

تأثیر سازندهای زمین شناسی بر کاهش کیفیت آبهای سطحی و زیرزمینی در حوزه آبخیز کویر مرکزی ایران

(مطالعه موردی: حوزه آبخیز چشمه علی دامغان)

رضا شهبازی^۱، سادات فیض نیا^۲

چکیده

منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی حوزه‌ی آبخیز "چشمه علی دامغان" یکی از زیرحوزه‌های "کویر حاج علی قلی" و بخشی از حوزه‌ی آبخیز بزرگ کویر مرکزی می‌باشد. مطالعه براساس تهیه‌ی لایه‌های مختلف اطلاعاتی به صورت نقشه‌های رقومی در محیط نرم افزار Arcview 3.2، تعیین محل نمونه برداری از آب و تطابق و تفسیر لایه‌های مختلف، انجام شد، لایه-های اطلاعاتی عبارتند از: نقشه ژئومرفولوژی، نقشه زمین‌شناسی، نقشه حساسیت به فرسایش، شبکه آبراهه‌های اصلی، نوع رسوبات و سنگ کف و نمونه‌های آب، که پس از تطابق مکانی لایه‌های اطلاعاتی و بررسی پراکنش منابع آبی، تأثیر سازندهای زمین شناسی بر تغییرات کیفی آب تجزیه و تحلیل شد. نتیجه‌ی آزمایش‌ها نشان داد که عامل اصلی تخریب کیفیت آب سطحی در سطح حوزه مارن‌های نئوژن (Ngm) می‌باشند که بیشترین گسترش را در غرب حوزه دارند. همچنین گسترش سنگ کف مارنی در دشت سر و پلایا عامل اصلی تخریب کیفیت آب زیرزمینی می‌باشد.

کلمات کلیدی:

زمین شناسی، کیفیت آب، مارن‌های نئوژن، حوزه آبخیز چشمه علی دامغان

۱. کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی - مدیریت مناطق بیابانی، r_sh78@yahoo.com

۲. استاد دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، sfeiz@ut.ac.ir

۱- مقدمه

در مناطق بیابانی علاوه بر کمبود آب، خطر تخریب کیفیت آب نیز وجود دارد. تخریب کیفی منابع آب در اثر عوامل متعددی ایجاد می‌شود که عمدتاً متأثر از سازندهای زمین شناسی مخرب و یا هجوم آبهای شور در اثر برداشت بی رویه منابع زیرزمینی در حاشیه پلایا و دریا می‌باشد. تاثیر سازندهای زمین شناسی بر تخریب کیفی آب و بیابانزایی پیشتر در غرب حوزه‌ی آبخیز دریاچه نمک مورد بررسی قرار گرفته است (فیض نیا ۱۳۸۱) و هدف از تحقیق حاضر نیز بررسی این موضوع در یکی از زیرحوزه‌های کویر مرکزی ایران می‌باشد.

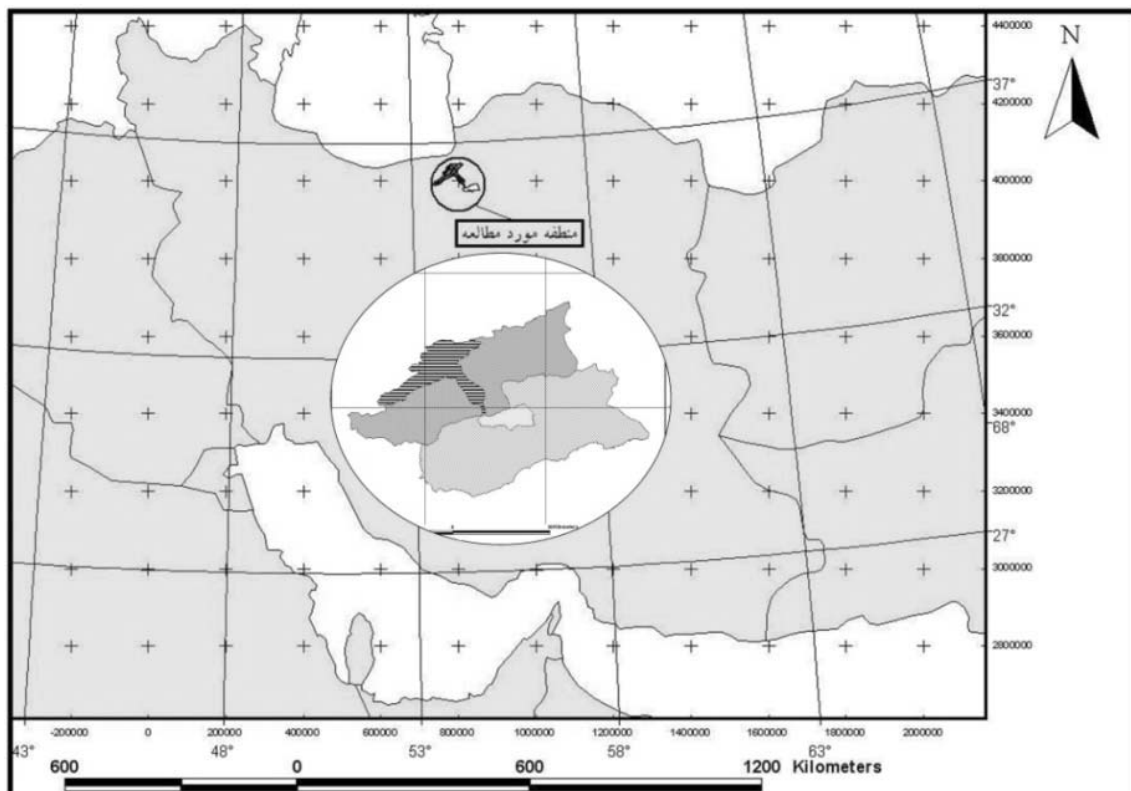
املاح برحسب حلالیت نسبی به سه دسته تقسیم می‌شوند: املاحی که حلالیت آنها کم است، مانند کربنات کلسیم و منیزیم، املاحی که حلالیت متوسط دارند، مانند سولفات کلسیم و املاح با حلالیت زیاد مانند کربنات‌های سدیم و پتاسیم، سولفات‌های سدیم، پتاسیم و منیزیم، کلرایدها و نترات‌های سدیم، پتاسیم و منیزیم که در میان آنها، کلرایدها، سولفات‌ها، کربنات‌ها و بی‌کربنات‌ها، آنیون‌های غالب می‌باشند (جعفری ۱۳۸۵). در پلایاهای ایران نمک اغلب در نتیجه هوازگی تبخیری‌های میوسن و حمل و ته نشست دوباره مواد ایجاد می‌شود. حمل نمک به صورت محلول در اثر آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی در فصول مرطوب و توسط نیروی شعریه آب به طرف سطح در کل سال صورت می‌گیرد (فیض نیا ۱۳۸۱). انتشار کانی‌های تبخیری از مرکز پلایا به سمت کوهستان و تپه ماهور، از مرزبندی جغرافیایی خاصی تبعیت می‌نماید. این نوع توزیع مکانی در پلایای دهنمک گرمسار (فیض نیا ۱۳۷۱) و پلایای دره سالین کالیفرنیا (گرین اسمیت ۱۹۸۹) گزارش شده است، براین اساس در مرکز پلایا کلرایدها موجود می‌باشند و در اطراف پلایا به سمت کوهستان و تپه‌ماهور، تبخیری‌های سولفات و بالاخره کربنات کلسیم موجود است. در ابتدا آب‌های زیرزمینی نسبت به یون‌های سدیم، کلسیم، سولفات و بی‌کربنات اشباع می‌باشند و بعداً در نتیجه تبخیر زیاد به طرف مرکز پلایا، آب‌های زیرزمینی نسبت به یون‌های سدیم، کلراید و سولفات اشباع می‌شوند (فیض نیا ۱۳۷۱). تاثیر حجم آب و میزان ماندگاری آن در آبخان و همچنین اثر شورابه‌های روان در تغییر کیفیت آب از سرچشمه‌های موجود در کوه‌های رام‌الله - اورشلیم به سمت دشت ژریکو (Jericho) مورد مطالعه قرار گرفته (سعید خیاط و همکاران ۲۰۰۸) و همچنین تاثیر زمین‌شناسی بر ترکیبات شیمیایی آب در باناتای شمالی در شمال صربستان به عنوان عامل اصلی کنترل‌کننده کیفیت آب بررسی شده است (زوران نیچیک و میلکا ویدوویچ ۲۰۰۶). مطالعه‌ی دیگر در بخش سالم متور تالوک هند نشان داده است که عامل اصلی کنترل‌کننده شیمی آب زیرزمینی هوازگی سیلیکات‌ها و آزاد شدن کاتیون‌های آنها می‌باشد (سرینی و اسامورتی ۲۰۰۸). همچنین تاثیر آرگونیت، کلسیت، دولومیت و ژپس همچنین هالیت‌ها در ترکیب املاح آب شرب به دست آمده از آبخان

