



ISSN 2345 - 5012

Available online at: [www.waterdevelop.com](http://www.waterdevelop.com)**IBWRD**

International Bulletin of Water Resources &amp; Development

Vol. (III)– No. (02)- S.N. (10)- Autumn 2015

10<sup>th</sup> Article– P. 114-120

TCSN: 40972863

## Investigation of Environmental Hazards due to Groundwater Withdrawal: A Case Study of Ardabil Plain

Mohammad Hasan Heidarian<sup>1\*</sup>, Fazel Khaleqi<sup>2</sup>, Behzad Haj Alilou<sup>3</sup>, Abdol-Reza Kaboli<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Expert, Department of Basic Studies of Water Resources, Tehran Regional Water Authority, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Assistance Professor, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran (fazel\_khaleghi@iaut.ac.ir)

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Geosciences, Payam Noor University of Tabriz, Tabriz, Iran (Bhalilou@pnu.ac.ir)

<sup>4</sup> Expert, Department of Basic Studies of Water Resources, Golestan Regional Water Authority, Gorgan, Iran (kaboli1355@yahoo.com)

\* Corresponding Author (mhh1978@yahoo.com)

Article History	Received: Mar. 17, 2014	Reviewed: Mar. 29, 2014
Revised: Apr. 03, 2014	Accepted: Apr. 12, 2014	Published: Sep. 16, 2015

### Abstract

In most parts of our country groundwater is the only source of water supply. During two last decades groundwater withdrawal changes hydrology cycle and has been creating numerous environmental hazards. In this paper, hazards related to groundwater depletion in Ardabil plain have been described. During last 15 years, indiscriminate discharge from alluvial aquifer of Ardabil plain and increasing 40% of the number of wells have caused decreasing of 8.22 meters of water table, decreasing 22% of wells yield and increasing of 46.7% groundwater salinity. Due to groundwater depletion and presence of inter layers of sand-gravel and clay-silt, there is the possibility of land subsidence in this plain. Inter basin water transformation (from upstream of Sefidrood river), filling illegal wells and artificial recharge are operation guidelines to prevent the increasing trend in the groundwater depletion in Ardabil plain.

**Keywords:** Environmental Hazards, Groundwater Depletion, Ardabil

بررسی مخاطرات محیطی ناشی از افت سطح آب زیرزمینی، مطالعه موردی: دشت اردبیل

محمد حسن حیدریان<sup>۱</sup>، فاضل خالقی<sup>۲</sup>، بهزاد حاج علیلو<sup>۳</sup>، عبدالرضا کابلی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای تهران، تهران، نگارنده رابط (Mhh1978@yahoo.com)

<sup>۲</sup> استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، تبریز (fazel\_khaleghi@iaut.ac.ir)

<sup>۳</sup> دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مرکز تبریز، تبریز (Bhalilou@pnu.ac.ir)

<sup>۴</sup> کارشناس دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای گلستان، گرگان (kaboli1355@gmail.com)

تاریخ داوری: ۱۳۹۳/۰۱/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۶

تاریخچه انتشار مقاله

تاریخ انتشار: ۱۳۹۴/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۲۳

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۳/۰۱/۱۴

### چکیده

در بیشتر نقاط ایران، آب زیرزمینی تنها منبع تأمین نیازهای آبی است. طی دو دهه اخیر افت سطح آب زیرزمینی، چرخه هیدرولوژی را تغییر داده و مخاطرات محیطی متعددی را ایجاد کرده است. در این پژوهش، مخاطرات ناشی از تخلیه آب زیرزمینی در دشت اردبیل تشریح شده است. طی ۱۵ سال اخیر برداشت بی‌رویه از آبخوان آبرفتی دشت اردبیل و افزایش ۴۰ درصدی تعداد چاه‌ها، باعث افت سطح آب زیرزمینی به میزان ۸/۲۳ متر و کاهش ۲۲ درصدی آبدهی چاه‌ها و افزایش شوری آب زیرزمینی به میزان ۴۶/۷ درصد شده است. با توجه به افت شدید سطح آب زیرزمینی و وجود میان‌لایه‌های ماسه‌ای-شنی و رسی-سیلتی، در آینده احتمال وقوع پدیده فرونشست در این دشت وجود دارد. انتقال آب بین حوزه‌ای (از سرشاخه‌های رودخانه سفیدرود)، پر کردن چاه‌های غیر مجاز و تغذیه مصنوعی از راهکارهای عملیاتی برای جلوگیری از افزایش افت سطح آب زیرزمینی در دشت اردبیل است.

