تاثیر 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 فیض‌نیا[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، تاثیر 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

www.SID.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 متاثر 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 سولفات‌کلسیم و املاح با حلالیت زیاد مانند کربنات‌های سدیم و پتاسیم، سولفات‌های سدیم، پتاسیم و منیزیم، کلرایدها و نیترات‌های سدیم، پتاسیم و منیزیم که در میان آنها، کلرایدها، سولفات‌ها، کربنات‌ها و بی‌کربنات‌ها، آنیون‌های غالب می‌باشند(جعفری ۱۳۸۵). در پلایاهای ایران نمک اغلب درنتیجه هوازدگی 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 دەنمک 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 سولفاته و بالاخره کربنات‌کلسیم 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 ترکیبات‌شیمیایی آب در باناتای‌شمالی در شمال صربستان به عنوان عامل اصلی کنترل‌کننده کیفیت آب بررسی شده است(زوران نیچیک و میلکا ویدوویچ ۲۰۰٦). مطالعه‌ی دیگر در بخش سالم متور تالوک هند نشان داده است که عامل اصلی کنترل‌کننده شیمی آب زیرزمینی هوازدگی سیلیکات‌ها و آزاد شدن کاتیون‌های آنها می‌باشد (سرینی واسامورتی ۲۰۰۸). همچنین تاثیر آرگونیت، کلسیت، دولومیت و ژیپس همچنین هالیت ها در ترکیب املاح آب شرب به دست آمده از آبخان

