مدیریت بهینه آب با استفاده از رویکرد اکوژئومورفولوژیک

(منطقه مورد مطالعه: حوضه آبخیز ارنگه، کرج)

امیر کرم[۱]، امیر صفاری[۲]، شیلا حجه فروش نیا[۳]

[۱]دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایرانaa_karam@yahoo.com

[۲] دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایرانamirsafari@yahoo.com

[۳]دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایرانstd_hajehforosh@khu.ac.ir

۱- مقدمه

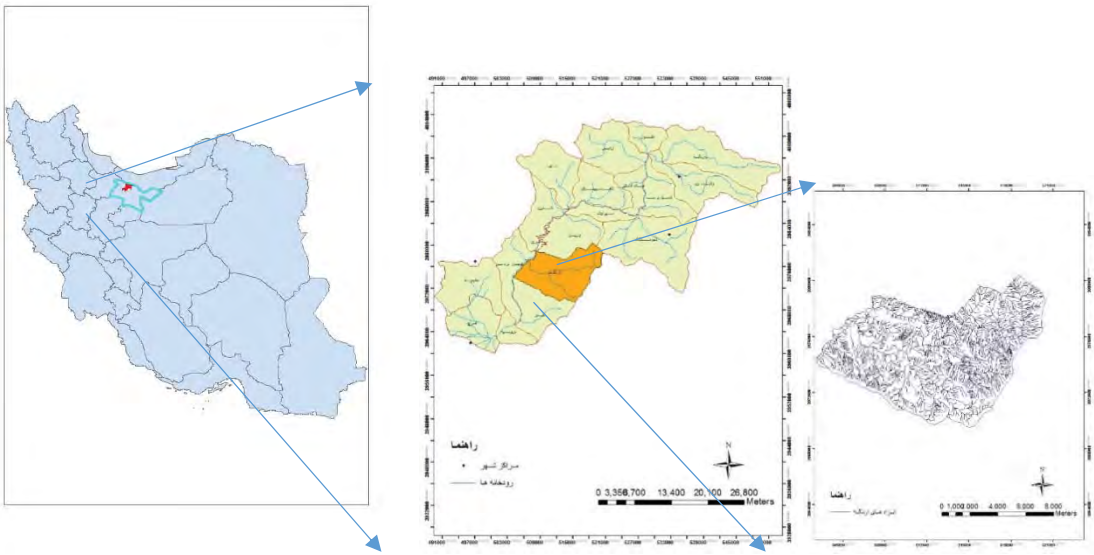
محیط طبیعی بستر فعالیتهای مختلفی است که از برهمکنشهای موجود بین فعالیتهای انسانی و طبیعت شکل گرفته و دستخوش تغییرات نیز میشود. از میان این فعالیتها، دو فعالیت دارای نمود بیشتری در طبیعت بوده و از ارکان اساسی آن به شمار میآیند، یکی از آنها فعالیتهای اکولوژیکی و دیگری ژئومورفولوژیکی است، که ویژگیهای اکولوژیکی حیات در طبیعت را بر عهده داشته و بستر فعالیتهای حیاتی را تامین کرده و و فرآیندهای فیزیکی آن را در کنترل دارد. در توسعه منابع آب زیرزمینی ، عوامل متعددی تاثیرگذار می باشد که از جمله این عوامل می توان به نقش عوامل ساختاری نظیر گسلها، درز و شکافها، عوامل سنگ شناسی مانند نوع سازند منطقه وعوامل توپوگرافی همچون شیب وارتفاع منطقه ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی اشار ه کرد. در این مقاله سعی گردیده تا با بررسی و تهیه نقشه های ژئومورفولوژیکی و شناخت خصوصیات خاک وسنگ منطقه و همچنین تهیه نقشه پوشش گیاهی و بررسی نوع و تیپ گونه های آن ، پیشنهادات و راهکارهایی ارائه گردد تا بخشی از منابع آبی به توسعه منابع آب زیرزمینی اختصاص یابند.

دانش اکوژئومورفولوژی از تلفیق سه دانش اکولوژی، هیدرولوژی و ژئومورفولوژی شکل میگیرد که به بررسی موجودات زنده و محل زندگی آنها با توجه به تاثیرات ویژگیهای ژئومورفولوژیکیو هیدرولوژیکی زیستگاهها می پردازد. اولین مطالعات در رابطه با رابطه اکولوژی و ژئومورفولوژی به دهه 1800 بر می گردد(Cowles,1899). و مطالعات بیشتر در رابطه با آن در دهه های ۶۰ و ۷۰ میلادی (Olson, 1958) انجام گرفت (Hack and Goodlet, 1960). واژه هائی از قبیل اکوژئومورفولوژی و بیوژئومورفولوژی در دهه 1990 عمومی شدند(Osterkamp and Hupp, 2010). در سال 1990 در جلسه سالانه گروه تحقیقاتی ژئومورفولوژی بریتانیا (Thornes,1990) و در سال 1995 سمپوزیوم(Hupp et al., 1995b) بر روی واژه بیوژئومورفولوژی تاکید کردند. واژه های اکوژئومورفولوژی و بیوژئومورفولوژی به طور معمول هم خانواده هم هستند (Hupp et al., 1995a). اکوژئومورفولوژی به عنوان چهارچوبی میان رشته ای این پتانسیل را دارد تا راه حل های تازه برای مشکلات زیست محیطی در سیستم های رودخانه ای را ارائه دهد. اکوژئومورفولوژی تشخیص می دهد که اجزای هیدرولوژیکی، ژئومورفولوژیکی و اکولوژیکی سیستم رودخانه در مقیاس های چندگانه ی مکانی و زمانی تاثیر متقابل دارند. در زمینه ی جریانهای زیست محیطی، مشخصه های هیدرولوژیکی تاثیر ناپایداری بر مشخصه های بیولوژیکی و ژئومورفولوژیکی خواهند داشت و بالعکس. در واقع ویژگی های هیدرولوژیکی ممکن است نقش

مهمی در مناطق خاصی از یک رودخانه داشته باشند اما تاثیر کم یا هیچ تاثیری نیز در مناطق دیگر نداشته باشند. شناسایی مقیاس های مکانی و زمانی به عنوان کلید برهمکنش کل یک سیستم رودخانه ای برای مدیریت موثر جریان های زیستی ضروری است.

۲- مشخصات عمومی منطقه

حوضه آبخیز ارنگه با مساحت ۱۰۰۸۸/۵ هکتار و حداکثر ارتفاع ۳۶۶۵، حداقل ۱۶۳۷ متر و ارتفاع متوسط ۲۶۸۹ متر درمحدوده شمال شهرستان کرج، ۱۵ کیلومتری جاده کرج ـ چالوس ، در ضلع شرقی رودخانه و زیردست سد کرج (امیرکبیر) واقع شده است . تمامی راههای ارتباطی بین روستاها ی درون و مجاور حوضه آسفالت میباشد .



شکل(!) نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در حوضه آبریز کرج

۳- داده ها و روش

تهیه نقشه پوشش گیاهی و واحدهای کلان شکل شناسی

با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست در سیستم اطلاعات جغرافیایی و بازدید میدانی نقشه ژئومورفولوژی وپوشش گیاهی منطقه تهیه گردید. فرم اصلی پوشش گیاهی حوضهٔ آبخیز ارنگه مرتع است و جنگل طبیعی و یا مصنوعی در این حوضهٔ آبخیز وجود ندارد. تیپ‌های گیاهی مرتعی نیز همانند بخشهای دیگر مناطق کوهستانی البرز مرکزی با تأثیرپذیری از شیب و جهت دامنه‌ها چندان متنوع نبوده و شامل تیپ‌های گیاهی گون-گراس، گراس-گون، گراس-گیاهان خاردار، گراس-کما-گون، چمنزار، اراضی کشاورزی و مسکونی و بیرون‌زدگی سنگی و اراضی خیلی شیبدار می باشد.

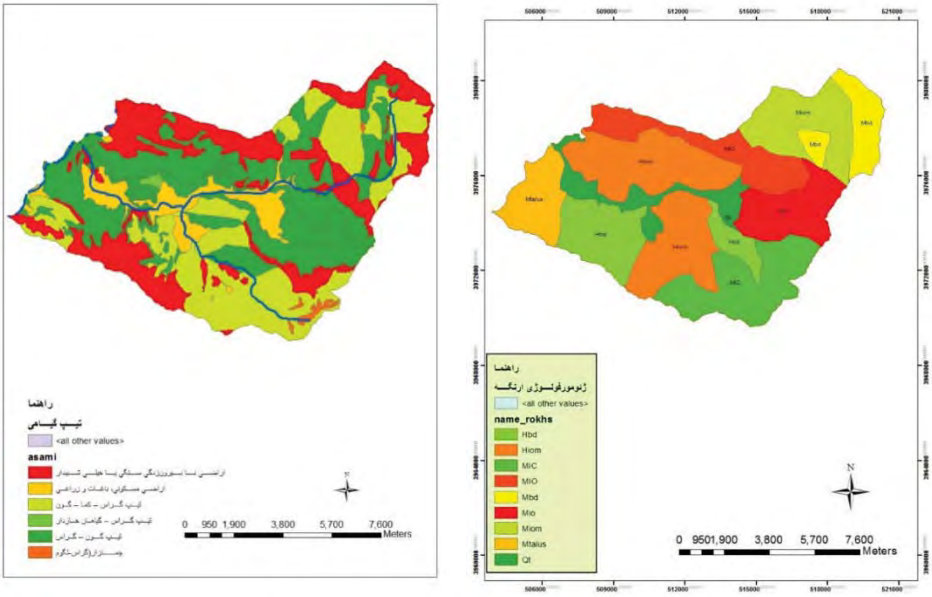
ببا توجه عکس‌های هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و بازدید میدانی و نیز با تفکیک تیپ‌های گیاهی بر اساس سیمای ظاهری و نوع و فرم رویشی، گونه‌های غالب محدوده هر یک از تیپ‌ها بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ مشخص و تفکیک شد. در اینجا لازم به ذکر است به سبب نوع ترکیب گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه و خصوصیات نسبتاً مشترکی که در بخشهای مختلف حوضه وجود دارد و نیز عدم امکان تفکیک تیپ‌ها براساس دو یا سه گونه غالب (به علت نسبت ترکیب تقریباً مساوی چندین گونه از یک نوع فرم رویشی) تیپ‌بندی براساس فرم‌های رویشی انجام شده است. مساحت و نسبت مساحت هر یک از تیپ‌های گیاهی در حوضهٔ آبخیز ارنگه در جدول شمارهٔ (۱) آمده است.

شکل (۲) نیز پراکنش تیپ های گیاهی حوضه را نشان می دهد. برای بررسی ژئومورفولوژی و شکل شناسی محدوده از روش تقسیم ارضی بر مبنای شناسایی واحد های ارضی و زیر واحد ها استفاده شده است، بر این مبنا چهار واحد ارضی کلان، هفت زیر واحد و ۲۱ رخساره شکل شناسی تفکیک گردیده، شکل (۲) و جدول (۲) انواع واحد های شکل شناختی را نشان می دهند.

جدول (۱): مساحت و نسبت مساحت هر یک از تیپ‌های گیاهی در حوضهٔ آبخیز ارنگه.

ردیف	نام تیپ یا پدیده سطح زمین	مساحت (هکتار)	نسبت مساحت (٪)
۱	: تیپ گون – گراس(I)	۷۸۳/۸۶۸	۷/۸
۲	: تیپ گراس – گون(II)	۲۹۹۷/۷۴۴۵	۲۹/۷
۳	: تیپ گراس – گیاهان خاردار(III)	۲۸/۷۵۴۷	۰/۳

۴	: تیپ گراس – کما – گون(IV)	۲۷۳۵/۰۷۰۴	۲۷/۱
۵	: (چمنزار) گراس - لگوم(V)	۷۱/۷۱۷۳	۰/۷
۶	اراضی با بیرون‌زدگی سنگی یا خیلی شیبدار	۲۶۵۸/۱۲	۲۶/۳
۷	اراضی مسکونی، باغات و زراعی	۸۲۳/۲۵۵۱	۸/۲
جمع		۱۰۰۹۸/۵۳	۱۰۰/۰



شکل (۲) نقشه تیپ گیاهی منطقه ارنگه(سمت چپ) و نقشه واحد های شکل شناختی (سمت راست)