## ۱. مقدمه

چاه‌های عمیق و نیمه عمیق به علت خشکسالی‌های چند سال اخیر و تأسیس چاه‌های جدید موجب کاهش تدریجی منابع آب، افت سطح آب، شور و لم یزرع شدن مزارع، خشک شدن بسیاری از چاه‌ها و در نتیجه نشست سطح زمین در اراضی جنوب غربی دشت تهران شده است (تردست و همکاران، ۱۳۹۰). اثرات نامطلوب افت بیش از ۳۴ متری سطح آب زیرزمینی در دشت ورامین باعث خشک شدن ۲۶۰ رشته قنات، کاهش آبدهی چاه‌ها با وجود افزایش تعداد آن‌ها، افزایش میزان شوری آب زیرزمینی، ریزش دیواره چاه‌ها، کج شدن لوله جدار چاه‌های بهره‌بردار، ایجاد ترک در ساختمان‌ها، ایجاد شکاف در زمین‌های کشاورزی و وقوع پدیده نشست سطح زمین در اراضی شمالی و جنوبی دشت ورامین شده است (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۱). در دشت اردبیل نیز برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی باعث ایجاد مخاطرات محیطی از جمله کاهش آبدهی منابع آب زیرزمینی، افت شدید سطح آب زیرزمینی و کاهش کیفیت مخزن آب زیرزمینی موجود در این دشت شده است. این موضوع پژوهش حاضر مورد بحث قرار گرفته و راهکارهای عملیاتی به منظور جلوگیری از پیشرفت آن پیشنهاد شده است.

## ۲. منطقه مورد مطالعه

دشت اردبیل در شمال غربی کشور بین طول جغرافیایی ۰۵' ۳۸° تا ۰۵' ۳۸° شمالی و عرض جغرافیایی ۱۰' ۴۸° تا ۰۴' ۴۸° شرقی واقع شده است (شکل ۱). این دشت به صورت یک افتادگی است که توسط ارتفاعات مشرف بر آن محدود می‌شود و تنها خروجی آن رودخانه قره‌سو است. در واقع این دشت، درون کوهساری و متشکل از نهشته‌های رودخانه بالخلوچای، قره‌سو و سرشاخه‌های آن است. این دشت از شرق به رشته‌کوه‌های تالش و از غرب به ارتفاعات سبلان محدود می‌شود. سنگ کف در این دشت در اکثر نقاط از نوع رسوبات نفوذناپذیر رسی یا ماری است. بر اساس یافته‌های حاصل از حفاری چاه‌های اکتشافی و پیزومتری در این دشت، آبخوان آبرفتی به صورت مختلط،