Archive of SID

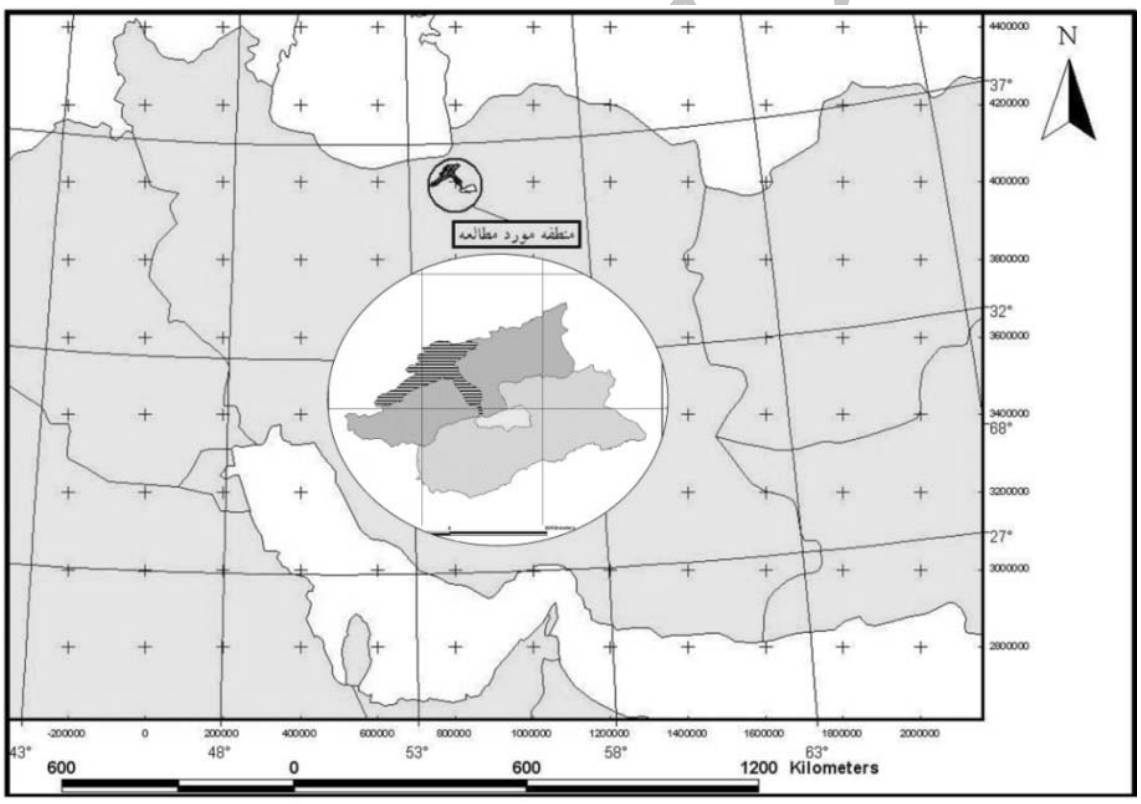
www.SID.ir

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

۲- مواد وروش‌ها

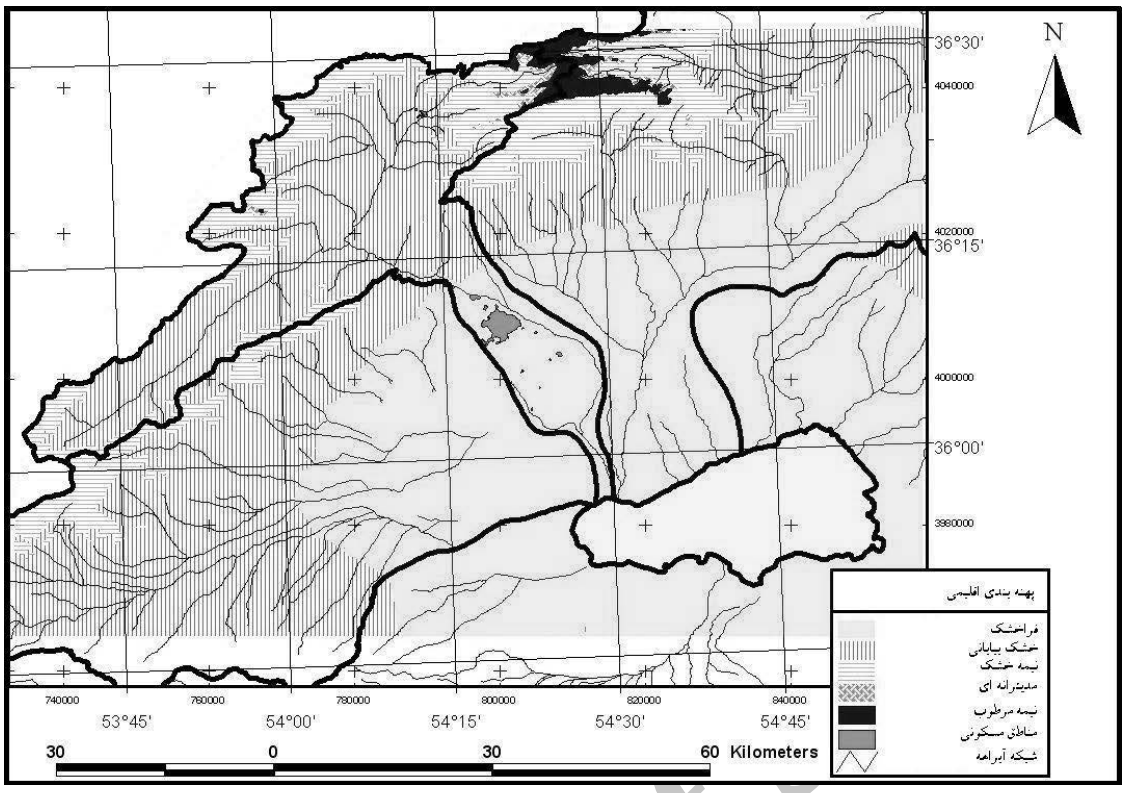
۲-۱- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه حوزه آبخیز چشمه علی دامغان یکی از زیرحوزه‌های کویر حاج علی قلی و بخشی از حوزه‌ی آبخیز بزرگ کویرمرکزی 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 لیتردرثانیه 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 فراخشک سرد تا نیمه مرطوب سرد در سطح حوزه، وجود دارد(شکل ۲).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir



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

۲-۲- روش تحقیق

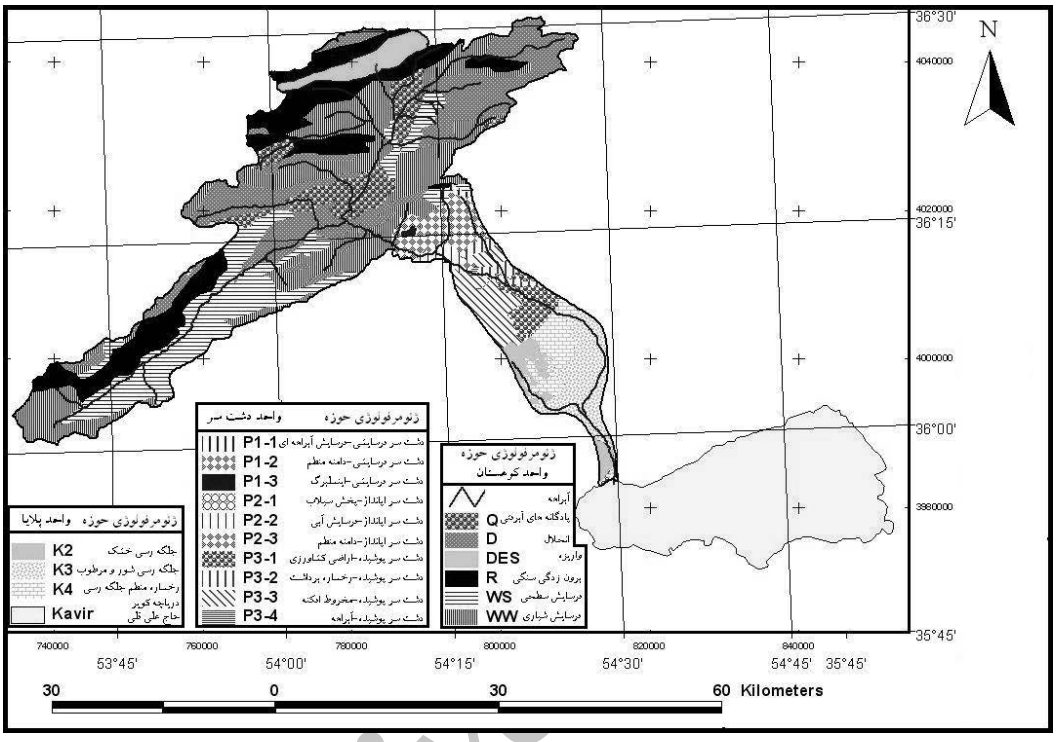
مطالعه براساس تهیه‌ی لایه‌های مختلف اطلاعاتی به صورت نقشه‌های رقومی در محیط نـرم افـزار Arcview 3.2، تعیین محل نمونه برداری از آب و تطابق لایه‌های مختلف باهم انجام شد. نقشه ژئومرفولوژی براساس نقشه رقومی توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره لندست تهیه گردید(شکل ۳). شیب‌های بالاتر از ۱۵درصد واحد کوهستان، شیب‌های بین ۸ تا ۱۵ درصد تیپ دشت سر فرسایشی، شیب‌های بین ٤ تـا ۸ درصـد تیـپ دشـت سـر اپانـداژ و شیب‌های بین ۱ تا ٤ درصد تیپ 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 تیپ ها و رخساره‌های آن در ابتـدا با تفسیر چشمی تصاویر ماهواره (لندست۲۰۰۰) 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 ۱:۱۰۰۰۰۰رقومی تهیه شد(جدول ۱)(سازمان زمین شناسـی و اکتـشافات معـدنی کشور ۱۳۷۱ و مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری ۱۳۸٤). جهت تعیین واحدهای مشکل ساز در تخریـب کیفیت آب، نقشه حساسیت به فرسایش(فیض نیا ۱۳۷٤) تهیه گشته و شبکه آبراهه‌های اصلی بـا آن مطابقـت داده شد(جدول ۲ و شکل ٤). محل برداشت نمونه‌های آب براساس مسیر عبور آبراهه‌ها از سازندهای مخرب و قبـل و بعد از محل اتصالشان انتخاب شدند.

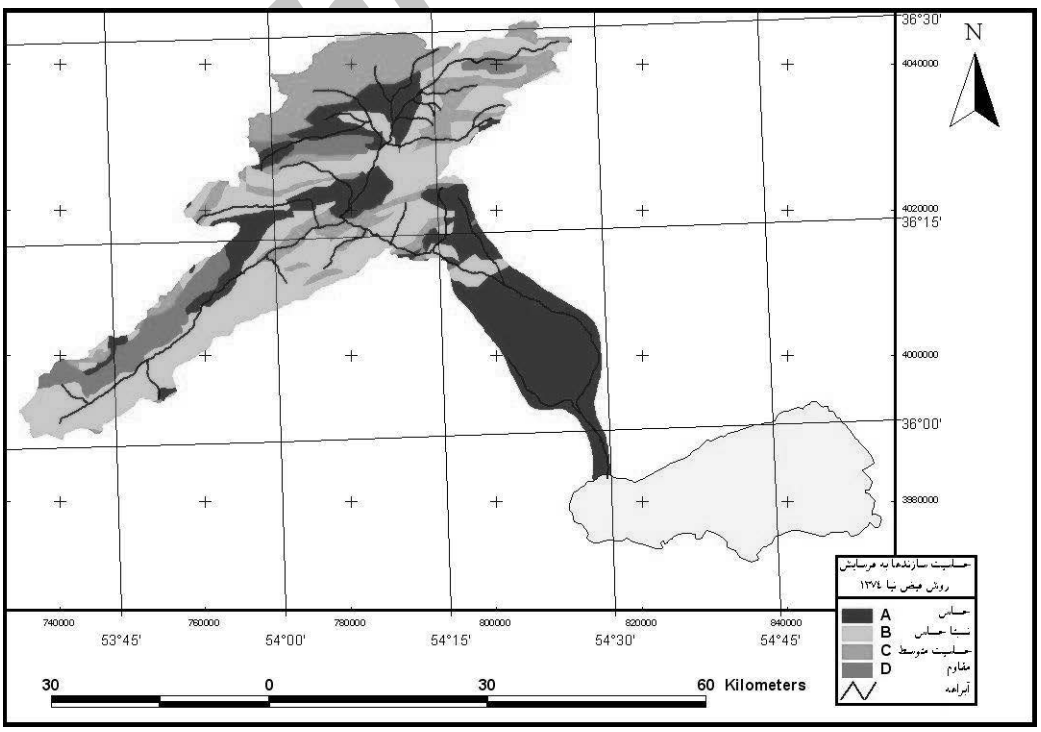
Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه‌ی نوع رسوبات و سنگ کف با استفاده از داده‌های ژئوالکتریک و نمونه سونداژها برای دو عمق ۱۰۰متر و ۲۰۰ متر (وزارت نیرو ۱۳۸۳) بررسی گردید(جدول۳)(شکل۵و٦). نمونه‌های آب از چاه‌هـای موجـود در منطقـه تهیه و جهت بررسی کیفیت آن‌ها همراه با روند تغییرات هدایت الکتریکی (EC) به عنوان شاخص کیفیـت درنظـر گرفته شد.