ژئوس-کوتین در جنوب تونس نیز بررسی و تایید شده است (حمزه عزازا و همکاران ۲۰۱۰).

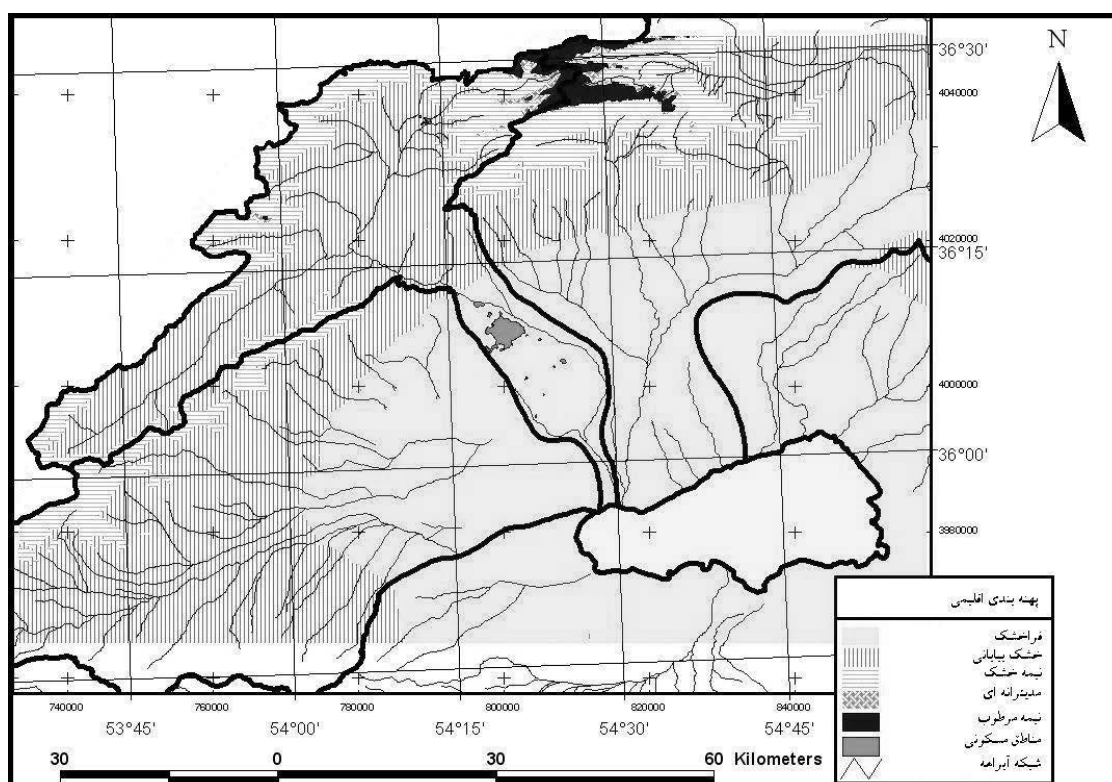
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه حوزه آبخیز چشمه علی دامغان یکی از زیرحوزه‌های کویر حاج علی قلی و بخشی از حوزه‌ی آبخیز بزرگ کویر مرکزی می‌باشد (شکل ۱). دو رودخانه‌ی اصلی دامغانرود و آستانه‌ی حوزه را زهکشی می‌نمایند ولی منبع عمده تامین آب رودخانه چشمه‌علی خود چشمه‌علی با دبی میانگین ۷۰۰ لیتر در ثانیه می‌باشد. منطقه دارای میانگین بارش سالانه ۱۵۵ میلیمتر، میانگین سالانه دما ۱۶ درجه سانتیگراد و میانگین تبخیر سالانه از تشتک ۱۴۰۰ تا ۲۴۰۰ میلیمتر می‌باشد. دامنه‌ی ارتفاعی از ۱۰۵۰ در حاشیه‌ی کویر حاج‌علی‌قلی تا ۳۹۵۰ در ارتفاعات شمالی حوزه به چشم می‌خورد و به این ترتیب تنوع اقلیمی به روش دومارتن گسترش یافته از اقلیم فراهشک سرد تا نیمه مرطوب سرد در سطح حوزه، وجود دارد (شکل ۲).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه



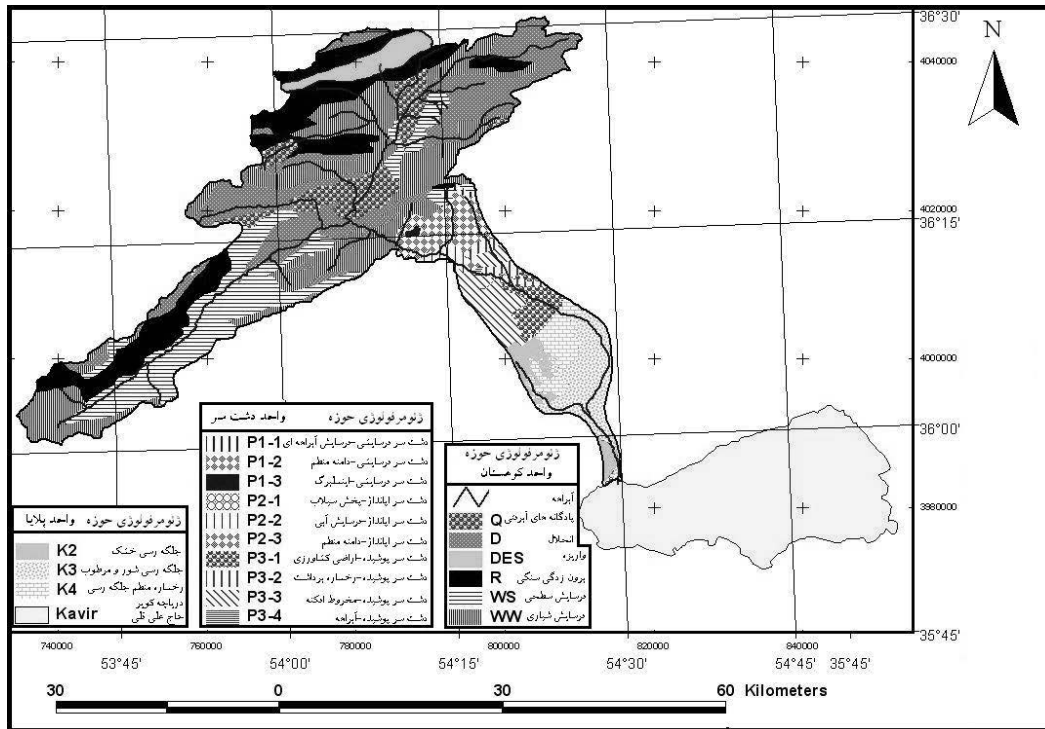
شکل ۲- پهنه‌بندی اقلیم (براساس روش دومارتن) و شبکه آبراهه‌ها

۲-۲- روش تحقیق

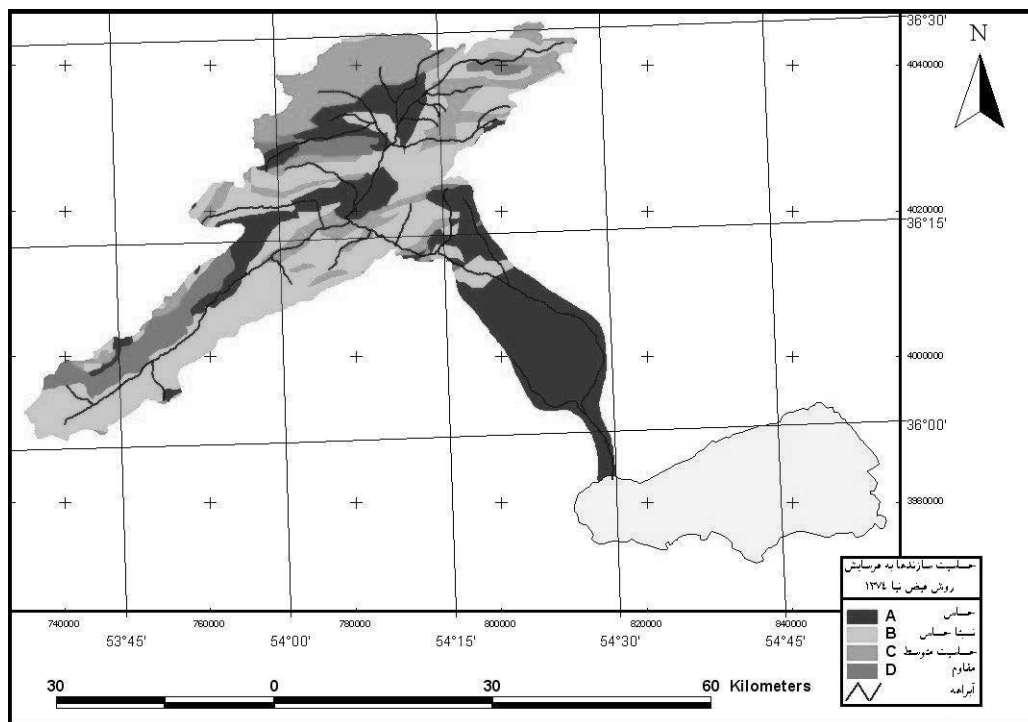
مطالعه براساس تهیه‌ی لایه‌های مختلف اطلاعاتی به صورت نقشه‌های رقومی در محیط نرم افزار Arcview 3.2، تعیین محل نمونه برداری از آب و تطابق لایه‌های مختلف باهم انجام شد. نقشه ژئومرفولوژی براساس نقشه رقومی توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره لندست تهیه گردید (شکل ۳). شیب‌های بالاتر از ۱۵ درصد واحد کوهستان، شیب‌های بین ۸ تا ۱۵ درصد تپ دشت سر فرسایشی، شیب‌های بین ۴ تا ۸ درصد تپ دشت سر اپانداژ و شیب‌های بین ۱ تا ۴ درصد تپ دشت سر پوشیده و شیب‌های کمتر از ۱ درصد در پروفیل عمومی طولی، حوزه‌ی واحد پلایا را تشکیل دادند (احمدی ۱۳۸۷). مرز بین واحدهای ژئومرفولوژی و تپ‌ها و رخساره‌های آن در ابتدا با تفسیر چشمی تصاویر ماهواره (لندست ۲۰۰۰) تعیین گشته و سپس در بازدیدهای صحرایی و با استفاده از GPS صحت آنها تایید و در صورت نیاز اصلاح شد.

نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ رقومی تهیه شد (جدول ۱) (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ۱۳۷۱ و مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری ۱۳۸۴). جهت تعیین واحدهای مشکل ساز در تخریب کیفیت آب، نقشه حساسیت به فرسایش (فیض نیا ۱۳۷۴) تهیه گشته و شبکه آبراهه‌های اصلی با آن مطابقت داده شد (جدول ۲ و شکل ۴). محل برداشت نمونه‌های آب براساس مسیر عبور آبراهه‌ها از سازندهای مخرب و قبل و بعد از محل اتصالشان انتخاب شدند.

مطالعه‌ی نوع رسوبات و سنگ کف با استفاده از داده‌های ژئوالکتریک و نمونه سونداژها برای دو عمق ۱۰۰ متر و ۲۰۰ متر (وزارت نیرو ۱۳۸۳) بررسی گردید (جدول ۳) (شکل ۶ و ۵). نمونه‌های آب از چاه‌های موجود در منطقه تهیه و جهت بررسی کیفیت آن‌ها همراه با روند تغییرات هدایت الکتریکی (EC) به عنوان شاخص کیفیت در نظر گرفته شد.



شکل ۳- نقشه ژئومرفولوژی



شکل ۴- نقشه حساسیت به فرسایش سازندها همراه با آبراهه‌های اصلی

جدول ۱- ستون چینه شناسی و رده‌بندی حساسیت سازندها و سنگها نسبت به فرسایش

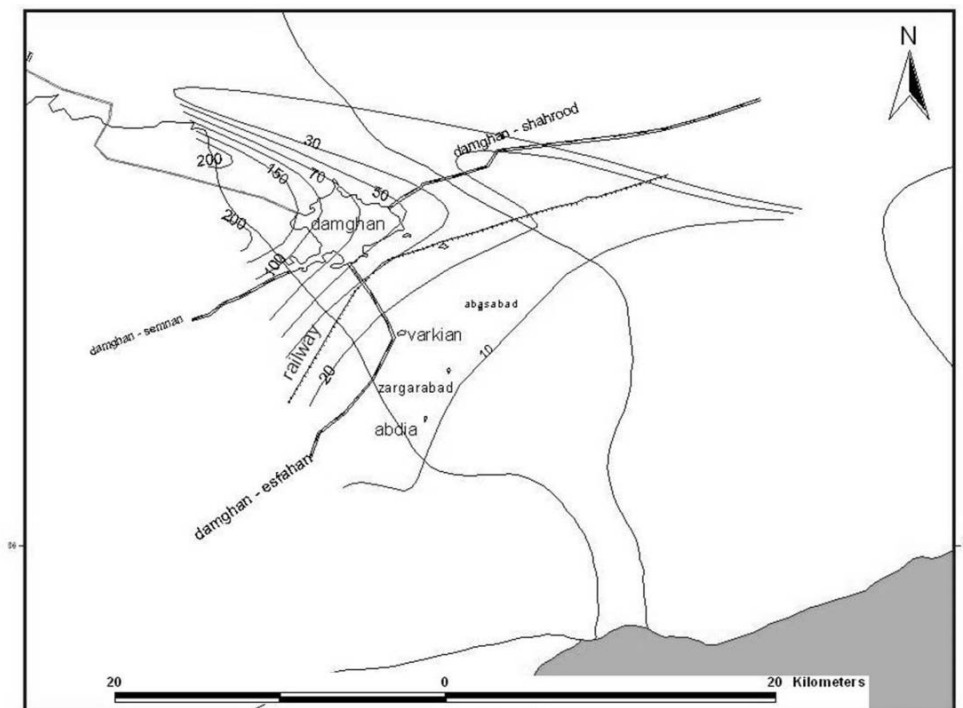
واحد‌های مشکل‌زا از نظر کیفیت شیمیایی آب	ضریب حساسیت به فرسایش به روش فیض نیا (۱۳۷۴)	واحد‌های تلفیق شده	اسم سازنده	خصوصیات سنگ‌شناسی	علامت	سن		
						دوران	دوره	دور
*	۳		در زون البرز	کفه نمکی، کویر	QS	هولوسن	کواترنر	سنوزوئیک
	۳			آبرفت امروزه، مخروط‌های گراولی	Qal			
	۵			پادگانه‌های جوان، دشت	Qt ₂			
	۵			پادگانه‌های قدیمی	Qt ₁			
	۷			آهک آب شیرین (تراورتن)	Qf			
	۳			رس ماسه‌ای	Qc	پلستوسن		
	۷	Qpl = plc		کنگلوما	Qpl			
	۷			کنگلوما	Ngc	نتوزن		
	۳	Urmg = Ngm = Nm		مارن و ژپس و ماسه‌سنگ	Ngm			
*	۳	ES = E1S	کرج	شیل، ماسه‌سنگ، گدازه	Es	پالئوزن اتوسن	ترسیر	
	۵	Et = Ek = P		توف، شیل توفی، گدازه، ماسه‌سنگ، ژپس	Et			
	۱۲		ژپس یغش	Eg				
*	۳		آهک	En				
	۸	En = E1	زیارت	En				
	۷	Ec = Pgf ^e = Mc	فجن	Ec کنگلومرا Pgf ^e ماسه‌سنگ	Ec / pgf ^e			