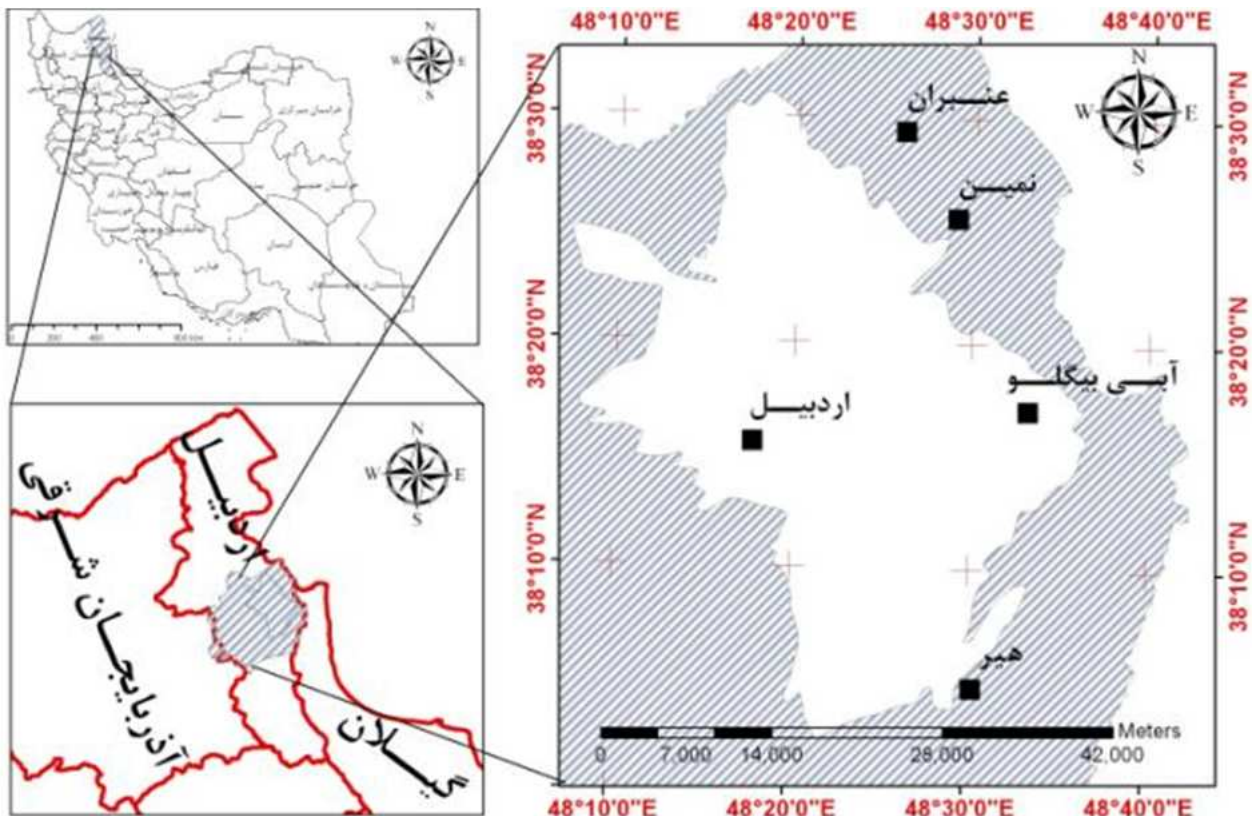
رشد فزاینده جمعیت و افزایش تقاضای آب سبب بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب سطحی و زیرزمینی و به تبع آن کمبود شدید آب در بیشتر مناطق کشور شده است. در این راستا آب زیرزمینی به‌عنوان یک منبع استراتژیک و قابل دسترس، نقش مهمی را در تأمین مصارف مختلف شرب، صنعت و کشاورزی ایفا می‌کند.

بهره‌برداری زیاد از آب‌های زیرزمینی در بیشتر دشت‌های کشور موجب افت شدید سطح آب زیرزمینی شده است (Unesco, 1984). از مخاطرات محیطی افت زیاد سطح آب زیرزمینی می‌توان به وقوع پدیده فرونشست یا حرکت رو به پایین سطح زمین، خشک شدن قنات و کاهش آبدهی منابع آب زیرزمینی اشاره کرد.