شکل ۳- نقشه ژئومرفولوژی



شکل۴- نقشه حساسیت به فرسایش سازندها همراه با آبراهه‌های اصلی

www.SID.ir

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

سن			علامت	خصوصیات سنگ‌شناسی	اسم سازنده	واحدهای تلفیق شده	ضریب حساسیت به فرسایش به روش فیض نیا(۱۳۷٤)	واحدهای مشکل‌زا از نظر کیفیت شیمیایی آب
دوران	دوره	دور						
سنوزوئیک	کواترنر	هولوسن	QS	کفه نمکی، کویر	در زون البرز		۳	*
			Qal	آبرفت امروزه، مخروط‌های گراولی			۳	
			Qt_2	پادگانه‌های جوان، دشت			۵	
		پلئستوسن	Qt_1	پادگانه‌های قدیمی			۵	
			Qf	آهک آب شیرین (تراورتن)			۷	
			Qc	رس ماسه‌ای			۳	
			Qpl	کنگلومرا		$Qpl = plc$	۷	
	ترسیر	نئوژن	Ngc	کنگلومرا			۷	
			Ngm	مارن و ژیپس و ماسه‌سنگ		$Urmg = Ngm = Nm$	۳	*
		پالئوژن ائوسن	Es	شیل، ماسه‌سنگ، گدازه		$ES = E1S$	۵	
			Et	توف، شیل‌توفی، گدازه، ماسه‌سنگ، ژیپس	کرج	$Et = Ek = P$	۱۲	
			Eg	ژیپس بنفش			۳	*
			En	آهک	زیارت	$En = E1$	۸	
			Ec / pgf^s	کنگلومرا Pgf^s ماسه‌سنگ Ec	فجن	$Ec = Pgf^c = Mc$	۷	
مزوزوئیک	کرتاسه		K_2	آهک		$K_2 = Kuig = K_2h = k_2l_1$	۸	
			K_2v	بازالت، اسپیلیت			۱۲	
			K	آهک و آهک دولومیتی			۸/۵	
	ژوراسیک		Jl	آهک کوره‌ای و ضخیم‌لایه	لار	$J_d = J_{11}$	۸	
			Jd	آهک و آهک مارنی	دلیچای		۷	
			J_s / J_s^{sd}	J_s شیل،ماسه‌سنگ،زغال‌سنگ‌با بقایای‌گیاهی J_s^{sd} ماسه‌سنگ، شیل	شمشک		۶	
			Jv	سنگهای آتشفشانی عموماً بازالت			۱۳	
	تریاس		PT_R / T_{Re}	PTR آهک و دربعضی محل دولومیت	الیکا	$Tre = Tre_1 = Tre_2 = Treig = Ptr$	۸/۵	
			PT_R / T_{RSH}	آهک دولومیتی TRsh دولومیت	زون البرز		۹	
پالئوزوئیک	پرمین		Pr	آهک	روته	ایران مرکزی	۸	
			b	بوکسیت	روته		۱۲	
			Pd	ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ کوارتزی و شیل	دورود		۸/۵	
	کربونیفر		Cm	آهک به سمت بالا شیل سیاه	مبارک		۷	
	دونین		Dkh / Dcg	آهک، آهک مارنی،شیل، ماسه‌سنگ			۶	
			Dkh / Db	آهک و دولومیت Dkh شیل، آهک، ماسه‌سنگ، دولومیت		Dkh خوش‌ییلاق	۷	
							۸	
			Dg / Ds / Dss	Dss ماسه‌سنگ قرمز Ds دولومیت	بهرام		۹	
			Dg / Ds	Dg آهک، دربخش‌بالایی تناوب شیل‌وآهک	سیب‌زار	Dg جیرود	۸	
			Dp	ماسه‌سنگ و دولومیت	پادها		۹	
	کامبرین		Cm^s	سیلت سنگی آهکی و شیل			۶	
			Cm	دولومیت،ماسه‌سنگ،ماسه‌سنگ‌کوارتزی،آهک	میلا	$Cm_1 = Cml1$	۹	
			Cm^1	آهک دولومیتی و دولومیت			۸/۵	
			Cl_q	ماسه‌سنگ کوارتزی سفیدرنگ	کوارتزیت رأس		۱۰	
			Cl	ماسه‌سنگ قرمز	لالون		۹	
			Cz	شیل، ماسه‌سنگ	زاگون		۵	
			Cbr	شیل، ماسه‌سنگ و دولومیت	بارورت		۵	
پرکامبرین			PCK	شیل، اسلیت، دیاباز، کمی‌دولومیت	کهر		۵	