جدول (۲) انواع واحد های شکل شناختی

واحد	زیر واحد یا تیپ	کد رخساره	شـــــــــــــرح رخســــــــــاره
کوهستان (M , m)	دامنه نامنظم (i)	mio_1dm	پهنه‌های نامنظم کوهستانی با رخنمون ۵۰-۲۵ درصد بولدرهای سنگی مستعدRock fall با فرسایش آبراهه‌ای با تراکم زیاد
		Miord	پهنه‌های کوهستانی نامنظم با رخنمون بیش از ۷۵ درصد واحدهای سنگی
		Micd	پهنه‌های کوهستانی نامنظم با پوشش کالوویوم بیش از ۷۵ درصد همراه با فرسایش آبراهه‌ای
		Mio_1d	پهنه‌های کوهستانی نامنظم همراه با پوشش ۵۰-۲۵ درصد نهشته‌های فرسایشی
		mio_1g	پهنه‌های کوهستانی نامنظم همراه با رخنمون ۵۰-۲۵ درصد واحدهای سنگی
		mio_2m	پهنه‌های کوهستانی نامنظم با رخنمون ۷۰-۵۰ درصد سیلت سنگ و توفیت
		micm	پهنه‌های کوهستانی کالوویومی منظم با رخنمون تا ۲۵ درصد واحدهای سنگی
		Mio_2t	پهنه‌های نامنظم کوهستانی با پوشش ۷۰-۵۰ درصد پیل‌های سنگی مستعد سنگ ریزش و فرسایش
	دامنه‌منظم(r)	Mrc	پهنه‌های کوهستانی منظم با پوشش نهشته‌های کالوویوم‌های اتی‌ژن بیش از ۷۵ درصد
تپه ماهور (H,h)	دامنه نامنظم (i)	Hicrd	پهنه‌های نامنظم تپه‌ماهوری با پوشش کالوویوم‌های اتی‌ژن بیش از ۷۵ درصد و فرسایش آبراهه‌ای شیاری
		Hicg	پهنه‌های تپه ماهوری نامنظم با پوشش کالوویوم‌های اتی‌ژن بیشتر از ۷۵ درصد و فرسایش آبراهه‌ای توسعه‌یافته
		Hio_1d	پهنه نامنظم تپه ماهوری با پوشش نهشته‌های فرسایشی ۵۰-۲۵ درصد همراه با فرسایش آبراهه‌ای
		hic_1m	پهنه‌های نامنظم تپه ماهوری کالوویومی با رخنمون ۵۰-۲۵ درصد واحدهای سنگی

		hio_2m	پهنه‌های نامنظم تپه ماهوری با رخنمون ۷۰-۵۰ درصد واحدهای سنگی
	دامنه‌منظم(r)	Hrc	پهنه‌های تپه ماهوری منظم با پوشش کالوویوم‌های اتی‌ژن بیشتر از ۷۵ درصد بالیتولوژی
		Hro_1	پهنه‌های تپه ماهوری منظم با پوشش نهشته‌های واریزه‌ای ۵۰-۲۵ درصد واجد فرسایش غالب سطحی
دشت میانکوه ی (D,d)	ناهموار (i)	Dicg	پهنه‌های کالوویومهای اتی‌ژن با مورف دشت ناهموار دارای فرسایش
تراستهای کواترنر (Q,q)	ناهموار (i)	$qFic_1m$	پهنه‌های (کالوویوی-آلوویومی) کواترنر با رخنمون ۵۰-۲۵ درصد واحدهای سنگی مستعد سنگ ریزش
	هموار (r)	QFrcf	پهنه‌های تراستی کواترنر با مورف فلات هموار
		QFrcv	پهنه‌های آلوویال تراستی کواترنر با مورف فلات هموار با پوشش غالب محصولات باغی
		QFrc	نهشته‌های آبرفتی سطحی دامنه‌ای با مورف فلات

۴- بحث و نتیجه گیری

با بازدیدهای میدانی و برداشت نقاط با استفاده از GPS موقعیت چشمه های منطقه برداشت شد . با بررسی های به عمل آمده مشخص شد که چشمه های محدوده عمدتاً در نواحی قرار دارند که جنس خاک از توف سبز، توف و کنگلومرا،سنگ ماسه وشن، شیل، شیل و ماسه سنگ و مونزوگابرو و پوشش گیاهی مرتعی است. با توجه به اینکه ۶۵/۶ ٪ از منطقه راپوشش جنگلی فراگرفته و ۷۰ ٪ منطقه توف سبز و سنگ و ماسه می باشد این منطقه قابلیت نفوذ رواناب های منطقه را به منابع آب زیرزمینی دارد. در مدیریت تولید آب، هدف اصلی جذب و استفاده از کلیه بارش های جوی و رودها در عرصه حوزه های آبخیز و تبدیل آن به منابع آبی پایدار مانند آب های زیرزمینی است. اقتصادی ترین و بهترین راهکار برای نیل به این هدف، حفظ و تقویت پوشش گیاهی در جنگل ها و مراتع است. در مراتع خوب و جنگل های متراکم، پوشش گیاهی موجود، کلیه رواناب ها و بارشها را جذب کرده، ضمن پیشگیری از وقوع سیل و فرسایش خاک، تولید آب حوضه نیز افزایش پیدا خواهد کرد. به عنوان مثال در اراضی جنگلی بارش ها در خاک نفوذ و ذخیره می شوند به طوری که هر هکتار جنگل قادر به ذخیره سازی ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمکعب آب است. ضمن این که زمان نفوذ یک لیتر آب در جنگل حدود ۷ دقیقه است اما در مناطق غیر جنگلی این زمان به حدود ۴ ساعت افزایش می یابد. در واقع میزان نفوذ بارشها در مناطق جنگلی ۴۰ برابر اراضی غیر جنگلی است. با اجرای مدیریت جامع در حوضه های آبخیز ضمن پیشگیری از بخشی نگری حاکم در بخشهای مختلف اجرایی می توان به توسعه پایدار که در کلی ترین مفهوم تامین کننده نیازهای نسل حاضر و نسل های آینده یا «فردا را در امروز دیدن» است دست یافت. نخستین گام در مدیریت منابع آبی کشور، توجه و سرمایه گذاری مناسب در بخش منابع طبیعی و آبخیزداری است تا ضمن تقویت جنگل ها و مراتع به عنوان بستر توسعه، آب و خاک حفظ شده و شرایط برای پیشرفت اقتصادی کشور فراهم شود.

۵- رفرنس

[۱] Cowles, H., C., 1899. The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. Botanical Gazette, 27: 95–117, 167–202, 281–308, 361–391.

[۲]Gippel, C. J. & Stewardson, M. J. (1998) Use of wetted perimeter in defining minimum environmental flows. *Regul. Rivers: Res. Manage.* **14**, 53–67.

[۳] Hupp, C.R., Osterkamp, W.R., Howard, A.D. (Eds.), 1995a. Biogeomorphology-Terrestrial and Freshwater Systems. Elseiver, Amsterdam, The Netherlands. 347 pp.

[٤] Hupp, C.R., Osterkamp, W.R., Howard, A.D., 1995b. Preface. Geomorphology 13 (1–4),

[٥] Hack, J.T., Goodlet, J.C., 1960. Geomorphology and Forest Ecology of a Mountain Region in the Central Appalachians. Professional Paper 347, U.S. Geological Survey, Washington D.C. Osterkamp, W.R., Hupp, C.R., 1996. Preface. Geomorphology 14 (4), 275-275.

[٦] Lancaster, J. & Belyea, L. R. (1997) Nested hierarchies and scale-dependence of mechanisms of flow refugium use. *J. N. Am. Benthol. Soc.* **16**, 221–238.

[٧]Olson, J.S., 1958. Lake Michigan dune development 2. Plants as agents and tools in geomorphology. The Journal of Geology 66 (4), 345–351.

[٨] Thornes, J.B., 1990. Vegetation and Erosion. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester. 518 pp

مکانیابی دفع زباله و پسماند با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC به منظور جلوگیری از آلودگی آبهای سطحی و نفوذ شیرابه به آب های زیرزمینی شهر آبدانان

مجتبی یمانی[۱]، پریسا پیرانی[۲]، فاطمه گراوند[۳]

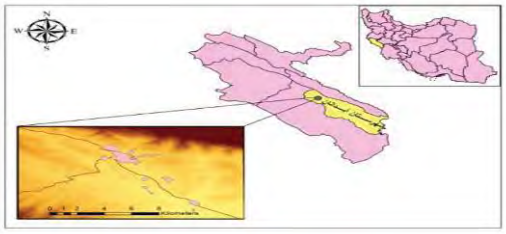
۱. استاد دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، myamani@ut.ac.ir

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، p.pirani@ut.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، F-geravand@ut.ac.ir

مقدمه و منطقه مورد مطالعه

رشد روزافزون جمعیت شهری ایران به همراه ایجاد مراکز جمعیتی جدید، فقدان سیاست‌گذاری یا ارزیابی فعالیت‌های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی و تداوم تخلیه انواع زائدات و فاضلاب‌ها به محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان‌ها به ویژه شهرنشینان را در معرض خطرات و زیان‌های گوناگونی قرار داده است (عبدلی، ۱۳۷۹). هرساله مقدار زیادی مواد زائد تولید می‌شود و این مواد نه تنها آب و هوا، بلکه زیست‌بوم‌هایی را که حیات شهری و روستایی به آن وابستگی داشته را به‌شدت تهدید می‌کند. برای اطمینان از حفظ محیط زیست و جلوگیری از آلودگی زیست‌محیطی، مکان‌یابی مراکز دفن بهداشتی زباله و دست‌یابی به اهداف توسعه پایدار ضروری به نظر می‌رسد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین انتخاب محل دفن یک وظیفه کاملا مهم با در نظرگرفتن تمامی قوانین و استانداردهای زیست محیطی متناسب هر جامعه است (Sener, 2005). در کشور ایران مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد غالباً در طرح‌های جامع شهری انجام گرفته، اما باید توجه کرد که دید سیستماتیک و محیطی موضوع کاملاً کمرنگ بوده و فقط با تکیه بر یک یا چند شاخص محل دفن مشخص می‌شود (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶). در این زمینه قنواتی وهمکاران (۱۳۹۰) به تعیین مکان مناسب دفن پسماند در شهر سبزوار، متکان و همکاران (۱۳۸۷) دفن پسماند شهر تبریز را مورد بررسی قرار دادند. بنت (۲۰۰۴) گزارشی حاکی از جمله مدیریت و دفن مواد زائد جامد شهر رم را ارائه داده است (Benet,2005). شهر آبدانان در شمال غرب شهرستان آبدانان، در دامنه جنوبی کبیرکوه قرار گرفته است و رودخانه اصلی شهر نیز به تبعیت از جهت ناهمواری‌ها کشیده شده (مهندسین مشاور پویانقش شهر و بنا، ۱۳۸۸). از دیرباز بستر رودخانه ها و آبراهه های پراکنده اطراف شهر محل دفن زباله بوده‌اند که همواره بوی نامطبوع و چشم‌انداز نامناسب و آلودگی آب های سطحی را عرضه کرده اند بنابراین نبود مکان مناسب دفن زایدات و پسماندها با توجه به گسترش روزافزون شهر و افزایش جمعیت پرداختن به این مسئله و یافتن مکان مناسب را ضروری می‌نماید.



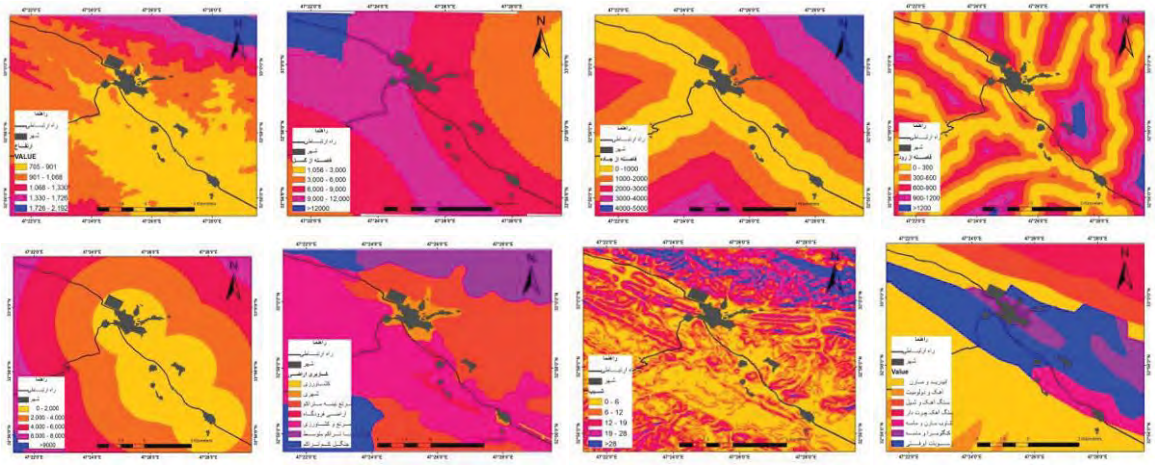
شکل ۱ . موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

مواد و روشها

ابتدا اطلاعات مورد نیاز مانند نقشه توپوگرافی ۱.۵۰۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی۱.۱۰۰۰۰۰، لایه کاربری اراضی مربوط به منطقه جمع آوری شد. براساس مطالعات انجام گرفته لایه‌های اطلاتی مورد نیاز شامل: ارتفاع، شیب، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، نوع کاربری اراضی، فاصله از جاده و فاصله از مناطق مسکونی می‌باشند. به ترتیب اهمیت هر بخش از یک لایه با مشاوره با کارشناسان، امتیازبندی شد تا برای اعمال توابع عضویت فازی مورد استفاده قرار بگیرد. از آنجا که کاربرد منطق فازی در یک مسئله سه مرحله دارد: تبدیل مقادیر عددی به مجموعه‌ای از مقادیر فازی، اثرکردن مجموعه‌ای از قواعد استنتاجی (قانون‌های اگر-آنگاه)، بازگرداندن مقادیر فازی و تبدیل آن‌ها به مقادیر عددی (سعیدی و افشاریجو، ۱۳۸۹: ۶۱). بنابراین برای هریک از لایه‌ها تابع مورد نظر از نظر افزایشی، کاهشی (بسته به نوع تعریف لایه) برای تبدیل ارزش کلاس‌های هریک از لایه‌ها به امتیاز کمی ترسیم شد و در گام بعدی با استفاده از ابزار Fuzzy membership نوع تابع اعمال شد و نقشه فازی شده برای هر لایه به دست آمد. در مرحله آخر بوسیله ابزار Fuzzy overlay لایه ها با استفاده از عملگرهای فازی ترکیب شدند.