پدیده انسانزاد نشست زمین ناشی از استخراج سیالات درون زمین همانند گاز، آب و نفت است که در دهه‌های اخیر در بیشتر نقاط جهان همانند کالیفرنیا (Colazas and Strehle, 1995)، ونزوئلا (Finol and Sancevic, 1995) و غیره مشاهده شده است. در دشت رفسنجان افت ۱۷ متری سطح آب و ۵ برابر شدن حجم آب مصرفی در این دشت باعث وقوع پدیده فرونشست زمین و ایجاد ترک در ساختمان‌ها، شکاف در زمین‌های کشاورزی و شکسته شدن لوله جدار چاه‌ها شده است (رهنما و فراهم کاظمی، ۱۳۸۵). افت ۴۰ متری سطح آب زیرزمینی در دشت مشهد باعث خشک شدن لایه اشباع آبخوان و ایجاد فرونشست زمین و شکستگی‌های عمقی و طولی در مزارع کشاورزی، جاده‌ها و راه‌های ارتباطی شده است (رهنما و همکاران، ۱۳۸۶). بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی دشت شبستر - صوفیان برای تأمین نیازهای آبی منطقه به ویژه کشاورزی و همچنین کاهش نزولات جوی و خشکسالی‌ها در سال‌های اخیر باعث افت سطح آب زیرزمینی به میزان ۸/۵۷ متر در این دشت شده و از تبعات نامطلوب این افت، وقوع پدیده فرونشست در اراضی جنوب دشت گزارش شده است (زینالی و همکاران، ۱۳۸۸). حفر

متر مکعب آن در بخش شرب و مابقی در بخش صنعت مصرف می‌شود. حجم آب مصرفی از منابع آب زیرزمینی (چاه و قنات) ۱۶۸/۵۹ میلیون متر مکعب در سال و از منابع آب سطحی (چشمه، نهر و موتور پمپ) ۹۳/۲۳ میلیون متر مکعب در سال است (شرکت آب منطقه‌ای اردبیل، ۱۳۹۰).

یعنی در برخی نواحی به صورت آزاد و در برخی مناطق به صورت محبوس یا نیمه محبوس تشکیل شده است. ضخامت رسوبات آبخوان آبرفتی بین ۱۰ تا ۱۸۰ متر متغیر است. حجم کل آب مصرفی در سطح دشت اردبیل و ارتفاعات مشرف بر آن، ۲۶۱/۸۲ میلیون متر مکعب در سال است که ۲۱۷/۷۵ میلیون متر مکعب از آن در بخش کشاورزی، ۳۵/۴۸ میلیون



شکل ۱. موقعیت دشت اردبیل در ایران و استان اردبیل.

۱۳۷۴-۷۵ تا ۱۳۸۹-۹۰) و نقشه هم‌تغییرات سطح آب زیرزمینی مربوط به دوره ۱۵ ساله مذکور با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS10 ترسیم شد. علاوه بر این با استفاده از آنالیز شیمیایی شبکه انتخابی کیفی موجود در دشت اردبیل و با بهره‌گیری از نرم‌افزار یاد شده، کموگراف آبخوان آبرفتی و نقشه هم‌تغییرات محتوی شوری آب زیرزمینی دشت اردبیل طی دوره ۱۱ ساله (۱۳۷۹-۹۰) تهیه و تجزیه و تحلیل شد.

#### ۴. یافته‌ها و بحث

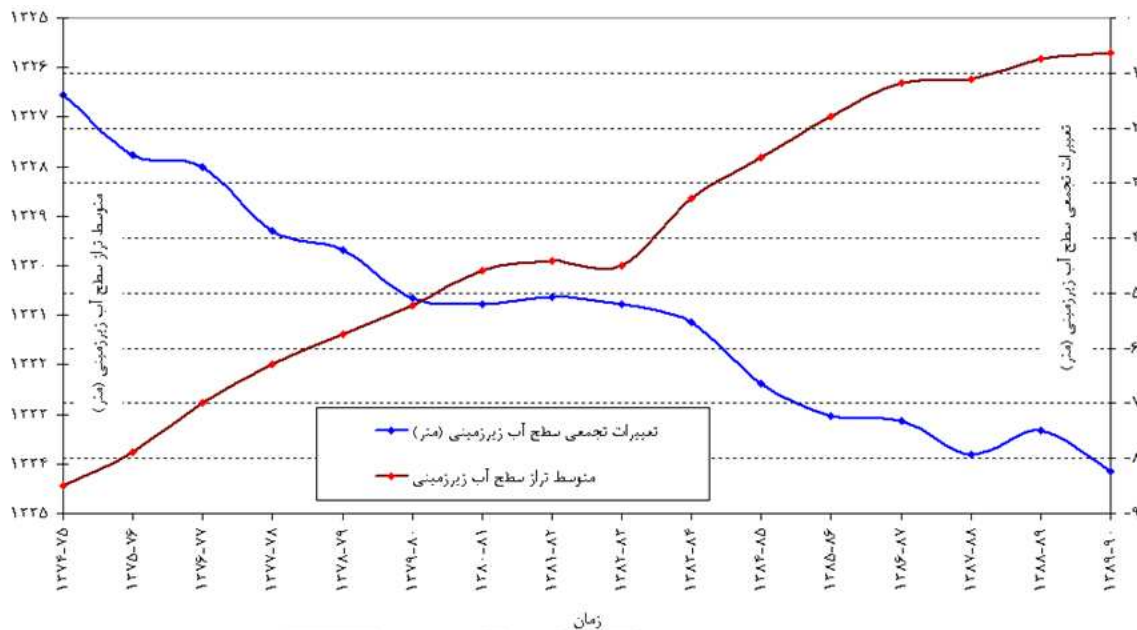
در شکل (۲) تراز متوسط و تغییرات تجمعی سطح آب زیرزمینی در دشت اردبیل نمایش داده شده است. طی دوره ۱۵ ساله بررسی در پژوهش حاضر، تراز متوسط سطح آب