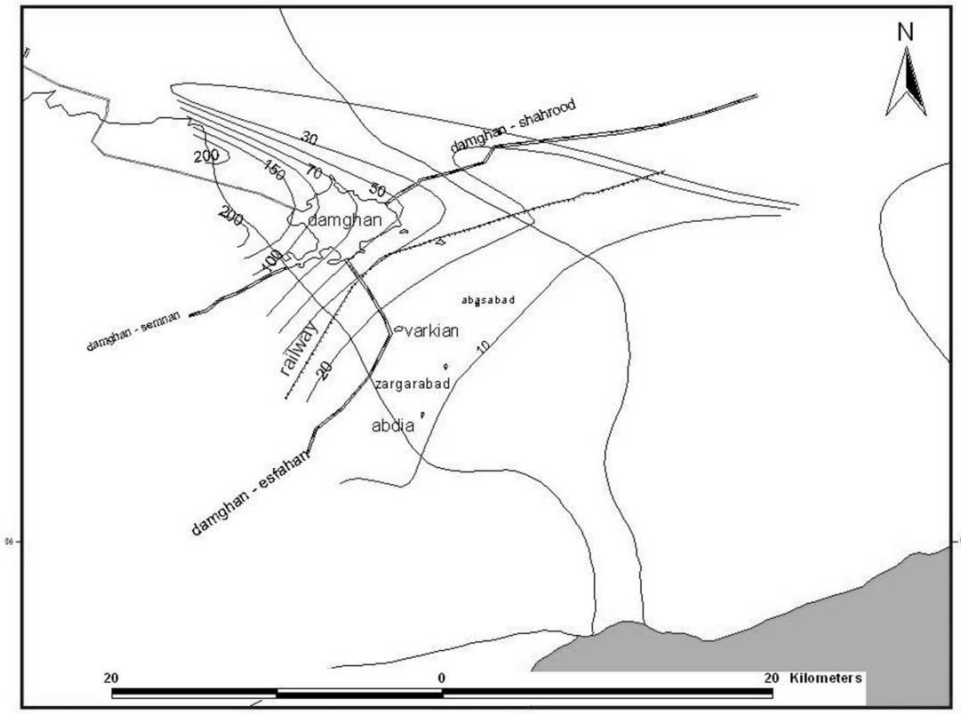
www.SID.ir

جدول۲- راهنمای رده‌بندی 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^1، Cm، Dp، Ds، Dss، Pd، Tash، TR، PTR، Dg، Db، Pr، Jl، K، K_2، En_1
مقاوم	D	> ۱۰	B، Jv، K_2V، Et

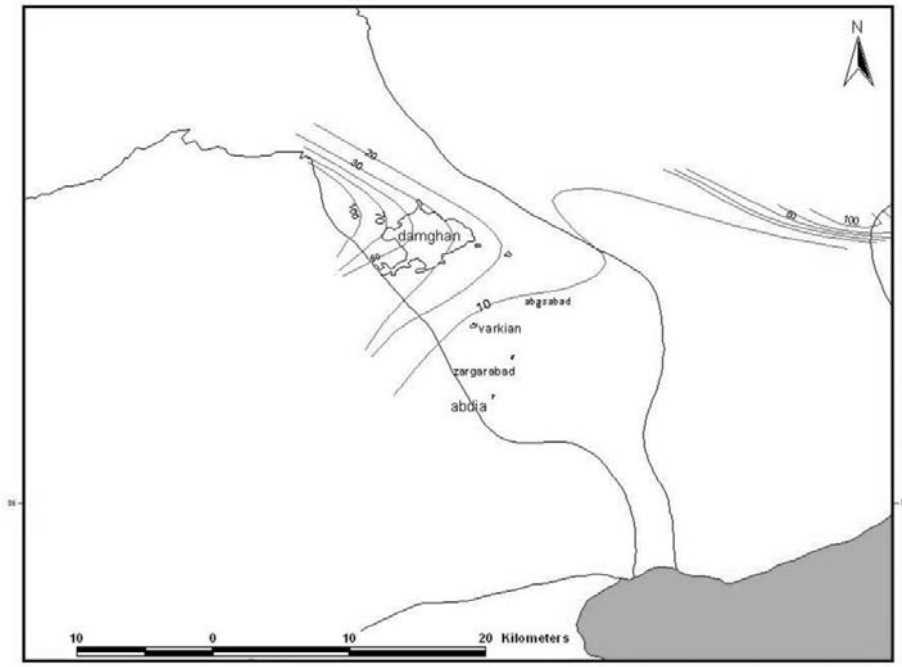
جدول ۳- راهنمای مقاومت مخصوص الکتریکی لایه‌های رسوب و سنگ کف