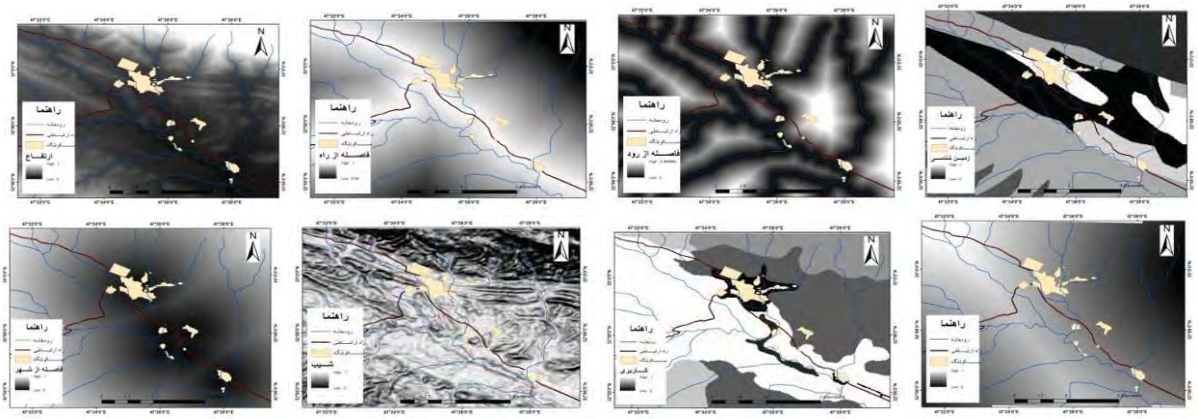
یافته ها و بحث

اصولی که براساس آن مکان‌یابی پهنه های مناسب جهت دفن زباله و پسماند شناسایی شده و لایه‌های مورد نظر طبق آن به صورت تابع فازی شکل می‌گیرند شامل: استقرار در مناطق کم شیب، فاصله گرفتن از رودخانه، قرار گرفتن بر روی سازندهای نفوذناپذیر و سخت زمین شناسی، فاصله گرفتن از گسل، نزدیکی به راه ارتباطی، دوری از سکونتگاه، مستقرشدن در ارتفاع متوسط و استقرار در کاربری بایر و غیر کشاورزی و مسکونی است. شکل زیر لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده در فرایند تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۲. لایه های اطلاعاتی رستری شده مورد استفاده در فرایند تحقیق

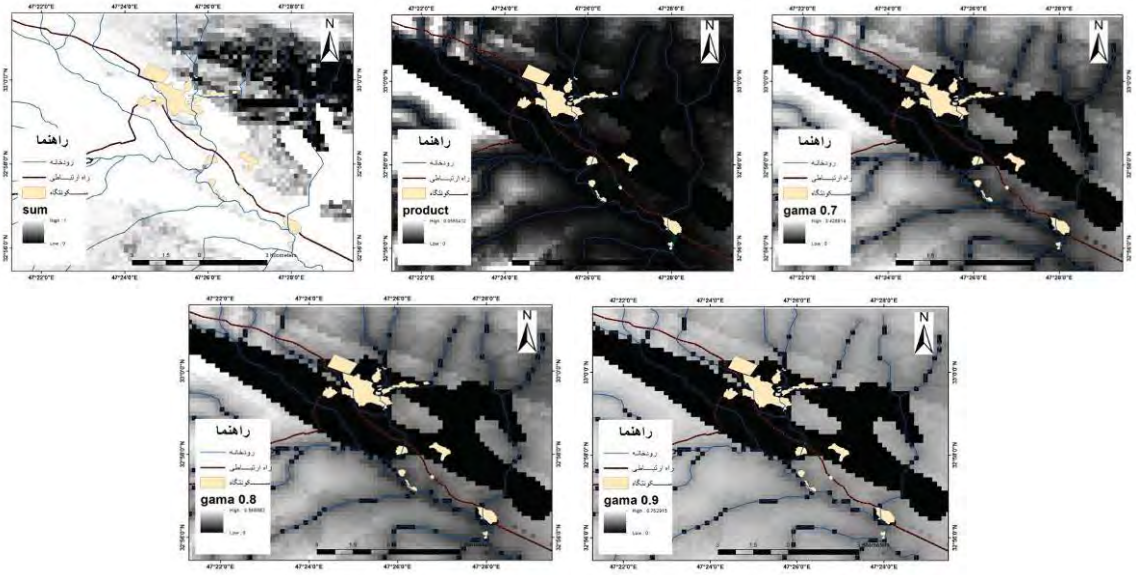
اولین مرحله فازی سازی کردن داده‌ها است که به معنای تعریف توابع عضویت برای پارامترها می‌باشد که شامل دو مرحله فازی‌سازی ورودی‌ها و فازی‌سازی خروجی‌ها می‌باشد در مدل فازی، به هر یک از پیکسل‌ها در هر نقشه فاکتور مقداری بین صفر تا یک اختصاص داده می‌شود که بیانگر میزان مناسب بودن محل پیکسل از دیدگاه معیار مربوط برای هدف موردنظر می‌باشد. این لایه‌ها پس از اعمال توابع فازی که عمدتا به دو صورت افزایشی و کاهشی مستقیم هستند به لایه‌هایی با ارزش پیکسل صفر تا یک تبدیل شده‌اند. پیکسل‌هایی با ارزش ۱ بیشترین نقش را در امر مکان‌یابی ایفا می‌کنند و هرچه ارزش آن‌ها به سمت صفر میل می‌کند از اهمیت آن‌ها کاسته می‌شود. شکل زیر لایه‌هایی که به این صورت فازی سازی شده‌اند را نشان می‌دهد. که رنگ تیره بیانگر ارزش صفر و نزدیک به آن و رنگ روشن بیانگر ارزش بالاتر یعنی ۱ و نزدیک به آن می‌باشد. برای هریک از لایه‌ها تابع مورد نظر از نظر افزایشی ، کاهشی (بسته به نوع تعریف لایه) برای تبدیل ارزش کلاس های هریک از لایه‌ها به امتیاز کمی ترسیم شد و در گام بعدی با استفاده از ابزار Fuzzy membership نوع تابع مشخص شد و نقشه فازی شده برای هر لایه به دست آمد.



شکل ۳. نقشه‌های فازی سازی شده لایه‌های اطلاعاتی

نقشه‌هایی که با استفاده از توابع فازی استاندارد شده‌اند با استفاده از عملگرهای مختلف جمع و ضرب جبری و گامای فازی با یکدیگر تلفیق می‌شوند، و نقشه تناسب زمین برای دفن زباله و پسماند را به دست می‌دهند. بنابراین برای تلفیق و هم‌پوشانی لایه‌های صفر و یک، از ابزار Fuzzy overlay استفاده می‌شود. عملگر جمع فازی حساسیت پایین و عملگر ضرب حساسیت بالایی دارد، به این معنی که نقشه بدست آمده از عملگر جمع، پیکسل‌های بیشتری را مناسب و حالت

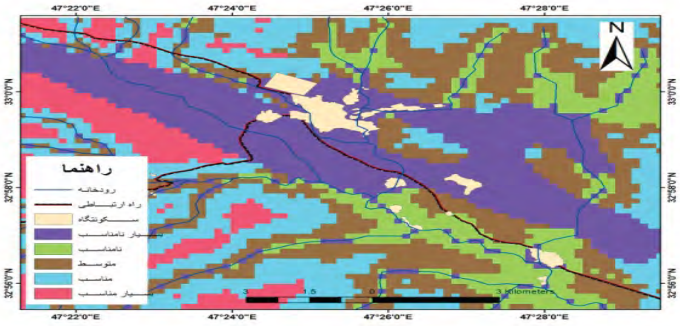
خوشبینانه‌ای را نمایش می‌دهد در حالی که نقشه بدست آمده از عملگر ضرب فازی، حالت عکس آن را نشان می‌دهد ، بنابراین برای تعدیل این دو از عملگر گامای فازی استفاده می‌شود.



شکل ۴. نقشه‌های حاصل عملگرهای مختلف فازی (جمع، ضرب، گاما با ضرایب مختلف)

نتیجه گیری

طبقه‌بندی و تفسیر نقشه خروجی فازی: بررسی‌های تطبیقی و در نظرگرفتن شرایط موجود نشان می‌دهد گامای ۰/۹ توزیع مناسب‌تری از پهنه‌ها را به منظور انتخاب محل بهینه دفن زباله و پسماند نشان می‌دهد. نقشه بدست آمده با استفاده از عملگر گامای فازی مورد طبقه بندی قرار گرفت و به صورت ۵ طبقه که نماینده مکان های مناسب، نسبتا مناسب، متوسط، نامناسب، بسیار نامناسب جهت دفن زباله و پسماند می‌باشند، نمایش داده شدند. مکان‌های کاملا مناسب عمدتا در جنوب و جنوب غرب شهر قرار گرفته‌اند. که در این قسمتها عمدتا منطبق بر مناطق نسبتا کم شیب تا شیب دار با سازندهای سخت مانند آغاجاری و بختیاری و یا سست شور مانند بخشهایی از گچساران با کاربری بایر و سنگلاخی تا مرتع ضعیف است و مناطق کم شیب و آبرفتی اطراف شهر به عنوان مناطق نامناسب عرضه شده است.



شکل ۵. نقشه مکان یابی پهنه‌های مناسب دفن زباله و پسماند آبدانان

مراجع

۱. پوراحمد، احمد، حبیبی،کیومرث، زهرایی، سجاد محمد، نظری، سعید، استفاده از الگوریتم فازی و GIS برای مکانیابی تجهیزات شهری(محل دفن زباله شهر بابلسر)، مجله محیط شناسی شماره ۴۲، ۱۳۸۶.

۲. جعفری، حمیدرضا، رفیعی، یوسف، رمضانی مهریان، مجید، نصیری، حسین، مکانیابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از AHP و Saw در محیط GIS (مطالعه موردی:استان کهگیلویه و بویر احمد)، مجله محیط شناسی، سال سی وهشتم ،شماره ۶۱، ۱۳۹۱.

۳. سعیدی، حسام؛ افشاریجو، پونه، منطق فازی به زبان ساده. کارآفرین، شماره ۸۲، صص ۶۴-۶۱، ۱۳۸۹.

برآورد ارتفاع رواناب حوضه آبخیز شمشک با استفاده از روش SCS

[1]محمد مهدی حسین زاده ، [2]سپیده ایمنی *
[1] دانشیار دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، تهران M_ hoseinzadeh@sbu.ac.ir
[2] دانشجو کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
Sepide.sbu@gmail.com

۱- مقدمه

درصد زیادی از حجم بارندگی در مناطق مختلف کشور تحت تأثیر عواملی مانند، تشکیلات و ساختار زمین شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، شیب زمین و شکل حوضه آبخیز به رواناب سطحی تبدیل می شود (زرین و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۵). فرآیند بارش- رواناب هر حوضه آبریز، به طور عمده تحت تأثیر شرایط هیدرولوژیکی، ژئومورفولوژی و اقلیم منطقه است (احمدنژاد و همکاران، ۱۳۸۹: ۷۵).

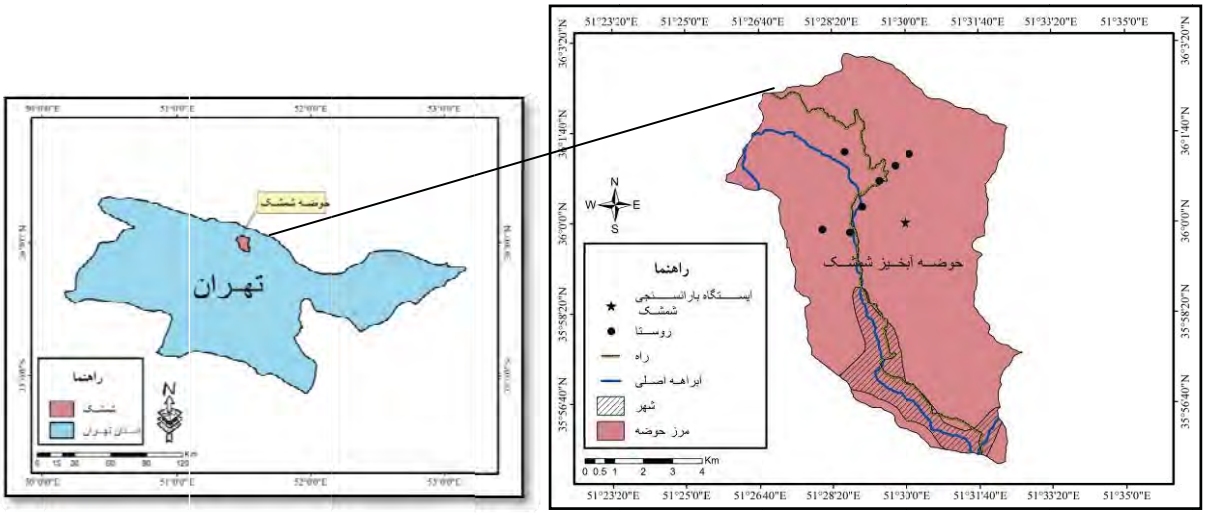
جریان رواناب در سطح زمین باعث پایین رفتن سطح آب زیرزمینی، مسائل اجتماعی از جمله مهاجرت می شود. در مناطقی که پتانسیل بالای رواناب دارند انواع رخساره های فرسایشی اعم از آبراهه ای، شیاری و خندقی در دامنه کوه ها و حتی در سطح زمین های کم شیب نیز به سهولت اتفاق می افتد و همچنین جریان های متمرکز آبها باعث کنده شدن کف بستر مجاری آب میگردد (حسین زاده، ۱۳۹۱: ۳).