#### ۳. روش تحقیق

حجم عمده آب مصرفی در دشت اردبیل از آبخوان آبرفتی این دشت برداشت می‌شود. به نظر می‌رسد برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی دشت مذکور طی دهه اخیر باعث بروز مخاطراتی از جمله افت سطح آب زیرزمینی در منطقه شده است. به منظور بررسی این موضوع با مراجعه به آرشیو دفتر مطالعات پایه منابع آب شرکت آب منطقه‌ای تهران، نتایج آماربرداری دشت اردبیل طی دوره‌های متعدد آماربرداری دریافت و با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین با استفاده از آمار نوسانات سطح آب شبکه چاه‌های مشاهده‌ای دشت اردبیل، آبنمود آبخوان آبرفتی این دشت طی دوره ۱۵ ساله (سال آبی

بوده که به سمت شمال و غرب کاهش یافته است و در اراضی اورنج و لورون، به بیشتر از ۵- متر می‌رسد. در اراضی خلیل آباد تا جابلو واقع در شرق دشت به واسطه برداشت بی‌رویه از آبخوان آبرفتی، رقوم منحنی‌های هم‌تغییرات سطح آب زیرزمینی کاهش یافته است و به حدود ۳۵- متر می‌رسد.

زیرزمینی در دشت اردبیل از ۱۳۳۳/۹۵ متر به ۱۳۲۵/۷۲ متر کاهش یافته است؛ بنابراین افت تجمعی سطح آب زیرزمینی در این دشت برابر با ۸/۲۳ متر و متوسط سالانه آن برابر با ۰/۵۵ متر است. بر اساس نقشه هم‌تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت اردبیل (شکل ۳) در اراضی مخروط‌افکنه‌ای دشت، افت سطح آب زیرزمینی طی ۱۵ سال (۱۳۷۵-۹۰) بیش از ۲۰ متر



شکل ۲. تراز متوسط و تغییرات تجمعی سطح آب زیرزمینی در دشت اردبیل.

دشت از ۲۲۵۴ حلقه به ۳۱۵۷ حلقه و تخلیه آن‌ها از ۲۰۹/۷۴ میلیون متر مکعب در سال به ۱۶۴/۲۶ میلیون متر مکعب در سال کاهش یافته است. کاهش ۲۲ درصدی آبدهی چاه‌ها با وجود افزایش ۴۰ درصدی تعداد آن‌ها، نمایانگر کاهش توان آبدهی آبخوان آبرفتی دشت اردبیل است.

از مهم‌ترین مخاطرات افت سطح آب زیرزمینی در دشت اردبیل، کاهش آبدهی منابع آب زیرزمینی است. در جدول (۱) تعداد و تخلیه سالانه چاه‌های بهره‌برداری شناسایی شده در سطح دشت اردبیل از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ نمایش داده شده است. طی دو دهه اخیر تعداد چاه‌های بهره‌برداری در این

جدول ۱. تعداد و تخلیه چاه‌های شناسایی شده در دشت اردبیل.