	۸	K ₂ = Kuig = K _{2h} = k _{2l}		آهک	K ₂			
	۱۲			بازالت، اسپیت	K _{2v}		کرتاسه	
	۸/۵			آهک و آهک دولومیتی	K			
	۸	J _d = J ₁₁	لار	آهک کوره‌ای و ضخیم‌لایه	Jl		موزوئیک	ژوراسیک
	۷		دلچای	آهک و آهک مارنی	Jd			
	۶		شمشک	J _s شیل، ماسه‌سنگ، زغال‌سنگ با بقایای گیاهی J _s ^{sd} ماسه‌سنگ، شیل	J _s ^{sd}			
	۱۳			سنگهای آتشفشانی عموماً بازالت	Jv			
	۸/۵	Tre = Tre ₁ = Tre ₂ = Treig = Ptr	الیکا	PTR آهک و در بعضی محل دولومیت	TRe	PT _R	تریاس	
	۹		زون البرز	آهک دولومیتی TRsh دولومیت	T _{RSH}			
	۸		ایران مرکزی	آهک	Pr		پرمین	کربونیفر
	۱۲		روته	پوکسیت	b			
	۸/۵		دورود	ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ کوارتزی و شیل	Pd			
	۷		مبارک	آهک به سمت بالا شیل سیاه	Cm			
	۶			آهک، آهک مارنی، شیل، ماسه‌سنگ	Dcg		دوئین	
	۷	Dkh خوش بیلاقی		آهک و دولومیت Dkh شیل، آهک، ماسه‌سنگ، دولومیت	Db			
	۸				Ds	Dg		
	۹	Dg جبرود	بهرام	Ds ماسه‌سنگ قرمز دولومیت	Dss			
	۸		سین‌زار	Dg آهک، دربخش بالایی تناوب شیل و آهک	Dg	Dp		
	۹		پادها	ماسه‌سنگ و دولومیت	Dp			
	۶			سیلت سنگی آهکی و شیل	Cm ^g	Cm		
	۹	Cm ₁ = Cm _{1l}	میلا	دولومیت، ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ کوارتزی، آهک	Cm ^l			
	۸/۵			آهک دولومیتی و دولومیت	Cm ¹		کامبرین	
	۱۰		کوارتزی تراس	ماسه‌سنگ کوارتزی سفیدرنگ	Cl _q			
	۹		لالون	ماسه‌سنگ قرمز	Cl			
	۵		زاگون	شیل، ماسه‌سنگ	Cz			
	۵		باروت	شیل، ماسه‌سنگ و دولومیت	Cbr			
	۵		کهر	شیل، اسلیت، دیاباز، کمی دولومیت	PCK			

جدول ۲- راهنمای رده بندی حساسیت سازندها و سنگها نسبت به فرسایش

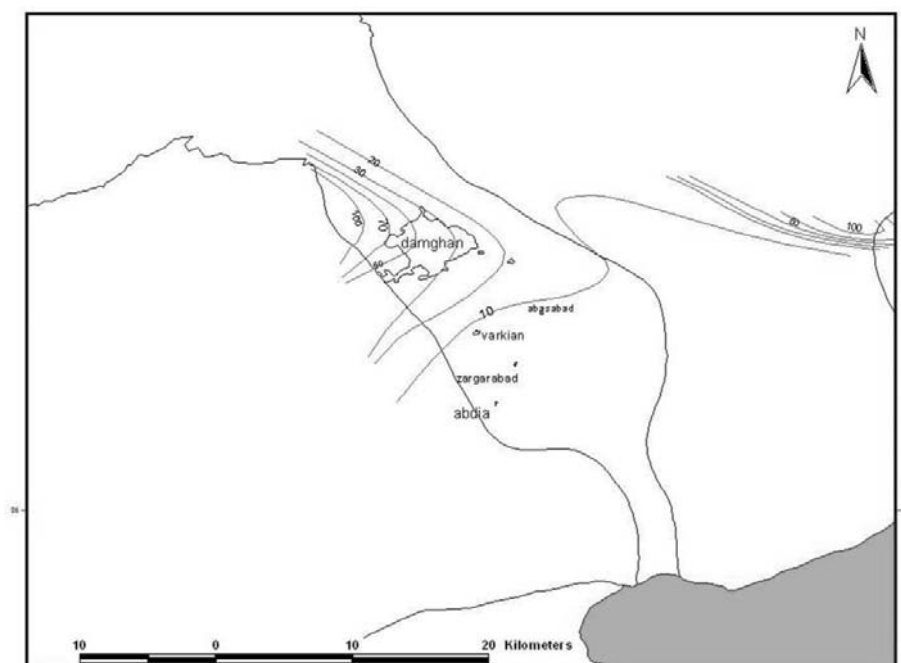
نام رده	کد	ضریب حساسیت به	واحدهای دربرگیرنده
حساس	A	کمتر از ۶	Pck, Cbr, Cz, Js, Eg, Es, Ngm, Qc, Qt ₁ , Qt ₂ , Ql, Qs
نسبتاً حساس	B	۶-۷	Dkh, Cm, Jd, Em ^s , Js ^s , Pgf ^s , Ec, Ngc, Qpl, Qf, Dcg
حساسیت متوسط	C	۸-۱۰	Cl, Clq, Cm ^l , Cm, Dp, Ds, Dss, Pd, Tash, TR, PTR, Dg, Db, Pr, Jl, K, K ₂ , En ₁
مقاوم	D	> ۱۰	B, Jv, K ₂ V, Et