علاوه بر این، تولید بالای رواناب در یک منطقه در صورت مهیا بودن شرایط، به وقوع سیل منجر شده و باعث خسارات جبران ناپذیری می‌شود. سطح مناطق سیلخیز کشور حدود ۹۱ میلیون هکتار برآورد گردیده است و به عبارتی ۵۵ درصد از سطح کشور در تولید رواناب مستقیم و سریع نقش داشته که حدود ۲۲ میلیون هکتار آن دارای شدت سیلخیزی متوسط تا خیلی زیاد است (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۲۰). روش های متعددی برای محاسبه رواناب براساس بارندگی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار می‌گیرد که بیشتر این روش ها به روابط آماری بین بارندگی و رواناب استوار است (Gomez. 2005:88). با توجه به اینکه در بین این روش ها روش حفاظت خاک آمریکا به صورت دقیق تر و مطمئن تر کاربرد فراوانی در اقلیم های مختلف دنیا دارد (اخوان فومنی و همکاران، ۱۳۹۰)، در این مطالعه از این روش استفاده شده است.

۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز شمشک با مساحت ۸۱/۵۸ کیلومتر مربع در بخش شمالی استان تهران و در دامنه جنوبی رشته کوههای البرز واقع شده است. این حوضه در بخش جنوبی به منطقه فشم و آهار، در بخش غربی به کوه صندوق چال، در بخش شمالی کوه خورتونک و در بخش شرقی به کوههای چمن و پی استخر محدود می گردد. رودخانه آب میگون زهکش حوضه است. روستاهای شمشک، میگون و دربندسر در داخل حوضه قرار دارند و در مختصات جغرافیایی" ۱۲ ' ۲۵ ° ۵۱ تا "۴۵ ' ۳۱ °۵۱ طول شرقی و "۵۰' ۵۵ ° ۳۵ تا " ۱۸ ' ۳ ° ۳۶ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).

بر اساس مطالعات هواشناسی، متوسط بارندگی سالانه ۷۷۷/۲ میلیمتر و میانگین درجه حرارت سالانه از ۱۴ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه تبخیر سنجی سنجی لتیان تا ۷/۲ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه تبخیر سنجی شهرستانک تغییر می‌کند. از نظر زمین شناسی، در حوضه‌ی آبخیز مورد مطالعه نهشته‌های مخلوط آواری - شیمیایی سازندهای باروت، میلا، جیرود و دورود و شمشک و کرج نیز با لیتولوژیهای ماسه سنگ، شیل، سیلتستون و آهک و دولومیت دیده می‌شود. ماسه سنگهای کوارتزیتی و آرکوزی قرمز رنگ سازند لالون و دورود بدلیل سیمان سیلیسی از سختی نسبتا بالایی برخوردارند و در سطح منطقه نمود بیشتری دارند.



شکل ۱- موقعیت حوضه ی آبخیز شمشک

۳- مواد و روش

روش های مختلفی برای محاسبه رواناب وجود دارد که یکی از این روش ها، روش شماره منحنی رواناب SCS است. این روش بیشتر برای حوضه های آبریزی که در آنها داده های اندازه گیری دبی رواناب وجود ندارد به کار می‌رود (یعقوب زاده و همکاران، ۱۳۸۸، ص ۴۰). در این روش ارتفاع رواناب ناشی از باران از رابطه ۱ به دست می آید که در مورد بارشهای به صورت برف نمیتواند مورد استفاده قرار گیرد و آب پایه را نیز در بر نمی گیرد و در آن:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \qquad (۱)$$

Q= ارتفاع رواناب بر حسب میلیمتر

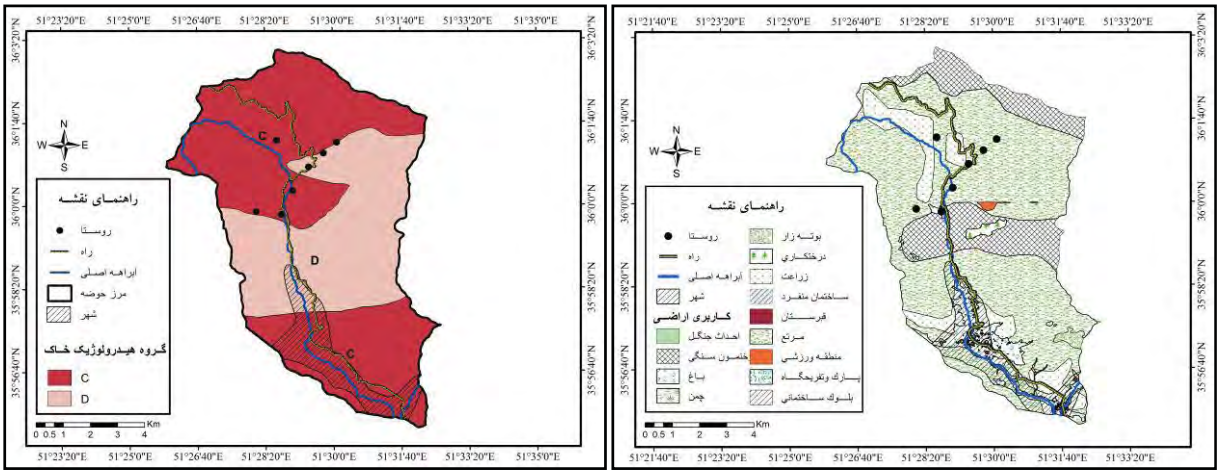
P= حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته بر حسب میلیمتر

S= حداکثر توان نگهداری و نفوذ در خاک که مقدار آن برابر است با:

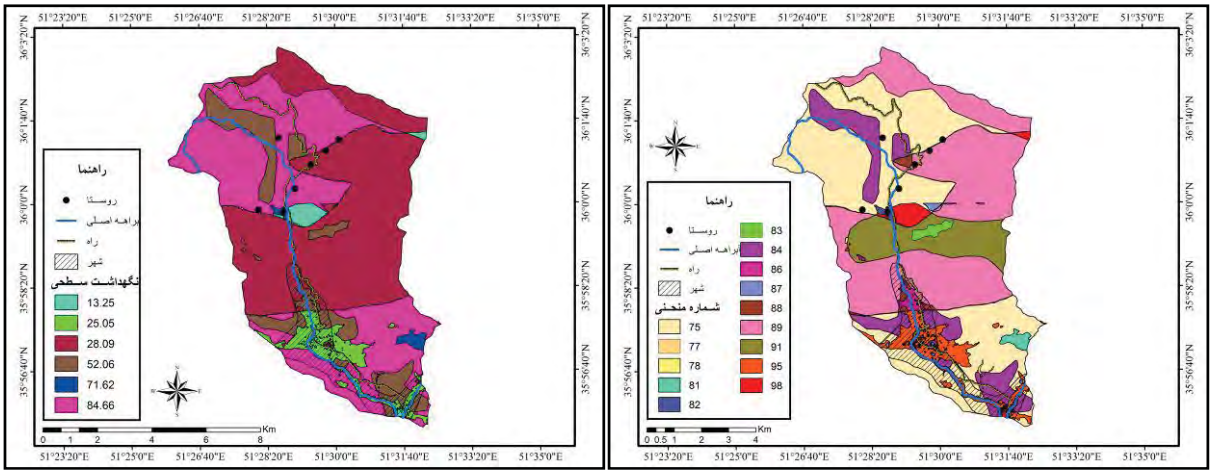
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \qquad (۲)$$

محاسبه CN[11] براساس گروه های هیدرولوژیکی خاک، بهره برداری از زمین، وضعیت هیدرولویکی اراضی و وضعیت رطوبت پیشین خاک تعیین می شود که در واقع این گروه های هیدرولوژیک نشان دهنده وضعیت بافت و نفوذپذیری خاک حوضه است. براساس وضعیت بافت و نفوذپذیری در این روش خاک ها به چهار گروه A ، B، C و D تقسیم می شود(شکل ۲). در مرحله بعد مشخص کردن انواع پوشش و کاربری اراضی در سطح حوضه آبخیز می باشد (شکل ۳). با توجه به نوع کاربری اراضی سطح حوضه به طبقاتی تقسیم می شود که در واقع هر طبقه با توجه به نوع کاربری اراضی میزان نفوذپذیری متفاوتی دارند.

11 -Curve Number

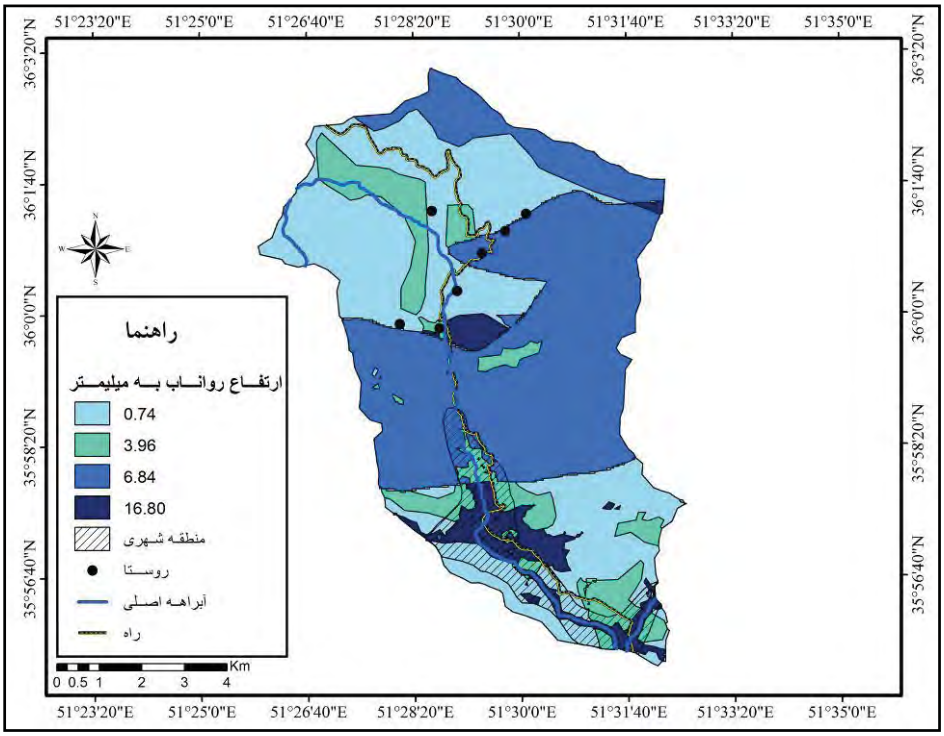


در آخر برای تعیین CN حوضه، گروه های هیدرولوژیکی خاک، وضعیت هیدرولویکی اراضی، وضعیت رطوبت پیشین خاک و پوشش گیاهی با هم تلفیق می شوند و نقشه CN حوضه بدست می آید. شماره منحنی نشان دهنده مقدار نفوذ آب در خاک حوضه می باشد که مقدار آن بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است (شکل ۴). مقدار S در رابطه با نوع پوشش و نحوه بهره برداری از اراضی و وضعیت سطح خاک از نظر نفوذپذیری می باشد (شکل ۵).



۵- یافته های تحقیق

بعد از تهیه نقشه های CN و S حوضه ی آبخیز شمشک برای محاسبه ارتفاع رواناب تولید شده در منطقه نیاز به تعیین مقدار بارندگی منطقه می‌باشد تا بتوان بر اساس روابط موجود ارتفاع رواناب تولیدی در قسمت های مختلف حوضه ی مورد مطالعه را محاسبه نمود. بعد از جمع آوری آمار بارندگی روزانه ایستگاه باران سنجی شمشک، حداکثر بارش روزانه آن ۲۲ میلیمتر استخراج شد و با استفاده از رابطه $Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)}$ ارتفاع رواناب برای حوضه مورد مطالعه محاسبه شد (شکل ۶).



جدول ۱: مساحت و ضریب رواناب واحدهای ایجاد کننده رواناب در حوضه آبخیز شمشک

ارتفاع رواناب(میلیمتر)	مساحت(کیلومتر مربع)	درصد مساحت	ضریب رواناب(درصد)	گروه هیدرولوژیک خاک
۰/۷۸	۲۹/۴۳	۳۶/۰۱	۳/۵۴	C
۳/۹۶	۹/۴۰	۱۱/۵۲	۱۸	C
۶/۸۴	۳۵/۲۴	۴۳/۱۹	۳۱/۰۹	D
۱۶/۸۰	۵/۳۴	۶/۵۴	۷۶/۳۶	C

۴- **بحث و** نتیجه گیری

استفاده از مدل بارش- رواناب به عنوان یک روش پیشنهادی برای حوضه هایی که در آنها داده های اندازه گیری دبی رواناب وجود ندارد بکار می‌رود. شبیه سازی این امکان را می‌دهد که با ثابت نگه داشتن یک یا دو عامل از جمله پوشش گیاهی یا کاربری اراضی، میزان رواناب هر قسمت از پوشش گیاهی را محاسبه نمود.