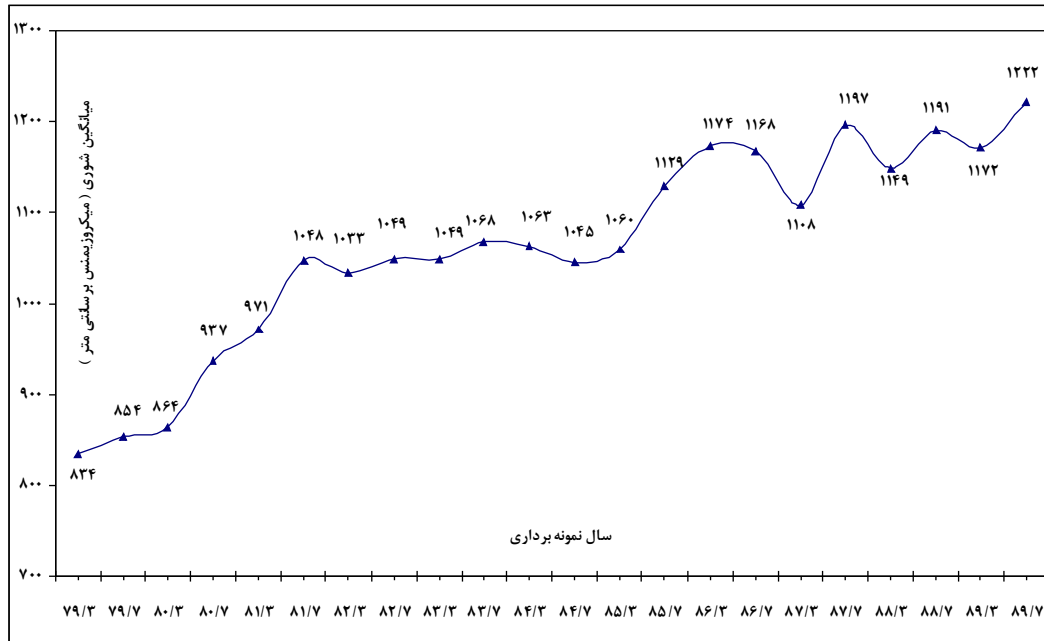
ردیف	سال آماربرداری	تعداد	تخلیه سالانه (میلیون متر مکعب)
۱	۱۳۷۵	۲۲۵۴	۲۰۹/۷۴
۲	۱۳۸۰	۴۱۰۴	۲۴۲/۹۷
۳	۱۳۸۵	۳۷۴۵	۲۳۸/۱۴
۴	۱۳۹۰	۳۱۵۷	۱۶۴/۲۷

شوری آب زیرزمینی در این دشت است (شکل ۴). متوسط شوری آب زیرزمینی در دشت اردبیل در سال ۱۳۷۹ برابر با ۸۳۴ میکرومhos بر سانتی‌متر بوده و در سال ۱۳۹۰ به ۱۲۲۲ میکرومhos بر سانتی‌متر رسیده است. همچنین بر اساس نقشه

