاهش سطح آب زیرزمینی در منطقه همدان - بهار می‌باشد و لازم است تا با یک مدیریت صحیح و نظارت دقیق بر نحوه برداشت آب زیرزمینی از طریق چاه‌هایی که شرایط آنها بحرانی تشخیص داده شد، تعادلی بین تغذیه و برداشت ایجاد نمود. در غیر این صورت، برداشت آب به میزان مشابه باعث افت بیشتر سطح ایستابی خواهد شد و در آیند باید شاهد از بین رفتن این منبع ارزشمند باشیم.

بنابراین، میزان اختلاف 25/93 میلیون متر مکعب بوده و باعث کاهش 55/39 میلی‌متری تراز سفره آب زیرزمینی می‌شود. این در حالی است که شرکت آب منطقه‌ای استان همدان، میزان متوسط کسری مخزن منطقه مذکور را برای یک دوره 17 ساله (از سال 1370 الی 1387) برابر 16/38 میلیون متر مکعب در سال و میزان کاهش سطح آب زیرزمینی منطقه را در سال آبی 91-1390 نسبت به سال آبی قبل برابر 70 میلی‌متر گزارش نموده است (بی‌نام 1391). لذا نتایج حاکی از

#### منابع مورد استفاده

- آل شیخ‌ع، همراه م، هلالی ح و فاتحی ع، 1383. کاربرد GIS در بیان منابع آب زیرزمینی دشت تالش. نشریه علوم جغرافیایی، جلد 3، شماره 3 و 4. صفحه‌های 99 تا 118.
- باریکانی ا، احمدیان م و خلیلیان ص، 1390. بهره‌برداری بهینه پایدار از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی: مطالعه موردی زیربخش زراعت دشت قزوین. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 25، شماره 2. صفحه‌های 262 - 253.
- بلالی ح، خلیلیان ص و احمدیان م، 1389. بررسی نقش قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی بر تعادل منابع آب زیر زمینی. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 24، شماره 2. صفحه‌های 185 - 194. بی‌نام، 1388. کتابچه برگزیده آمار پایه‌ای. سازمان جهاد کشاورزی، همدان.
- بی‌نام، 1390. سالنامه آماری شرکت سهامی آب منطقه‌ای، همدان.
- بی‌نام، 1391. سالنامه آماری شرکت سهامی آب منطقه‌ای، همدان.
- پورمحمدی س، دستورانی م، چراغی س‌ع، مختاری مح و رحیمیان مح، 1390. ارزیابی و برآورد اجزای بیلان آبی در حوضه‌های مناطق خشک با به کارگیری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی: حوضه آبخیز منشا یزد. مجله آب و فاضلاب، شماره 3. صفحه‌های 99 تا 108.
- ترنجیان ا، 1388. بررسی مکان‌های آسیب‌پذیر به آلودگی در سفره‌های آب زیرزمینی دشت همدان - بهار با استفاده از GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان.
- حجتی س‌م و بوستانی ف، 1388. مدیریت پایدار آبخوان دشت خیر استهبان با استفاده از بیلان آب زیر زمینی. فصلنامه جغرافیای طبیعی سال دوم، شماره 6. صفحه‌های 57 تا 72.
- صبحی م و توانا ح، 1386. بررسی آثار جانبی منفی ناشی از بهره‌برداری بیش از حد منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی شهرستان لارستان). مجله علوم و صنایع کشاورزی. صفحه‌های 67 تا 77.
- لشکری‌پور غ‌م، غفوری م و رستمی‌بارانی ح، 1387. بررسی علل تشکیل شکاف‌ها و فرونشست زمین در غرب دشت کاشمر. مطالعات زمین شناسی جلد 1، شماره 1. صفحه‌های 95 تا 111.
- گلمحمدی گ، معروفی ص و محمدی ک، 1386. منطقه‌ای نمودن ضریب رواناب در استان همدان با استفاده از روش‌های زمین‌آماری GIS. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره 46. صفحه‌های 501 تا 514.

گنجی خرم‌دل ن، محمدی ک و منعم م، 1387. بهینه‌سازی شبکه چاه‌های مشاهده‌ای برای تخمین بیلان با روش نوسان دوگانه سطح آب زیرزمینی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد 22، شماره 2. صفحه‌های 358 تا 370.

محمدی قلعه‌نی م، ابراهیمی ک و عراقی‌نژاد ش، 1391. ارزیابی تاثیر عوامل اقلیمی بر افت منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: آبخوان دشت ساوه). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد نوزدهم، شماره 4. صفحه‌های 189 تا 201.

Batelaan O, Smedt F De, 2007. GIS-based recharge estimation by coupling surface subsurface water balances. *Journal of Hydrology* 337: 337–355.

Liang X, Zhang Y K, 2012. A new analytical method for groundwater recharge and discharge estimation. *Journal of Hydrology* 450: 17–24.

Sophocleous M A, 1991. Combining the soil water balance and water-level fluctuation methods to estimate natural ground water recharge: practical aspects. *Journal of Hydrology* 124: 229-241.