نوع لایه رسوبی	میزان مقاومت الکتریکی (اهم‌متر)
واریزه‌های‌حاصل‌ازفرسایش‌ارتفاعات‌وتشکیلات‌کنگلومرایی‌متراکم و نیز رسوبات‌آبرفتی دانه‌درشت و خشک	۱۰۰ – ۴۰۰ < -
رسوبات آبرفتی دانه درشت همراه با آب شیرین	۴۰-۱۰۰
آبرفتهای نسبتاً دانه‌ریز و آبدار	۲۰-۴۰
رسوبات حاوی آب لب‌شور و یا تشکیلات میوپلیوسن	۱۰-۲۰
سنگ کف مارنی یا رسوبات حاوی آب‌شور	۱۰ > -



شکل۵- نقشه مقاومت مخصوص ظاهری لایه‌ها مربوط به عمق ۱۰۰ متر

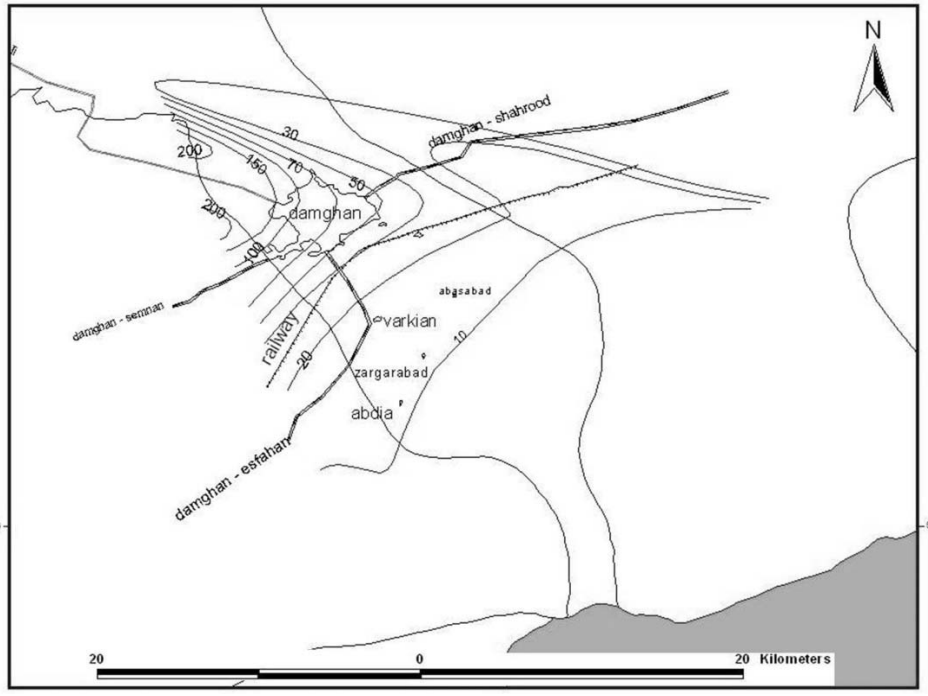
www.SID.ir



شکل۶- 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 ٤ می‌باشد. با توجه به تطابق مسیر آبراهه‌ها و واحدهای زمین شناسی 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 ۱۹٤۸) تقسیم‌بندی شد(شکل۷).