در این مطالعه حوضه‌ی آبخیز شمشک از نظر پتانسیل تولید رواناب به واحدهای هیدرولوژیکی تقسیم شد و با توجه به توانایی بالای سیستم(GIS)، انجام تجزیه و تحلیل و تهیه نقشه ها در این سیستم انجام گردید. با توجه به نقشه ارتفاع رواناب، مشاهده می‌گردد روستای شمشک و رخنمون های سنگی با شماره منحنی ۹۵ و توان نگهداری ۲۵/۰۵ میلیمتر و مقدار رواناب ۱۶/۸۰ میلیمتر دارای بیشترین پتانسیل تولید رواناب بالا می‌باشند و بعد از آن مراتع کم تراکم در بخش میانی حوضه به دلیل نفوذ کم با رواناب ۶/۸۴ میلیمتر دارای پتانسیل تولید رواناب نسبتا بالا می‌باشند. به همین دلیل باید اقدامات اساسی جهت جلوگیری از ایجاد رواناب و سیل در مواقع بارندگی صورت گیرد. در یک دید کلی بخش های میانی و منطقه شهری پایین دست حوضه‌ی آبخیز به دلیل وجود پوشش گیاهی مرتع و از نظر زمین شناسی وجود سازند شمشک و تجمعی از ماسه سنگ، شیل و رس و غیر قابل نفوذ بودن اراضی شهری، پتانسیل تولید رواناب در این بخش ها زیاد می‌باشد. نتایج تحقیق نشان داد که وضعیت هیدرولوژیک اراضی و گروه

های هیدرولوژیک خاک در سطح حوضه مهم ترین پارامتر تعیین کننده هدر رفت و نفوذ بارندگی بوده و بر روی رواناب حوضه‌ی آبخیز شمشک تأثیرگذار است. در این روش محاسبه دقیق شماره منحنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بنابراین دقت در محاسبه شماره منحنی نیازمند دقت زیاد در نوع پوشش گیاهی و تراکم آن، همچنین وضعیت نفوذپذیری خاک است.

۵- منابع و مآخذ

[1]- احمد نژاد، ا. ر.، گلمائی، س. ح و احمدی، م. ض (۱۳۸۹)، **شبیه سازی فرآیند بارش -رواناب و مؤلفه های بیلان آب در حوضه آبخیز رودخانه ها(مطالعه موردی :حوضه آبخیز کورکورسر)**، پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، شماره ۱، صص ۸۷-۷۴.

[2]- اخوان فومنی، سحر.، علی نیا، هاجر و وظیفه دوست، مجید (۱۳۹۰)، **تعیین شماره منحنی رواناب با استفاده از سنجش از دور**، همایش ملی ژئوماتیک.

[3]- حسین زاده، محمد مهدی (۱۳۹۱)، **برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه ای در منطقه کجور نوشهر –البرز شمالی**، فصل نامه علمی پژوهشی پژوهش های فرسایش محیطی، شماره ۷، صص ۱۷-۱.

[4]- زرین، هدایت الله.، مقدم نیا، علیرضا.، نام درست، جواد و مساعدی، ابولفضل (۱۳۹۲)، **شبیه سازی رواناب خروجی در حوضه های آب خیز بدون آمار با استفاده از مدل بارش- رواناب AWBM (مطالعه موردی :استان سیستان و بلوچستان)**، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، شماره ۲، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صص ۵۸-۴۳.

[5]- نصرتی، کاظم.، احمدی، محمود.، ثروتی، محمدرضا و مزبانی، مهدی (۱۳۹۲)، **تعیین عوامل مؤثر در پتانسیل سیلخیزی حوضه آبخیز دره شهر بر اساس مناطق همگن هیدرولوژیک**، فصل نامه علمی پژوهشی دانشگاه گلستان، مجله آمایش جغرافیایی فضا، صص ۱۳۶-۱۱۹.

بررسی نشست زمین در اثر برداشت آب های زیرزمینی و خصوصیات سنگ بستر در دشت کرمان

[1]سمیه ذهاب ناظوری ، [2] سمیه عمادالدین
[1] دانشگاه فردوسی مشهد،zahab1388@gmail.com
[2] استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه گلستان ، S.emadodin@gu.ac.ir

۱-مقدمه

نشست زمین به پائین رفتن بخشی از سطح زمین اطلاق می شود که تغییراتی در چهره سطحی زمین و محیط اطراف آن بوجود می آورد، نشست زمین اغلب بصورت عمودی صورت گرفته و حرکت افقی در این پدیده ناچیز می باشد. این پدیده بطور ناگهانی یا تدریجی رخ می دهد همچنین می تواند در وسعت کم و محدود و یا در منطقه وسیعی صورت گیرد. پدیده نشست می تواند به دو صورت آنی و یا تدریجی حادث شود، مکانیسم فرونشست که تحت تأثیر نیروی ثقل کنترل می شود، به فرایندهای فیزیکی و طبیعی بستگی دارد و در بسیاری از موارد این فرایند توسط انسان و فعالیت های انسانی ایجاد می شود (غضبان، ۱۳۸۱). برداشت بی رویه آب های زیرزمینی جهت مصارف گوناگون شرب، صنعتی و کشاورزی در دشت کرمان باعث افت چشمگیر سطح آب زیرزمینی طی سالیان گذشته که این خود دلیل اصلی نشست زمین در این دشت می باشد. بدیهی است که در آینده با توجه به افت مداوم سطح آب، نشست زمین با آهنگ به مراتب سریعتری صورت گیرد. مطالعات و محاسبات انجام یافته، مقدار نشست زمین به ازاء هر ده متر افت سطح آب در منطقه کرمان را در حدود ۳۸ سانتی متر مشخص کرده است. متوسط افت سطح آب زیرزمینی در منطقه کرمان در فاصله سال های ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۰ حدود ۶/۵ متر بوده است. دشت کرمان حدود ۳۲۴۷ کیلومتر مربع وسعت دارد، سطح آب زیرزمینی از سال ۱۳۴۵ تا سال ۱۳۶۵ بطور متوسط حدود ۱۱/۵ متر افت داشته است که ناشی از برداشت بی رویه از آبخوان دشت می باشد، حداکثر افت سطح آب در شمال دشت کرمان در منطقه زنگی آباد و کهنوج قدیم حدود ۱۵ متر بوده است(رحمانیان، ۱۳۶۵). طبق محاسبات بعمل آمده در معاونت مطالعات آب ومنطقه ای کرمان از مهرماه ۱۳۶۵ تا شهریور ماه سال ۱۳۸۳ میزان افت سطح آب زیرزمینی حدود ۱۶/۱۳متر بوده است و همچنین طبق محاسبات صورت گرفته میزان افت سطح آب زیرزمینی در دشت کرمان از سال ۱۳۴۳ تا شهریور ماه ۱۳۸۳ به میزان ۲۸/۹۳ متر بدست آمده است(زراعتکار، ۱۳۸۳).

۲- مواد و روشها

به منظور بررسی مکانی نشست زمین نقشه هم نشست زمین با استفاده از داده های برداشت شده توسط مهندسین مشاور مهاب قدس طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ و به منظور تحلیل افت آب های زیرزمینی، نقشه تغییرات سطح آب زیر زمینی بر حسب متر در شهر کرمان طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ (بر اساس اطلاعات شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان) در محیط نرم افزار ArcGis 9.3 ترسیم گردید.

تکنیک کار پژوهش، تحلیل و مقایسه داده های هم افت آب های زیرزمینی با داده های نشست زمین در منطقه، همچنین بررسی شواهد نشست زمین از جمله ترک خوردگی، بیرون ماندن لوله جدار چاهها و وقوع فروچاله در مناطق مختلف منطقه و ارتباط آنها با نقشه هم نشست زمین و افت سطح آب زیرزمینی می‌باشد.

۳- شاخص های نشست زمین در کرمان

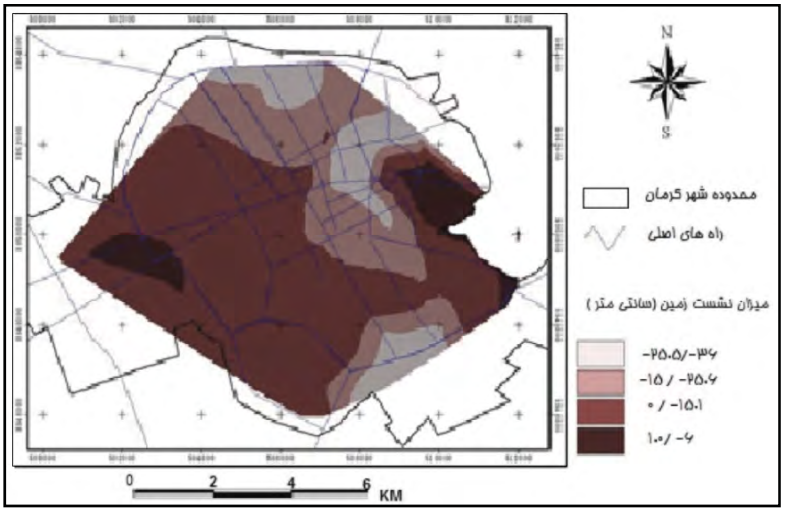
۳-۱-بالا آمدن لوله جدار چاه ها از سطح زمین: بعضی از چاه های بهره برداری به منظور برداشت بیشتر آب زیرزمینی تا سنگ کف و لایه های مقاوم حفر شده اند در نتیجه جدار چاه با نشست زمین نمی تواند به سنگ کف مقاوم فرو رفته و لوله جدار چاه در جای خود باقی می ماند و صرفا زمین اطراف چاه نشست می نماید که در دشت کرمان این مورد دیده می شود(رحمانیان، ۱۳۶۵).

۳-۲-ترک خوردگی در سطح زمین :گسیختگی سطحی زمین معمولا در مناطقی که سفره آب زیرزمینی دچار افت شدید شده , مشاهده میشود. نشست زمین و ایجاد شکاف ها در حومه شهر کرمان به ویژه در زنگی آباد، دق کاظم آباد، روستای علی آباد و نصرت آباد واقع در شمال شهر کرمان و همچنین شکاف های متعددی در بسیاری از خیابان های شهر کرمان دیده می شود(عطاپور و آفتابی، ۱۳۷۹).

۳-۳-فروچاله [۱۲] :در حوالی شهر کرمان می توان به فروچاله اختیارآباد اشاره نمود که از نشانه های نشست زمین در این منطقه می باشد. حفره اختیار آباد که در دهم تیرماه ۱۳۷۷ بصورت فروکش کردن زمین بوجود آمده در ۱۴ کیلومتری شمال غربی شهر کرمان به فاصله ۴۰۰ متری روستای اختیار آباد در یک باغ پسته واقع شده است. مواد تشکیل دهنده دیواره آن از جنس رس وسیلت های کفه ای می باشد، بنابراین جنس رسوبات تشکیل دهنده دیواره نوع عامل ایجاد حفره را مشخص نمی سازد(عباس نژاد، ۱۳۸۳).

۴- نشست زمین در شهر کرمان

مطالعات نشست زمین در شهر کرمان توسط مهندسین مشاور مهاب قدس طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ انجام گرفته است . با شبکه بندی شهر و تعیین نمودن بنچ مارک هایی کاملا مشخص با استفاده از دستگاه های GPS[۱۳] بسیار حساس و دقیق با دقت در حد میلیمتر طی این دوره، ارتفاع این نقاط را برداشت نموده اند و سپس با استفاده از نرم افزار AutoCADمنحنی های هم نشست را در شهر کرمان ترسیم نموده اند. درشکل۱ منحنی های هم نشست در کرمان نشان داده شده است.



شکل۱) منحنی های هم نشست در کرمان(۱۳۸۰ - ۱۳۸۳)(حسنزاده، ۱۳۸۵،با تغییرات)

۵- تغییرات سطح آب زیر زمینی شهر کرمان

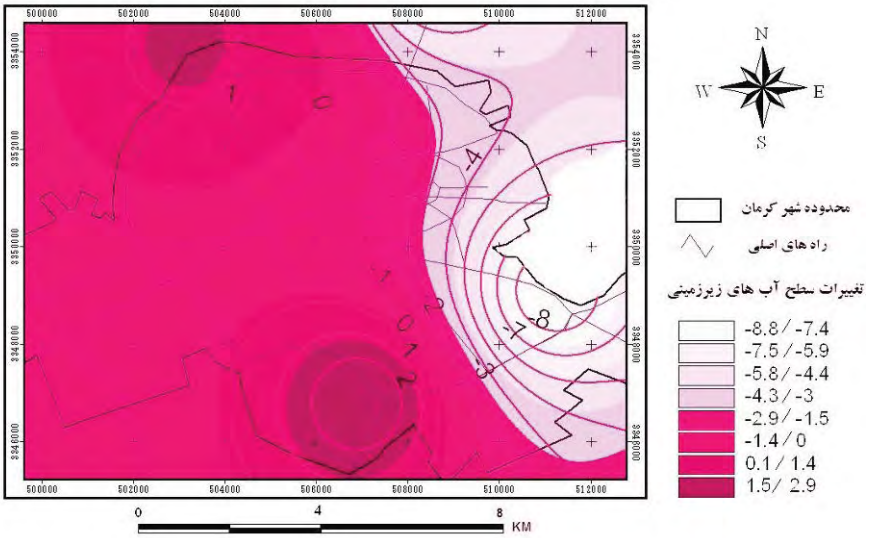
نقشه افت آب های زیرزمینی بر حسب متر در شهر کرمان طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ (بر اساس اطلاعات شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان) در محیط نرم افزار ArcGis 9.3 ترسیم گردید.طبق این نقشه طی دوره مورد مطالعه سطح آب زیرزمینی در جنوب شرق شهر حدود ۷ متر افت و همچنین در ناحیه شمال شرق شهر بطرف جاده کوهپایه نیز مقداری افت مشاهده می گردد.در ناحیه شمال شهر و همچنین در بخش جنوبی شهر عمق آب حدود ۱ تا ۲ متر افزایش داشته است.