جدول ۳- راهنمای مقاومت مخصوص الکتریکی لایه های رسوب و سنگ کف

نوع لایه رسوبی	میزان مقاومت الکتریکی (اهم متر)
واریزه های حاصل از فرسایش ارتفاعات و تشکیلات کنگلومرایی متراکم و نیز رسوبات آبرفتی دانه درشت و خشک	۱۰۰ - ۴۰۰ <
رسوبات آبرفتی دانه درشت همراه با آب شیرین	۴۰-۱۰۰
آبرفتهای نسبتاً دانه ریز و آبدار	۲۰-۴۰
رسوبات حاوی آب لب شور و یا تشکیلات میوپلیوسن	۱۰-۲۰
سنگ کف مارنی یا رسوبات حاوی آب شور	۱۰ <



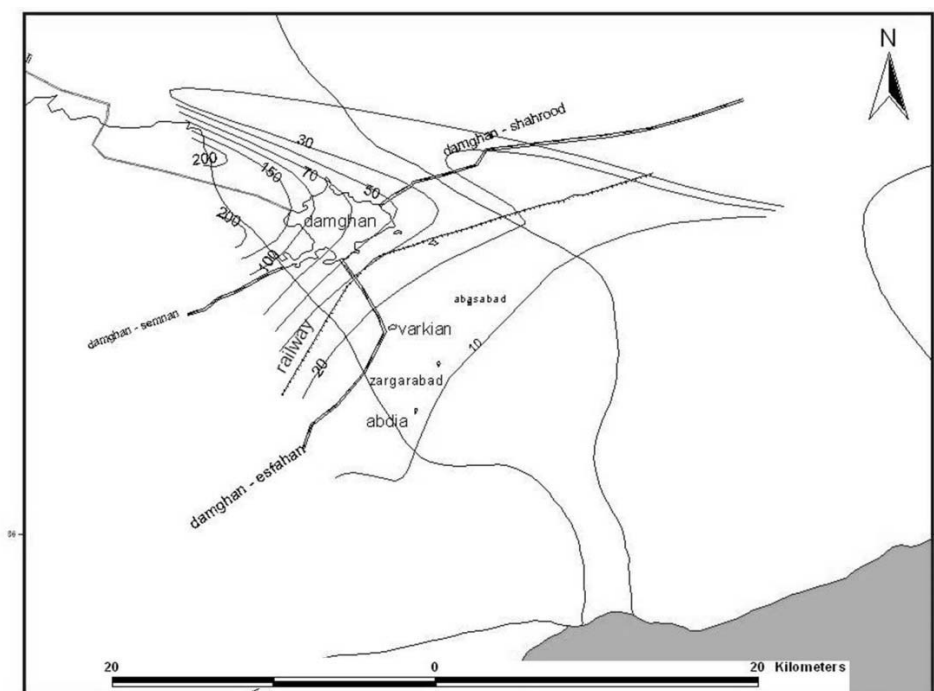
شکل ۵- نقشه مقاومت مخصوص ظاهری لایه ها مربوط به عمق ۱۰۰ متر



شکل ۶- نقشه مقاومت مخصوص ظاهری لایه‌ها مربوط به عمق ۲۰۰ متر

۳- نتایج و بحث

نتایج آزمایشات شیمیایی آب سطحی در این رسوبات به شرح جدول ۴ می‌باشد. با توجه به تطابق مسیر آبراهه‌ها و واحدهای زمین‌شناسی نتیجه‌گیری می‌شود که عامل اصلی تخریب کیفیت آب در سطح حوزه‌ی مارن‌های نئوژن (Ngm) هستند که بیشترین گسترش را در غرب حوزه دارند. لذا با توجه به تغییرات کیفیت آب در مسیر آبراهه‌های اصلی، سطح حوزه با توجه به زیرحوزه‌های هیدرولوژیکی آن به سه زیرحوزه‌ی کیفی، مطابق با دیاگرام کیفیت آب ویلکوکس (ویلکوکس ۱۹۴۸) تقسیم‌بندی شد (شکل ۷).