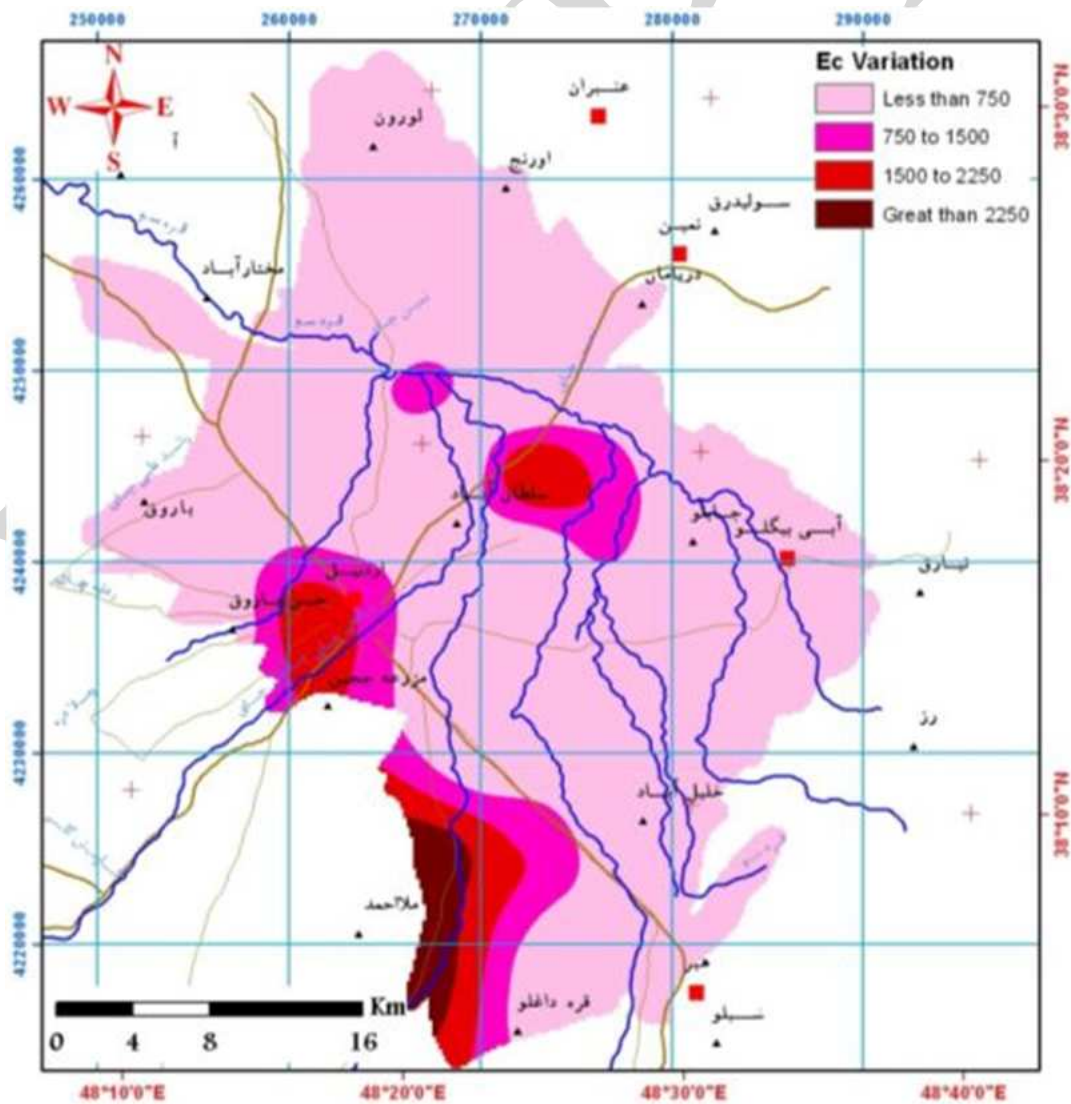
از دیگر مخاطرات ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در دشت اردبیل می‌توان به کاهش کیفیت آب زیرزمینی در این دشت اشاره کرد. روند کموگراف آبخوان آبرفتی دشت اردبیل صعودی و نمایانگر افزایش محتوی







شکل ۴. کموگراف معرف آبخوان آبرفتی دشت اردبیل.



شکل ۵. نقشه هم‌تغییرات هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در دشت اردبیل (میکرومhos بر سانتی متر).

## ۴. نتیجه‌گیری

همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شیراز، انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه شیراز.

رهنما، م. ب. و فراهیم کاظمی، ا. (۱۳۸۵) فرو نشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در دشت رفسنجان. *اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی*.

رهنما، ج.، فرهنگ، ر. و حسینی، ع. (۱۳۸۶) فرو نشست دشت مشهد بر اثر برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی - بررسی مقدماتی. *دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی*.