۶-عوامل موثر در نشست زمین

۶-۱-افت سطح آب های زیر زمینی و تراکم لایه آبدار: برداشت بیش از حد آب از سفره زیرزمینی، که امروزه بدلیل رشد روزافزون جمعیت و استفاده از آب زیرزمینی در جهت مصارف گوناگون صنعتی و کشاورزی صورت می گیرد، سبب افت سطح آب های زیرزمینی شده که می تواند عامل نشست زمین باشد. بر اساس اطلاعات آب منطقه ای کرمان تغییرات سطح آب طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ در جنوب شرق شهر در نزدیکی میدان بیرم آباد حدود ۷ متر افت داشته است و همچنین در ناحیه شمال شرق شهر بطرف جاده کوهپایه نیز مقداری افت مشاهده می گردد.در ناحیه شمال شهر بین جاده زرندی و جاده زنگی آباد و همچنین در بخش جنوبی شهر در محدوده چهارراه جوپاری عمق آب حدود ۱ تا ۲ متر افزایش داشته است. با انطباق نقشه نشست زمین و تغییرات سطح آب زیرزمینی، مشخص می شود که میزان نشست در بخشی از شهر که افت

[12] *Sink hole*
[13] *Global Positioning System*

سطح آب در حدود بین ۲ تا ۴ متر بوده است بیشتر می باشد،که این امر را می توان ناشی از شرایط خاص زمین شناسی و جنس رسوبات دانست زیرا در این محدوده رخساره رسوبات تغییر کرده و بیشتر رسوبات رسی- سیلتی وجود دارند.



شکل ۲) نقشه تغییرات سطح آب زیر زمینی بر حسب متر در شهر کرمان (۱۳۸۰ - ۱۳۸۳)

۶-۲-از دست دادن آب و رطوبت رس ها : بررسی جنس رسوبات تشکیل دهنده لایه های زیر شهر نشان می دهد که در بافت قدیمی شهر، یک لایه سطحی از خاک های دستی (نابرجا) حاصل تخریب بناهای قدیمی وجود دارد که دارای ساخت غیر متراکم و از نوع خاک های ریزدانه میباشد. ضخامت این لایه در نقاط مختلف متفاوت بوده و گاهی به ۶ متر میرسد و لایه زیرسطحی که از خاک های ریزدانه و پیش تحکیم یافته تشکیل شده است(مهندسین مشاور ساخت آزما، ۱۳۷۲). کمترین ضخامت آبرفت و رسوبات تبخیری و بادی در منطقه حدود۳۰متر گزارش شده است، بنابراین براساس اطلاعات دقیق ژئوفیزیکی بیشترین سنگ کف درمحدودهای شهر کرمان سنگ های کربناتی و به احتمال زیاد سنگ های آهکی کرتاسه زیرین تا فوقانی می باشد. جالب توجه است که یکی از برش های ژئوفیزیکی که توسط شرکت سیترا انجام شده است (پروفیل-K-K)دقیقا از محل حفره ی انحلالی اختیاراباد عبور می نماید ودر حقیقت منطبق بر گودال انحلالی اختیاراباد با سنگ بستر اهکی است. نکته جالب توجه، وجود رسوبات آبرفتی با ضخامت بیش از۲۰۰متر برروی سنگ کف آهکی گسلیده است که حضور سنگ کف آهکی را درمحدوده ی شهر کرمان نشان می دهد(سیترا۱۹۶۵ به نقل از حمزه ، ۱۳۸۵)

۶-۳-تاثیر قنات‌ها: در شهر کرمان قنات‌های بسیار زیادی جریان داشته اند که به علت افت سطح آب زیرزمینی و گسترش شهر هم اکنون خشک و متروکه شده اند. تأثیر قنوات در نشست زمین بصورت نقطه ای است و در اکثر نقاط شهر که رشته قنات از زیر سازه ای عبور نموده، سبب نشست های نقطه ای و ایجاد ترک خوردگی دیوارها و سقف ساختمان ها شده است(حسن زاده، ۱۳۸۵).

۶-۴-انحلال کانی های تبخیری داخل رسوبات: در رسوبات زیر شهر کرمان بخصوص لایه های ریزدانه رسی، کانی های تبخیری وجود دارد که به سمت شهرک الغدیر، هوانیروز و فرودگاه بر مقدار آنها افزوده شده و در محل چاله اختیارآباد و روستای اختیارآباد به حداکثر خود می رسند(حسن زاده، ۱۳۸۵). چاه های کم عمق جهت آبیاری فضای سبز در شهر بیشتر در این لایه ها حفر شده است و با پمپاژ آب به سطح چون آب در داخل سفره جایگزین می گردد و غیر اشباع از این املاح می باشد، انحلال آنها را سرعت می بخشد و سبب تراکم رسوبات و نشست در این مناطق می گردد.

۷-بحث و نتایج و یافته ها

تطبیق نقشه نشست زمین(شکل ۱) و نقشه سطح آب زیرزمینی(شکل۲)، مشخص می شود که میزان نشست در بخشی از شهر که افت سطح آب در حدود بین ۲ تا ۴ متر بوده است بیشتر است، این امر را می توان ناشی از شرایط خاص زمین شناسی و جنس رسوبات دانست زیرا در این محدوده بیشتر رسوبات رسی- سیلتی وجود میباشند.

عوامل عمده نشست در شهر کرمان را می توان شامل: تغییرات سطح آب زیرزمینی ، قنوات متعددی که در شهر کرمان بصورت پراکنده و به تعداد زیاد وجود دارند، جنس رسوبات تشکیل دهنده لایه های زیر شهر ، عوامل تکتونیکی و همچنین خطاهای دستگاهی و انسانی دانست. از مهمترین عامل در ایجاد نشست زمین در منطقه افت سطح آب های زیرزمینی میباشد که منجر به خشک شدن قنوات و ناپایداری زمین در مناطق متعددی شده است، که مخاطرات متعددی از جمله ترک خوردگی در سطح زمین ، نشست نامتقارن ، آسیب به تاسیسات انسانی و ایجاد فروچاله در پی دارد. با توجه به پی سنگ آهکی دشت کرمان و رسوبات سطحی آبرفتی و بادرفتی روی سنگ بستر و امکان وجود و توسعه درون کارست در منطقه ، مطالعات دقیق در زمینه تخمین و شناسایی حفره های پنهان در دشت کرمان و برنامه ریزی جهت پیشگیری و کاهش افت سطح آب های از طریق کاهش برداشت و یا تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی باید در اولویت برنامه ریزی مدیریت منطقه قرار گیرد.

۸-مراجع

- ذهاب ناظوری، سمیه؛ عباسی،محمد، ۱۳۹۰،بررسی خصوصیات سنگ بستر دشت کرمان در مخاطرات ژئومورفولوژیکی سومین همایش سراسری دانشجویی جغرافیا.
- حسن زاده، رضا،۱۳۸۵ ، " بررسی شرایط ومسائل زمین شناسی شهری کرمان با استفاده ازسیستم اطلاعات جغرافیایی GIS "پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان.
- رحمانیان، داوود، ۱۳۶۵، نشست زمین و ایجاد شکاف بر اثر تخلیه آب های زیرزمینی در کرمان، نشریه آب وزارت نیرو، شماره ۶، صص ۳۵-۴۸ .
- زراعتکار،۱۳۸۳، بررسی دلائل نابودی قنوات در دشت کرمان، اداره آب ومنطقه ای استان کرمان
- شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان، ۱۳۷۳, گزارش مطالعات آب دشت کرمان - باغین، امور مطالعات پایه منابع آب.
- عباس نژاد، احمد، ۱۳۸۳، حفره فروکش کارستی در اختیارآباد، شمال باختری کرمان، مجله علوم زمین، سال یازدهم، شماره ۵۱-۵۲، صص ۲۸- ۳۵.
- عباس نژاد، احمد، ۱۳۸۳، شناسائی موقعیت احتمالی غارهای پنهان در دشت کرمان با روش های هیدروژئوشیمیایی، طرح تحقیقاتی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- عطاپور، حبیبه، آفتابی، علیجان، ۱۳۷۹، زمین شناسی زیست محیطی ساختارهای کارستی در محدوده شهر کرمان و خطرات احتمالی آنها، سازمان حفاظت محیط زیست، مجموعه مقالات دیرین شناسی و تنوع زیستی.
- غضبان، فریدون، ۱۳۸۱، زمین شناسی زیست محیطی، انتشارات دانشگاه تهران.
- گزارش دفترمطالعات آب منطقه ای کرمان ،(سال آبی۱۳۸۷-۸۸) ، "ادامه مطالعات محدوده مطالعاتی کرمان-باغین".
- مهندسین مشاور مهاب قدس، ۱۳۷۲، طرح جمع آوری و تصفیه فاضلاب کرمان, سازمان آب و فاضلاب استان کرمان.
- مهندسین مشاور مهاب قدس, ۱۳۸۴، طرح فاضلاب کرمان،گزارش تشریحی مرحله دوم، سازمان آب و فاضلاب استان کرمان.
- مهندسین مشاور ساخت آزما, ۱۳۷۲, طرح مطالعات ژئوتکنیک شبکه فاضلاب شهر کرمان، شرکت مهندسی آب و فاضلاب استان کرمان.

نقش لندفرم‌های ژئومورفیک در کیفیت آب‌های زیرزمینی جلگه شرقی مازندران

رضا اسماعیلی
استادیار گروه جغرافیای دانشگاه مازندران، r.esmaili@umz.ac.ir

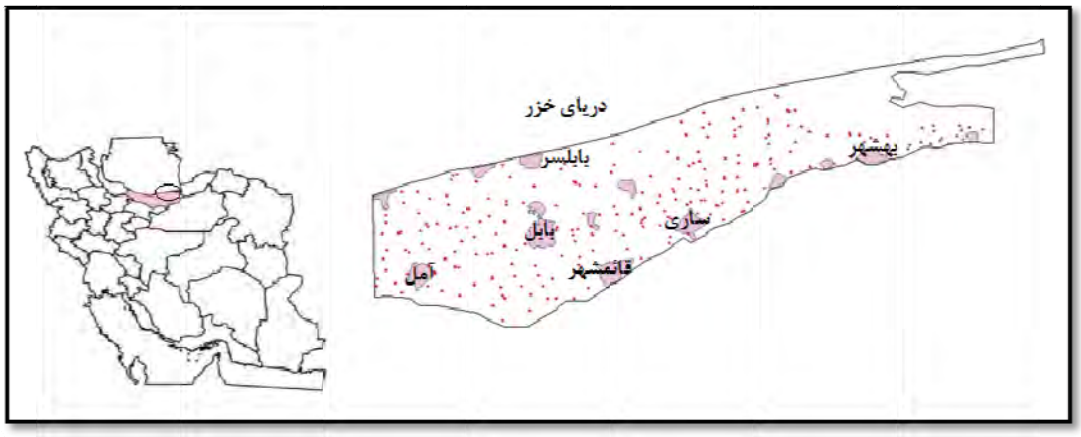
مقدمه

آب زیرزمینی یکی از مهم‌ترین منابع مهم آبی در کشور ایران محسوب می‌گردد. در استان مازندران نیز آب زیرزمینی مهم‌ترین منبع آب در مصارف شرب و کشاورزی می باشد. تراکم زیاد سکونتگاههای انسانی و کشاورزی در سطح وسیع، نیاز هرچه بیشتر از این منابع آبی را گوشزد می نماید. از این رو، توجه هم‌زمان به کمیت و کیفیت آب زیر زمینی در منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

استان مازندران از دو واحد اصلی کوهستان و جلگه تشکیل شده است. بیشترین تشکیلات زمین شناسی در قسمت جلگه‌ای شامل رسوبات دریایی و نهشته‌های آبرفتی است. سطح اساس دریای خزر تغییرات شدیدی را از چند صد متر پایین‌تر از سطح فعلی تا ۵۰ متر بالاتر از سطح آب اقیانوس‌ها در آخرین دوره یخچالی تجربه کرده است(کاکرودی، ۲۰۱۲). بنابراین رسوبگذاری دریای خزر در پلیستوسن – هولوسن تابع نوسانات آب دریای خزر و در پاسخ به تغییرات اقلیمی در مناطق مجاور بوده است(علی‌زاده و علی‌اف، ۲۰۰۴). مهم‌ترین واحدهای ژئومورفیک در جلگه مازندران عبارتند از: مخروط افکنه، دشت ساحلی، دلتاها، دشت سیلابی، تراس‌های رودخانه‌ای، سواحل قدیمی، تپه‌های لسی ، باتلاق‌ها و تپه‌های ماسه‌ای . بسیاری از این لندفرم‌ها تحت پوشش اراضی کشاورزی و سکونتگاههای شهری و روستایی قرار دارند. در این تحقیق قسمت شرقی جلگه مازندران در محدوده‌ی بین آمل تا بهشهر مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روشها