شکل۷- زیرحوزه‌های کیفی، مطابق با دیاگرام کیفیت آب ویلکوکس

www.SID.ir

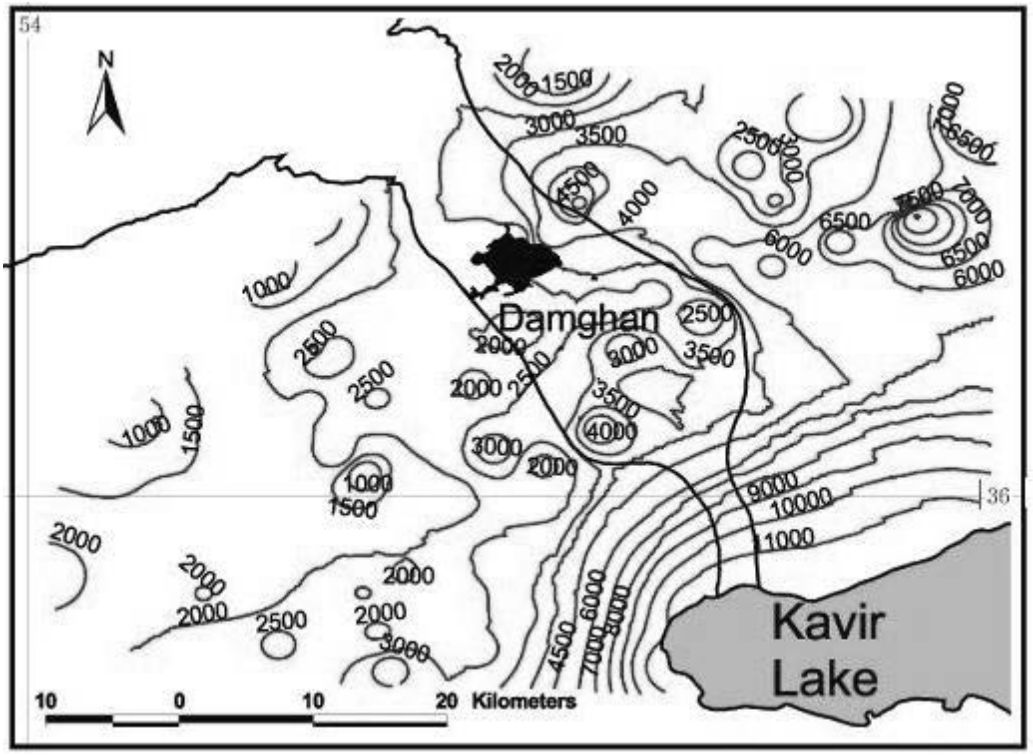
جدول ۴- نتیجه‌ی آزمایش‌های کیفی آب در عملیات صحرایی

ردیف	محل برداشت نمونه	مختصات جغرافیایی		ارتفاع	(دسی زیمنس برمتر) EC
		Y	X		
۱	سرچشمه‌دامغانرود در دیباج (چهارده)	٥٤/٢٥	٣٦/٤٣	١٩١٥	٥٠٠
٢	سرچشمه‌دامغانرد در دیباج	٥٤/٢٥	٣٦/٤٣	١٩١٥	٦٢٠
٣	سرچشمه دامغانرود در دیباج	٥٤/٢٥	٣٦/٤٣	١٩١٥	٦٣٠
٤	آستانه (محل‌اتصال‌دامغانرود و چشمه‌علی)	٥٤/١٠	٣٦/٢٧	١٤٦٤	١١٠
٥	چشمه‌علی (سرچشمه)	٥٤/٠٨	٣٦/٢٧	١٥١٧	٥٥٩
٦	رودخانه چشمه‌علی‌درآستانه	٥٤/١٠	٣٦/٢٦	١٤٦٠	٨١٠
٧	رودخانه چشمه‌علی‌بعدازآستانه	٥٤/١٨	٣٦/٢٣	١٣٧١	١٠٧٠
٨	رودخانه چشمه‌علی‌قبل‌ازورود به سد	٥٤/٢٠	٣٦/٢٢	١٣٥٥	١٠٨٠
٩	رودخانه‌چشمه‌علی محل ورود به دشت‌دامغان	٥٤/٢٩	٣٦/٢٠	١٢٥٢	١٢٩٠
١٠	آبراهه آستانه	٥٣/٩٨	٣٦/٢٢	١٦١٠	بیش‌از ٢٢٥٠
١١	آبراهه آستانه	٥٣/٩٦	٣٦/٢٢	١٦٢٤	بیش‌از ٢٢٥٠