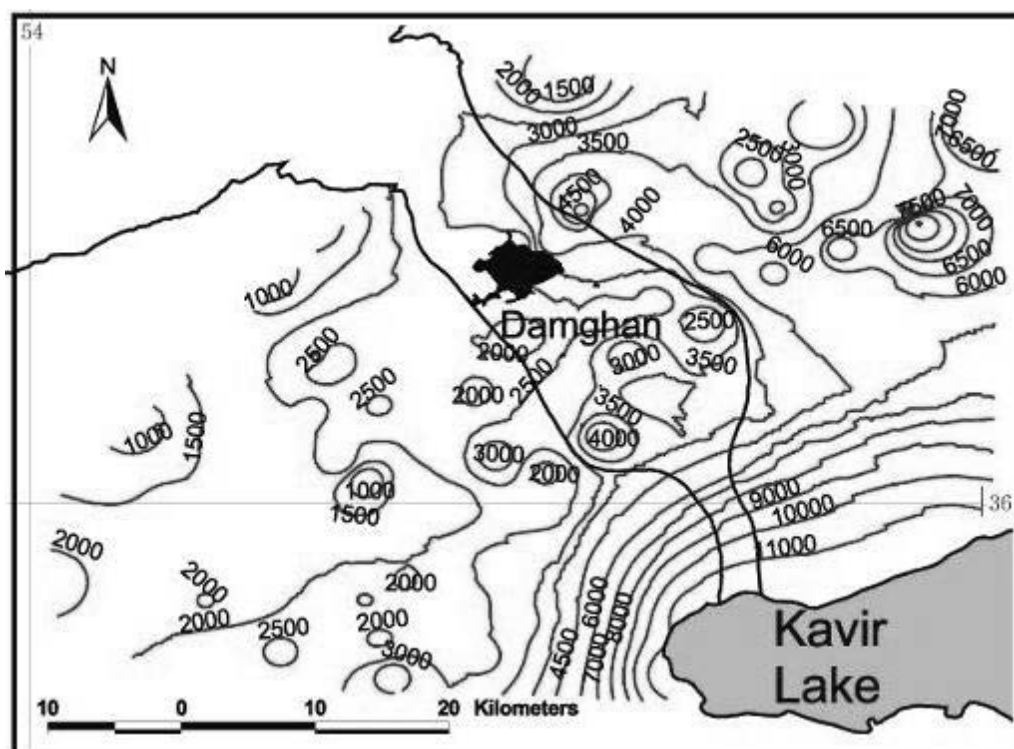


شکل ۷- زیرحوزه‌های کیفی، مطابق با دیاگرام کیفیت آب ویلکوکس

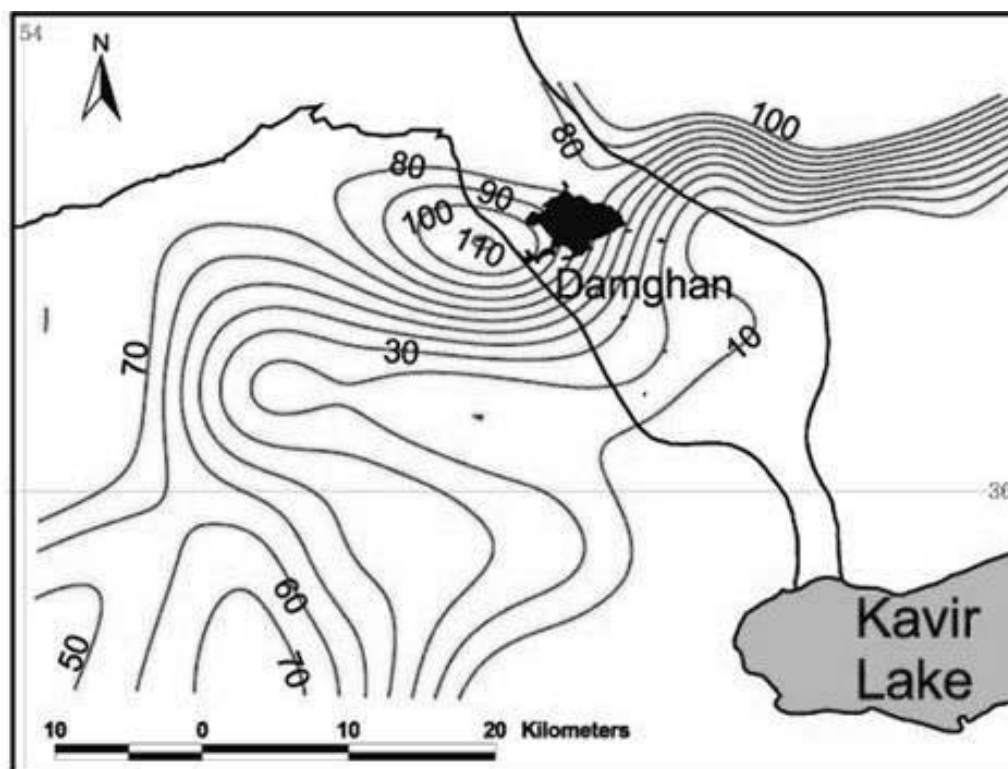
جدول ۴- نتیجهی آزمایشهای کیفی آب در عملیات صحرایی

(دسی زیمنس بر متر) EC	ارتفاع	مختصات جغرافیایی		محل برداشت نمونه	ردیف
		X	Y		
۵۰۰	۱۹۱۵	۳۶/۴۳	۵۴/۲۵	سرچشمه دامغانرود در دیباج (چهارده)	۱
۶۲۰	۱۹۱۵	۳۶/۴۳	۵۴/۲۵	سرچشمه دامغانرود در دیباج	۲
۶۳۰	۱۹۱۵	۳۶/۴۳	۵۴/۲۵	سرچشمه دامغانرود در دیباج	۳
۱۱۰	۱۴۶۴	۳۶/۲۷	۵۴/۱۰	آستانه (محل اتصال دامغانرود و چشمه علی)	۴
۵۵۹	۱۵۱۷	۳۶/۲۷	۵۴/۰۸	چشمه علی (سرچشمه)	۵
۸۱۰	۱۴۶۰	۳۶/۲۶	۵۴/۱۰	رودخانه چشمه علی در آستانه	۶
۱۰۷۰	۱۳۷۱	۳۶/۲۳	۵۴/۱۸	رودخانه چشمه علی بعد از آستانه	۷
۱۰۸۰	۱۳۵۵	۳۶/۲۲	۵۴/۲۰	رودخانه چشمه علی قبل از ورود به سد	۸
۱۲۹۰	۱۲۵۲	۳۶/۲۰	۵۴/۲۹	رودخانه چشمه علی محل ورود به دشت دامغان	۹
بیش از ۲۲۵۰	۱۶۱۰	۳۶/۲۲	۵۳/۹۸	آبراهه آستانه	۱۰
بیش از ۲۲۵۰	۱۶۲۴	۳۶/۲۲	۵۳/۹۶	آبراهه آستانه	۱۱