ابتدا منطقه مورد مطالعه به دو واحد بزرگ ژئومورفیک شامل دشت ساحلی و مخروط افکنه تقسیم‌بندی گردید. و تعداد ۳۹۷ حلقه چاه مشاهداتی مورد بررسی قرار گرفت. از این تعداد، ۲۲۹ حلقه در واحد دشت ساحلی و ۱۶۸ حلقه در واحد مخروط افکنه قرار گرفته‌اند. پارامترهای هیدروژئوشیمیایی آب شامل کلسیم(Ca^{2+})، منیزیم(Mg^{2+})، سدیم(Na^{+})، پتاسیم(K^{+})، کلر(Cl^{-})، بیکربنات(HCO_3^{-})، سولفات (SO_4^{2-})، هدایت الکتریکی(EC)، کل مواد جامد محلول در آب(TDS) و سختی آب(TH) از داده‌های سازمان آب منطقه ای استان مازندران تهیه گردید. تحلیل آماری داده‌ها شامل توصیف آماری، آزمون یومن ویتنی و ضرایب همبستگی با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گردید.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و توزیع فضایی چاه‌های مورد بررسی

بحث و نتایج و یافته‌ها

واحد دشت ساحلی : دشت ساحلی با شیب بسیارکم و در نتیجه نوسانات آب دریای خزر در دوره کواترنر شکل‌گرفته است. در طی ۲۵۰۰ تا ۲۰۰۰ سال گذشته سطح آب دریای خزر از ۲۵- متر پایین‌تر نرفته است و ریخت کنونی و توازن هیدرولوژیکی دریای خزر از این زمان صورت گرفته است(احمدی و فیض نیا، ۱۳۷۸). این واحد شامل رسوبات سیلتی – رسی و ماسه‌ای به همراه شن و ضخامت ۹-۳ متر می‌باشد. ترکیب شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی این واحد (کد ۱) در جدول ۱ نشان داده شده است. مطابق این جدول میانگین تمام پارامترهای شیمیایی اندازه‌گیری شده بیشتر از واحد مخروط افکنه(کد ۲) بوده است. در واحد دشت ساحلی مقدار میانگین و حداکثر EC به ترتیب ۱۵۳۱ و ۳۰۴۰۰ میکروموس بر سانتیمتر بوده که نشان دهنده‌ی لب شور بودن آب زیرزمینی بیشتر چاه‌های مورد مطالعه است. پارامتر کلر نیز با مقدار میانگین و حداکثر ۶/۲۷ و ۲۷۰ میلی اکی والان نشان دهنده‌ی اثرات نمک آب دریا بر این واحد می‌باشد. مقدار میانگین TDS آب زیرزمینی ۱۰۱۳ میلی‌گرم در لیتر با حداکثر ۲۰۳۶۸ میلی‌گرم در لیتر نشان دهندهی غلظت بالای املاح محلول در برخی از چاههای این واحد ژئومورفیک می باشد.

جدول۱: مقادیر آمار توصیفی پارامترهای شیمیایی آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

پارامتر	حداقل		میانگین		حداکثر		انحراف معیار	
	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
Ca	۰/۵	۰/۹	۵/۴۸	۵/۳	۳۷/۶	۸/۹	۳/۱۶	۱/۵
Mg	۰/۲	۰/۵	۳/۲	۲/۲۵	۴۰/۳	۱۰	۳/۵	۱/۴۷
Na	۰/۲	۰/۱	۶/۳	۳/۵	۲۴۸	۷۶/۵	۱۶/۸۷	۸/۷
K	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۰۹	۲/۲۷	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۰۲
Cl	۰/۳	۰/۳	۶/۲۷	۳/۷	۲۷۰	۸۰/۸	۱۸/۴	۹
HCO_3	۰/۵	۲	۷/۲۳	۶/۵	۱۴/۸	۱۴/۹	۲/۷	۱/۷۹
SO_4	۰/۱	۰/۱	۱/۵۸	۰/۸۵	۳۲/۷	۹/۱	۳/۱	۱/۰۷
EC	۱۰۲	۳۴۷	۱۵۳۱	۱۱۳۰	۳۰۴۰۰	۸۶۴۰	۲۰۷۸	۹۴۵
TDS	۶۴	۲۲۲	۱۰۱۳	۷۳۹	۲۰۳۶۸	۵۷۸۹	۱۳۹۵	۶۳۶
TH	۳۵	-	۴۳۳	۳۶۶	۲۶۷۵	۸۲۵	۳۱۴	۱۲۱

مقادیر پارامترها برحسب میلی‌ای‌کی‌والان بر لیتر است. مقدار EC برحسب میکروموس بر سانتیمتر و TDS به میلی گرم در لیتر می باشد. کد ۱ واحد دشت ساحلی و کد ۲ واحد مخروط افکنه است.

واحد مخروط افکنه: در قسمت‌های جنوبی جلگه مازندران چندین مخروط افکنه بزرگ و کوچک باتوجه به مساحت حوضه آبریز شکل گرفته‌اند. این واحد ژئومورفیک شامل رسوبات آبرفتی در اندازه‌های مختلف از قلوه‌سنگ‌ها تا رس با جورشدگی ضعیف می‌باشد. شهرهای ساری، آمل، قائمشهر، نکا، بهشهر و.. بر روی این واحد ژئومورفیک بوجود آمده‌اند. پارامترهای هیدروشیمیایی مانند کلر، سدیم و سولفات به ترتیب مقدار میانگین ۳/۷، ۳/۵ و ۰/۸۵ میلی‌ای‌کی والان داشته‌اند(جدول ۱). مقدارمیانگین TDS در این نمونه ها ۷۳۹ میلی گرم در لیتر بوده است. مقادیر میانگین پارامترهای هیدروشیمیایی آب زیرزمینی در این واحد مقادیر کمتری نسبت به دشت ساحلی داشته و کیفیت آب مناسب‌تری برای اهداف مختلف مصرف دارند. جهت بررسی ارتباط پارامترهای هیدروشیمیایی آب زیرزمینی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید(جدول۲). طبق این جدول مقادیر سولفات با کلر و کلسیم در دشت ساحلی ارتباط معناداری دارد. هم‌چنین سدیم و پتاسیم نیز با کلر، منیزیم و سولفات رابطه معنی‌داری را نشان می دهند(جدول ۲). در واحد مخروط افکنه بی‌کربنات رابطه معنی‌داری با کلسیم دارد که به خاطر انحلال سنگ های اهکی مناطق کوهستانی به عنوان

تغذیه کننده این منابع می باشد. همبستگی مثبت بین کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم، کلر و سولفات نشان دهنده‌ی ماهیت سفره آب زیرزمینی منطقه، خصوصاً دردشت ساحلی است. وجود رسوبات دریایی املاح موجود در این سفره‌ها مانند کلریدسدیم (NaCl)، کلریدپتاسیم(KCl)، کلریدمنیزیم($MgCl_2$)، سولفات منیزیم($MgSO_4$) و سولفات کلسیم($CaSO_4$) می‌تواند همبستگی بین این پارامترها را مورد تأیید قراردهد. فراوانی کاتیونها در منطقه به ترتیب شامل $Ca^{2+}>Na^{+}>Mg^{2+}>K^{+}$ و آنیونها به ترتیب به صورت $HCO^{3-}>Cl^{-}>SO_4^{2-}$ می‌باشند که نشان دهنده‌ی تیپ غالب آب زیرزمینی در منطقه می باشند.

جدول۲ : ضریب همبستگی پارامترهای شیمیایی در آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

پارامتر	واحد ژئومورفیک	EC	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
EC	دشت ساحلی	۱							
	مخروط افکنه	۱							
	کل	۱							
Hco3	دشت ساحلی	۰/۰۹۳	۱						
	مخروط افکنه	۰/۱۱۸	۱						
	کل	۰/۱۱۲	۱						
Cl	دشت ساحلی	**۰/۹۸۵**	-۰/۰۴۹	۱					
	مخروط افکنه	**۰/۹۷۱**	-۰/۰۹۷	۱					
	کل	**۰/۹۸۲**	-۰/۰۴۵	۱					
So4	دشت ساحلی	**۰/۷۵۵**	۰/۰۳۵	**۰/۶۸۸**	۱				
	مخروط افکنه	۰/۴۵۲	۰/۲۰۵	۰/۳۱۱	۱				
	کل	۰/۷۲۶	۰/۰۷۷	۰/۶۴۶	۱				
Ca	دشت ساحلی	**۰/۷۲۱**	۰/۱۷۴	**۰/۶۸۶**	**۰/۶۲۷**	۱			
	مخروط افکنه	۰/۲۲۶	**۰/۴۷۱**	۰/۱۲۸	۰/۱۲	۱			
	کل	۰/۶۵۲	۰/۲۲۹	۰/۶۰۵	۰/۵۶۸	۱			
Mg	دشت ساحلی	۰/۵۰۸	۰/۴۲۶	۰/۴۲۴	۰/۴۹۶	۰/۲۲۹	۱		
	مخروط افکنه	۰/۳۷۵	۰/۳۷۵	۰/۲۸۲	۰/۲۹۷	-۰/۰۱۱	۱		
	کل	۰/۵	۰/۴۲۵	۰/۴۱۲	۰/۴۸۹	۰/۲	۱		
Na	دشت ساحلی	**۰/۹۷۸**	-۰/۰۱۲	**۰/۹۸۵**	**۰/۷۰۴**	**۰/۶۴۱**	۰/۳۶۶	۱	
	مخروط افکنه	**۰/۹۷۶**	-۰/۰۲	**۰/۹۷۷**	۰/۴۱۷	۰/۰۷۳	۰/۲۳۶	۱	
	کل	**۰/۹۷۷**	۰/۰۰۱	**۰/۹۸۳**	۰/۶۶۹	۰/۵۵۴	۰/۳۵۷	۱	
K	دشت ساحلی	**۰/۹۷۴**	-۰/۱۹۶	**۰/۹۸۲**	**۰/۷۷۹**	**۰/۸۳۲**	۰/۳۱۳	**۰/۹۸۵**	۱
	مخروط افکنه	**۰/۶۶۸**	۰/۵۴۲	۰/۵۴۵	۰/۳۱۳	۰/۵۳۴	۰/۳۵۳	۰/۵۴۸	۱
	کل	۰/۹۱۶	۰/۰۰۹	۰/۹۱۳	۰/۶۷۷	۰/۶۹۱	۰/۳۱۳	۰/۹۰۹	۱

تحلیل آماری آزمون آماری یومن ویتنی نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در پارامترهای مختلف هیدروژئوشیمیایی بین دشت ساحلی و مخروط افکنه وجود دارد. از میان پارامترها فقط کلسیم تفاوت مشخصی در بین دو واحد ژئومورفیک نداشته است.

نتیجه‌گیری

بررسی و تحلیل داده های هیدروشیمیایی آب زیرزمینی در قسمت شرقی جلگه مازندران نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین پارامترهای مذکور و نوع واحد ژئومورفیک وجود دارد. این بدین معنی است که علی‌رغم منابع آبی فراوان در جلگه مازندران در همه‌ی مناطق آب با کیفیت مناسب جهت مصارف شرب و کشاورزی وجود ندارد. بدین ترتیب توسعه سکونتگاههای انسانی و گسترش خانه‌های دوم با محدودیت منابع آب و کیفیت آن در آینده روبرو خواهند بود. این مسأله خصوصاً در شهرها و مناطقی مانند بابلسر که در دشت ساحلی قرار دارند بیشتر به چشم می خورد. تأمین آب این مناطق از آب های زیرزمینی مخروط افکنه‌ها در شرایط فعلی موجب رفع مشکل شده است اما در بلندمدت پاسخگوی نیازها نبوده و چالش‌های بعدی را در این جلگه پرآب به دنبال خواهد داشت.

مراجع

[1] Alizadeh, A. A., Aliyeva, E. G. 2004. Stratigraphic architecture of Quaternary succession in the Caspian basin, Editor : Alizadeh, A.A., South–Caspian basin: geology, geophysics, oil and gas content, Nafta–Press, Azerbaijan, Baku, p. 6–18.

[2] Esmaili, R., Hoseinzadeh, M.M. and Akbari, M. 2013, Hydrogeochemistry and groundwater quality assessment in Nour coastal plain, Mazandaran province, Iran, Journal of Tethys: Vol. 1, No. 4, 254–265.

[3] Kakroodi, A. A. 2012. Rapid Caspian sea–level changes and its impact of Iranian coast, Printed in the Netherlands, P.121.