زینالی، ع.، علاف نجیب، ع. و حسن پور اقدم، م. ع. (۱۳۸۸) فرو نشست زمین در دشت شبستر - صوفیان به دلیل افت سطح آب زیرزمینی. *دومین کنفرانس سراسری آب*.

شرکت آب منطقه‌ای اردبیل (۱۳۹۰) *گزارش ادامه مطالعه آب‌های زیرزمینی دشت اردبیل*. دفتر مطالعات پایه منابع آب.

Colazas, X.C. & Strehle, R.W. (1995) Subsidence in the Wilmington oilfield, Long Beach, California, USA. In: Chilingarian, G.V.; Donaldson, E.C., and Yen, T.F. (eds.), *Subsidence Due to Fluid Withdrawal*. Amsterdam: Elsevier Science, pp.285-336.

Finol, A.S. & Sancevic, Z. A. (1995) Subsidence in Venezuela. In: Chilingarian, G.W., Donaldson, E.C., Yen, T.F. (Eds.), *Subsidence due to Fluid Withdrawal*. Amsterdam: Elsevier Science, pp. 337-372.

Freeze, R. A. & Cherry, J. A. (1979) *Groundwater*. Prentice Hall, Inc., Englewood cliffs, New Jersey.

Unesco (1984) *Guidebook to studies of land subsidence due to groundwater withdrawal*. Printed under the direction of the American Geophysical Union, by Book Crafters, Chelsea, Michigan, ISBN: 92-3-102213-X.

این پژوهش به بررسی مخاطرات محیطی افت سطح آب زیرزمینی در دشت اردبیل پرداخته است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در اراضی مخروط‌افکنه‌ای دشت اردبیل، تغییرات سطح آب زیرزمینی کمتر از ۲۰- متر است که به سمت شمال و غرب کاهش می‌یابد و در اراضی اورنج و لورون به بیشتر از ۵- متر می‌رسد. مهم‌ترین مخاطره محیطی افت سطح آب زیرزمینی در دشت اردبیل کاهش آبدهی منابع آب زیرزمینی است، به نحوی که طی ۱۵ سال اخیر در این دشت، سطح آب زیرزمینی به میزان ۸/۲۳ متر افت کرده و با وجود افزایش ۴۰ درصدی تعداد چاه‌ها، میزان آبدهی آن‌ها، ۲۲ درصد کاهش یافته است.

از دیگر مخاطرات محیطی افت سطح آب زیرزمینی در دشت اردبیل، افزایش محتوی شوری آب زیرزمینی به میزان ۴۶/۷ درصد است. در اراضی ملا احمد محتوی شوری آب زیرزمینی بیش از ۲۲۵۰ میکرومhos بر سانتی‌متر و در اراضی حسن باروق و سلطان‌آباد بین ۷۵۰ تا ۲۲۵۰ میکرومhos بر سانتی‌متر افزایش یافته و در سایر نواحی دشت میزان افزایش محتوی شوری آب زیرزمینی کمتر از ۷۵۰ میکرومhos بر سانتی‌متر است. با توجه به افت شدید سطح آب زیرزمینی و وجود تناوب لایه‌های ماسه و شنی با لایه‌های رسی و سیلتی در منطقه مورد مطالعه، در آینده احتمال وقوع پدیده نشست سطح زمین در دشت اردبیل وجود دارد. انتقال آب بین حوزه‌ای (از سرشاخه‌های رودخانه سفیدرود)، پر کردن چاه‌های غیر مجاز و انجام تغذیه مصنوعی، از راهکارهای عملیاتی برای جلوگیری از افزایش افت سطح آب زیرزمینی و بروز مخاطرات محیطی در این دشت به حساب می‌آید.

## منابع

تردست، ع.، موسوی، م.، بلورچی، م. ج. و شمشکی، ا. (۱۳۹۰) فرو نشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در جنوب غربی تهران. *چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران*.

حیدریان، م. ح.، کابلی، ع. ر. و فاتح دیزجی، ع. ر. (۱۳۹۱) اثرات محیطی برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در دشت ورامین. *شانزدهمین*