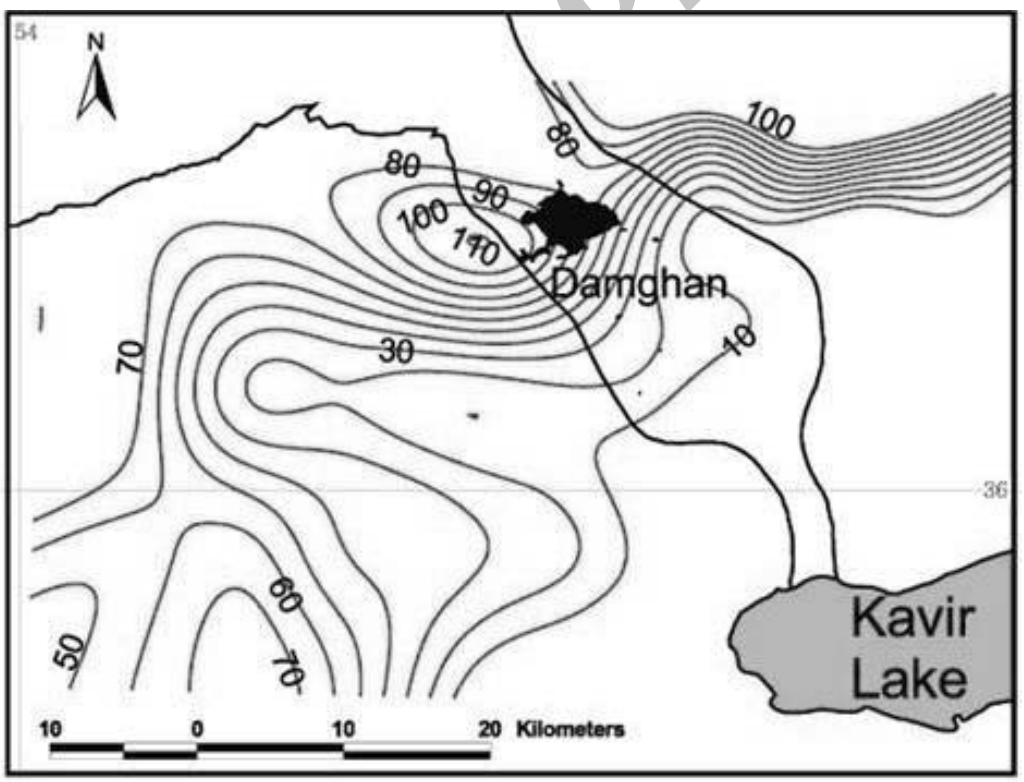
نتایج آنالیز کیفی نمونه‌های آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت و براساس آن نقشه‌ی منحنی‌های هدایت الکتریکی در سطح دشت تهیه گردید(شکل ۸). هرچند که دامنه تغییرات کیفیت آب در رسوبات واحد ژئومرفولوژی دشت سر و پلایا بسیار زیاد است(از ۲۰۰۰ میکروموس در دشت سر تا بیش از ۱۰۰۰۰ میکروموس در حاشیه دریاچه پلایا) ولی به طور کلی کیفیت آب زیرزمینی پایین و براساس طبقه‌بندی کیفیت آب (ویلکوکس ۱۹٤۸) در کلاس c4 قرار می‌گیرد. تفسیرنقشه‌های مقاومت مخصوص ظاهری در دو عمق ۱۰۰ و ۲۰۰ متر(شکل‌های شماره ٥و٦) 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 می‌شود. از تطابق نقشه‌ی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی (شکل ۸)و نقشه‌های مقاومت مخصوص ظاهری(شکل‌های شماره ٥و٦) چنین نتیجه گیری می‌شود که گسترش سنگ کف مارنی در دشت سر و پلایا، عامل اصلی تخریب کیفیت آب زیرزمینی است، بررسی عمق آب زیرزمینی در چاه‌های منطقه نیز می‌تواند تا حد زیادی موید این موضوع باشد(شکل ۹).

Archive of SID

www.SID.ir



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

٤- تفسیر نتایج

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

www.SID.ir

نمک در آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشند. در میان آن‌ها مارن‌های نئوژن که با علامت اختصاری Ngm نشان داده می‌شوند بیشترین میزان تخریب را ایجاد می‌نماید، این نتیجه با نتایج حاصل از آزمایش فیض نیا (۱۳۸۱) در حوزه‌ی دریاچه‌ی نمک همخوانی دارد. ظهور این سازندها هرچند نه در سطح بسیار گسترده در واحد ژئومرفولوژی کوهستان تحت تاثیر فعالیت‌های تکتونیکی سبب می‌شود که آب‌های 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 می‌شود 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 تصمیم‌گیری و هم در مرحله مهندسی و ساخت سازه در اختیار می‌گذارد.

منابع

۱- احمدی، حسن، (۱۳۸۷)، ژومرفولوژی کاربردی، بیابان، فرسایش بادی، جلد۲، 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.

٤- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۷۱). چهارگوش کیاسر.

۵- فیض نیا،س،(۱۳۷۱). سنگ‌های رسوبی غیر آواری(بجز کربناتها)،تهران انتشارات دانشگاه تهران.

٦- فیض نیا، س،(۱۳۷٤). "مقاومت سنگ‌ها نسبت به فرسایش در اقالیم مختلف ایران"،مجله منابع طبیعی ایران، شماره٤۷، صص. ۹۵-۱۱٦.

۷- فیض نیا، س،(۱۳۸۱)، بررسی علل زمین شناسی بیابانی شدن غرب حوزه مرکزی، انتشارات موسسه جنگل‌ها و مراتع.

۸- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، (۱۳۸٤). نقشه زمین شناسی حوزه‌ی آبخیز چشمه علی دامغان.

۹- مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، (۱۳۸٤). نقشه توپوگرافی حوزه‌ی آبخیز چشمه علی دامغان.

Archive of SID

www.SID.ir

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. BulletinVol. 962. pp: 40.

Archive of SID

www.SID.ir