نتایج آنالیز کیفی نمونه های آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت و براساس آن نقشه ی منحنی های هدایت الکتریکی در سطح دشت تهیه گردید (شکل ۸). هرچند که دامنه تغییرات کیفیت آب در رسوبات واحد ژئومرفولوژی دشت سر و پلایا بسیار زیاد است (از ۲۰۰۰ میکروموس در دشت سر تا بیش از ۱۰۰۰۰ میکروموس در حاشیه دریاچه پلایا) ولی به طور کلی کیفیت آب زیرزمینی پایین و براساس طبقه بندی کیفیت آب (ویلکوکس ۱۹۴۸) در کلاس C4 قرار می گیرد. تفسیر نقشه های مقاومت مخصوص ظاهری در دو عمق ۱۰۰ و ۲۰۰ متر (شکل های شماره ۶ و ۵) حاکی از گسترش سنگ کف مارنی در امتداد شمال به جنوب دشت سر و پلایا بوده که با نزدیک شدن به دریاچه پلایا عمق آن کمتر می شود. از تطابق نقشه ی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی (شکل ۸) و نقشه های مقاومت مخصوص ظاهری (شکل های شماره ۶ و ۵) چنین نتیجه گیری می شود که گسترش سنگ کف مارنی در دشت سر و پلایا، عامل اصلی تخریب کیفیت آب زیرزمینی است، بررسی عمق آب زیرزمینی در چاه های منطقه نیز می تواند تا حد زیادی موید این موضوع باشد (شکل ۹).



شکل ۸- نقشه‌ی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در نهشته‌های کواترنر (میکروموس بر سانتیمتر)



شکل ۹- نقشه‌ی عمق آب زیرزمینی در واحدهای ژئومرفولوژی دشت سر و پلایا

۴- تفسیر نتایج

در حوزه‌ی آبخیز مورد مطالعه همچون سایر حوزه‌های کویر مرکزی ایران، سازندهای زمین‌شناسی منشاء اصلی

نمک در آب های سطحی و زیرزمینی می باشند. در میان آن ها مارن های نئوژن که با علامت اختصاری Ngm نشان داده می شوند بیشترین میزان تخریب را ایجاد می نماید، این نتیجه با نتایج حاصل از آزمایش فیض نیا (۱۳۸۱) در حوزه دریایچه ی نمک همخوانی دارد. ظهور این سازندها هرچند نه در سطح بسیار گسترده در واحد ژئومرفولوژی کوهستان تحت تاثیر فعالیت های تکتونیکی سبب می شود که آب های جاری به طور مستقیم با املاح تماس حاصل نمایند و حجم زیادی از نمک را انتقال دهند. گسترش این واحد در زیر رسوبات دشت سر و پلایا نیز موجب می شود تا منابع آب زیرزمینی به عنوان مهمترین منابع تامین کننده آب در مناطق بیابانی، دائماً با این واحد زمین شناسی در تماس بوده و در نتیجه املاح زمان کافی برای انحلال داشته باشند. چنانکه در تحقیق زوران نیچیک و میلکا ویدوویچ (۲۰۰۶) نیز آمده، این موضوع نه تنها در مناطق بیابانی بلکه در سایر عرصه ها اثر سوء بر کیفیت آب دارد.

ارائه الگوی مکانی دقیق پراکنش این واحدها، اطلاعات مناسبی جهت فرایند مدیریت منابع آب هم در مرحله تصمیم گیری و هم در مرحله مهندسی و ساخت سازه در اختیار می گذارد.

منابع

- ۱- احمدی، حسن، (۱۳۸۷)، ژومرفولوژی کاربردی، بیابان، فرسایش بادی، جلد ۲، چاپ سوم، تهران انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- جعفری، م، (۱۳۸۵)، احیای مناطق خشک و بیابانی، تهران انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- خراسانی، ع، (۱۳۸۳)، گزارش پیشنهاد تمدید ممنوعیت دشت دامغان، وزارت نیرو.
- ۴- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۷۱). چهارگوش کیاسر.
- ۵- فیض نیا، س، (۱۳۷۱). سنگ های رسوبی غیر آواری (بجز کربناتها)، تهران انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- فیض نیا، س، (۱۳۷۴). "مقاومت سنگ ها نسبت به فرسایش در اقالیم مختلف ایران"، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷، صص. ۹۵-۱۱۶.
- ۷- فیض نیا، س، (۱۳۸۱)، بررسی علل زمین شناسی بیابانی شدن غرب حوزه مرکزی، انتشارات موسسه جنگل ها و مراتع.
- ۸- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، (۱۳۸۴). نقشه زمین شناسی حوزه ی آبخیز چشمه علی دامغان.
- ۹- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، (۱۳۸۴). نقشه توپوگرافی حوزه ی آبخیز چشمه علی دامغان.

- 10- Greensmith JT. (1989). Petrology of the sedimentary rocks. 7th ed.. Unwin Hyman pub.Co.
- 11- Hamzaoui-Azaza F. Ketata M. Bouhlila R. Gueddari M and Riberio L. (2010). Hydrogeochemical characteristics and assessment of drinking water quality in Zeuss–Koutine aquifer, southeastern Tunisia. Environmental Monitoring and Assessment. Vol 174. No 1-4,pp. 283-298.
- 12- Khayat S. Möller P. Geyer S. Marei A. Siebert Ch and Abu Hilo F. (2008). "Hydrochemical variation in the springs water between Jerusalem–Ramallah Mountains and Jericho Fault, Palestine". Environmental Geology, Vol 57. No 8,pp. 1739-1751.
- 13- Nikic Z and Vidovic M. (2006). "Hydrogeological conditions and quality of ground waters in northern Banat. Pannonian basin". Environmental Geology, Vol. 52. No 6pp. 1075-1084.
- 14- Srinivasamoorthy K. Chidambaram S. Prasanna M.V. Vasanthavihar M. Peter J and Anandhan P. (2008). Identification of major sources controlling groundwater chemistry from a hard rock terrain — A case study from Mettur taluk. Salem district. Tamil Nadu. India. Journal of Earth System Science. Vol. 117. No. 1,pp. 49-58.
- 15- Wilcox L.V.(1948). The quality of water for irrigation use. US Department of Agriculture. Tech. Bulletin Vol. 962. pp: 40.