بررسی تغییرات ژئومورفیک حاصل از خط انتقال آب سد دوستی به شهر مشهد

[1]علی اشراقی، [2]وجیهه قلی‌زاده، [3]ملیحه پورعلی
[1]دانشگاه پیام نور مشهد، alieshraghi76@yahoo.com
[2]دانشگاه علمی کاربردی میراث ایرانیان، vajihe_gholizade@yahoo.com
[3]دانشگاه فردوسی مشهد، malihe.poorali@yahoo.com

مقدمه

شهر مقدس مشهد بعد از تهران دومین کلان شهر، به لحاظ جمعیتی محسوب می‌شود. از طرف دیگر شهر مشهد یکی از شهرهای بزرگ مذهبی دنیا بوده که همه ساله میلیون‌ها نفر از نقاط مختلف جهان و ایران به منظور سیاحت و تفریح به این شهر مسافرت می نمایند. نیاز آبی شهر مشهد در سال ۱۳۹۰ حدود ۲۲۳ میلیون مترمکعب می باشد و پیش بینی می شود در سال ۱۳۹۵ به ۲۵۸ میلیون متر مکعب در سال برسد. (شرکت آب و فاضلاب مشهد، ۱۳۹۳، ۱۱) در آینده نیاز آبی افزایش یافته که در سال ۱۴۰۰ به حدود ۳۰۰ میلیون متر مکعب و در سال ۱۴۱۰ معادل ۳۸۵ میلیون متر مکعب بالغ می‌گردد. (وزارت نیرو، ۱۳۸۸،۱) سد دوستی بر روی رودخانه مرزی هریرود واقع در ۱۷۵ کیلومتری شرق مشهد، به صورت مشترک توسط ایران و ترکمنستان در محل پل خاتون احداث گردیده است. هدف اصلی این پروژه انتقال ۱۵۰ میلیون متر مکعب آب در سال از سد دوستی به شهر مشهد مقدس می‌باشد. (چکنگی، ۱۳۸۴، ۵۲) محدوده مورد مطالعه شامل حدفاصل سد دوستی در جنوب شهر سرخس با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۹ دقیقه و ۵۰ ثانیه طول شرقی می باشد که با عبور از ارتفاعات مزدوران تا مخازن ذخیره سیدی در شهر مشهد ادامه می یابد که در امتداد خط انتقال آب پروژه سرخس– مشهد واقع گردیده است. مرتفع‌ترین بخش این محدوده در کوه‌های مزدوران با ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر واقع می‌باشد. (فدائی و همکار، ۱۳۸۴، ۱۵)

از نظر ژئومورفولوژی ساختمانی منطقه مورد مطالعه جزو سیستم چین خورده کپه‌داغ بوده و در انتهای جنوب‌شرقی این رشته کوه و در مرز تلاقی صفحه توران و ایران مرکزی واقع شده است. ریخت‌شناسی منطقه جوان است و توپوگرافی آن، رابطه مستقیم با ساختارهای زمین‌شناسی دارد. (قربانی، ۱۳۸۹) عوارض ناحیه بر اساس ارتفاع، اختلاف لیتولوژی، خصوصیات فیزیوگرافی و ریخت‌شناسی به صورت سه واحد مجزا و مشخص به شرح ذیل تقسیم می‌شوند: ۱. واحد کوهستانی ۲. واحد تپه‌ها و تراس‌های قدیم و جدید ۳. واحد جلگه‌ای و پست. سن رسوبات ناحیه مورد مطالعه ژوراسیک تحتانی تا کواترنر است. سازندهای قابل تشخیص از قدیم به جدید به ترتیب عبارتند از: رسوبات ژوراسیک، رسوبات کرتاسه، رسوبات ترشیری، رسوبات کواترنری. (فدائی و همکار، ۱۳۸۴، ۱۷)

با توجه به وضعیتی بحرانی آب در کشور ایران، در سالهای اخیر، روشهای مختلف بهره برداری و انتقال آب به نقاط شهری و روستایی استفاده گردیده است که در پی آن حفر چاه و سدسازی به وفور انجام شده است. از آنجایی که آب استحصالی اغلب دور از سکونتگاههای شهری و روستایی می‌باشد نیاز به استفاده از خطوط انتقال آب مطرح می گردد. با توجه به اینکه تا کنون در عمده موارد انتقال آب، معمولا ارزیابی‌های ژئومورفولوژیکی بسیار کمی انجام شده و اغلب صرفه اقتصادی و رفع نیاز مطرح می باشد این مقاله با هدف بررسی اثرات خط انتقال آب سد دوستی به مشهد بر ژئومورفولوژی مسیرعبوری خود انجام گردیده است.

۱. مواد و روشها:

این بررسی مبتنی بر روشهای مطالعه میدانی انجام گردیده است و پس از شناسایی نقاط آسیب‌دیده و متاثر از خط انتقال آب و جاده دسترسی ایجاد شده (با هدف کنترل و نظارت انتقال آب از محل سد دوستی واقع در ۷۵ کیلومتری جنوب شهر سرخس به مشهد) و ثبت مختصات جغرافیایی و عکسبرداری از نقاط و محدوده های مورد نظر، مطالعات اسنادی و کتابخانه ای آن انجام گردیده و با استفاده از تصاویر ماهواره ای، نقشه های مورد نیاز تهیه شده و به تحلیل و بررسی موضوع پرداخته شد.

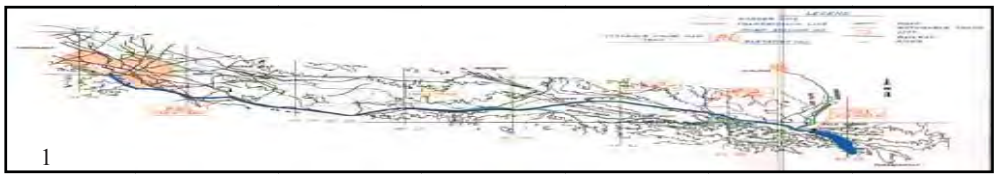
۲. بحث و یافته ها

اهداف عمده تاسیس سد دوستی عبارتند از: ذخیره و تنظیم آب رودخانه فصلی هریرود و تبدیل آب غیردائمی به جریانی تنظیم شده به منظور استفاده از آن در طول سال، تامین بخشی از آب شرب شهر مشهد به میزان ۱۵۰ میلیون متر مکعب، تثبیت مرز مشترک ایران و ترکمنستان، تامین آب کشاورزی دشت سرخس در ایران و ترکمنستان و مهار سیلاب و جلوگیری از خسارت سیل.(چکنگی، ۱۳۸۴، ۱۶۸) برای انتقال آب به مشهد، خط انتقال به طول ۱۸۲ کیلومتر و قطر ۲۰۰۰ میلیمتر، تعداد ۵ ایستگاه پمپاژ، یک تصفیه خانه، یک تونل به طول ۹۳۰ متر، خط انتقال برق ۱۳۲ کیلوولت بطول ۱۵۰ کیاومتر و تعداد ۵ پست تقلیل فشار ۱۳۲ به ۶.۶ کیلوولت در نظر گرفته و اجرا شده است. ابتدای خط انتقال در پایاب سد دوستی و با رقوم ارتفاعی ۴۳۰ متر از سطح دریا و انتهای خط انتقال مخازن ذخیره سیدی در شهر مشهد با ارتفاع حدود ۱۱۰۰ متر از سطح دریا می باشد. اختلاف ارتفاع بین سد دوستی و شهر مشهد حدود ۶۵۰ متر است که با احتساب افت هد مورد نیاز حدود ۹۵۰ متر می باشد که توسط ۵ ایستگاه پمپاژ تامین می‌گردد.(وزارت نیرو، ۱۳۸۸، ۲) تصویر شماره ۱ مسیر انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد و تصویر شماره ۲ نیمرخ طولی مسیر مورد مطالعه را نشان می دهد.

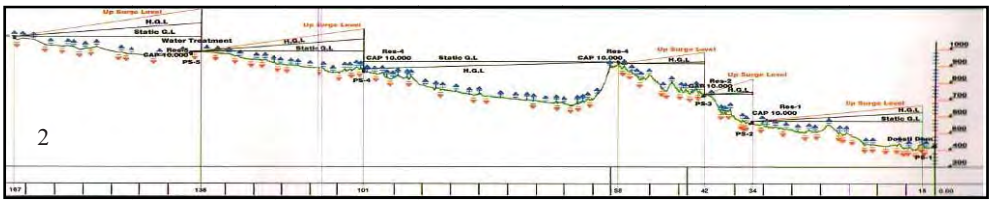
سد دوستی بین شهرهای مرزی سرخس و صالح آباد واقع شده و دسترسی به آن از دو راه امکانپذیر است: ۱. جاده آسفالته مشهد-سرخس و از آنجا ۷۵ کیلومتر تا محل سد، ۲. جاده آسفالته مشهد-صالح آباد و از آنجا ۳۶ کیلومتر تا محل سد. (چکنگی، ۱۳۸۴، ۱۴۹) با توجه به کوهستانی بودن بخشی از مسیر خط انتقال و عبور از تپه ماهورها به منظور حفاظت از خط انتقال و ایستگاه‌های پمپاژ، مسیر ارتباطی دیگری به موازات کانال زیرزمینی انتقال آب به طول ۹۰ کیلومتر جهت دسترسی، ارائه خدمات بهنگام و حفاظت از لوله‌های انتقال آب احداث گردیده است.

در مورد اثرات زیست محیطی در بخش جاده و حمل‌و نقل می توان به سه مورد اشاره نمود: ۱. مسائلی مانند آلودگی و سروصدا از عوامل استرس‌زای محیط‌زیست به شمار می‌روند. ۲. مقدار کل استرس محیط بستگی به میزان و فاصله نقل و انتقالات بستگی دارد. ۳. مقدار کل استرس دریافتی محیط‌زیست به ماهیت محیط‌زیست نیز بستگی دارد.(Organization for...,۷) سازه های انتقال عبارتند از ابزارهایی که در حمل و جابجایی آب به کار برده می شوند مانند سازه افت لوله تقاطع راه، فلوم، سیفون معکوس. به طور کلی کانال‌ها باید پایدار طراحی شوند. (محمدولی، ۱۳۷۶، ۳۵۳)

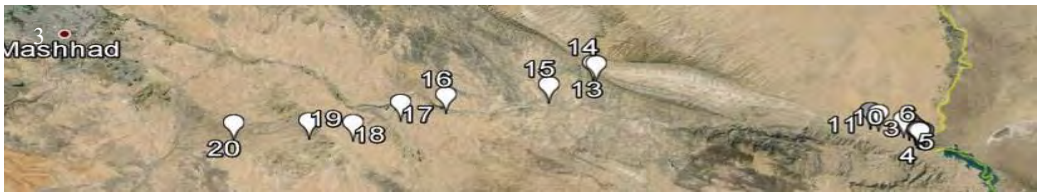
همانطور که در جدول شماره ۱ و تصاویر شماره ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود، بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد این جاده از روی مسیل‌های سر راه خود عبور نموده، در مواردی باعث انسداد مسیل شده و یا جهت آن را تغییر داده‌است. همچنین احداث این جاده در مواردی مستلزم تسطیح ناهمواری ها بوده که چهره ژئومورفیک محدوده را بر هم زده است. یکی از مهمترین عملیاتی که در این مسیر انجام شده احداث تونل برای عبور جاده و کانال انتقال آب از داخل بلندترین ارتفاعات منطقه بوده است. احداث این تونل با هدف حذف یک ایستگاه پمپاژ و کاهش هزینه های برق مصرفی به طول ۹۳۰ متر انجام گردیده است. تصاویر شماره ۵ و ۶ ورودی و خروجی تونل را به همراه ترانشه های ایجاد شده جهت حفاری آن را نشان می‌دهد. تصاویر شماره ۷ و ۸ نمونه‌هایی از تخریب چشم‌انداز را جهت احداث جاده برای انتقال آب نمایش می‌دهند. موقعیت نقاط و نوع تخریب‌های مورد بررسی در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است.



تصویر شماره ۱: مسیر انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد- (وزارت نیرو، ۱۳۸۸)



تصویر شماره ۲: نیمرخ طولی مسیر انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد- (وزارت نیرو، ۱۳۸۸)



تصویر **شماره ۳: موقعیت تخریب‌های ناشی از احداث خط انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد**

تصویر شماره ۴: موقعیت ورودی و خروجی تونل انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد

جدول شماره ۱: موقعیت و نوع تخریب و تغییر کاربری حاصل از احداث جاده برای انتقال آب از سد دوستی سرخس به مشهد

ردیف	مختصات جغرافیایی		نوع تخریب
	X	Y	
۱	۳۳۱۰۸۰	۳۹۸۰۲۳۳	تسطیح ناهمواری
۲	۳۳۰۶۵۸	۳۹۸۰۲۸۷	تسطیح ناهمواری
۳	۳۳۰۵۱۰	۳۹۸۰۲۸۳	قطع آبراهه فصلی
۴	۳۳۰۳۲۹	۳۹۸۰۴۴۲	تسطیح تپه ماهور
۵	۳۳۰۲۵۹	۳۹۸۰۴۸۶	قطع کردن آبراهه توسط جاده
۶	۳۳۰۲۲۳	۳۹۸۰۵۷۷	تسطیح تپه ماهور
۷	۳۳۰۱۱۸	۳۹۸۰۷۳۷	عبور از روی مسیل
۸	۳۲۹۹۴۵	۳۹۸۱۲۳۷	عبور جاده و تخریب آبراهه
۹	۳۲۹۰۹۴	۳۹۸۲۴۶۸	عبور جاده از روی آبراهه
۱۰	۳۲۸۲۵۴	۳۹۸۳۱۱۲	عبور و تخریب مسیل
۱۱	۳۲۴۳۸۹	۳۹۸۴۹۱۴	قطع و تخریب مسیل
۱۲	۳۲۳۱۵۹	۳۹۸۵۴۹۸	قطع مسیل خشک
۱۳	۲۸۰۷۰۴	۴۰۰۰۲۵۰	تخریب ناهمواری و تسطیح اراضی در محدوده وسیع
۱۴	۲۸۰۲۲۳	۴۰۰۰۴۸۳	عبور جاده از روی آبراهه
۱۵	۲۷۲۷۴۶	۳۹۹۶۳۵۱	عبور جاده از روی مسیل
۱۶	۲۵۶۲۷۷	۳۹۹۵۶۶۰	عبور از روی مسیل خشک
۱۷	۲۴۸۸۸۳	۳۹۹۴۷۰۶	عبور جاده از روی آبراهه
۱۸	۲۴۰۸۸۸	۳۹۹۰۹۳۳	تقاطع جاده اصلی و جاده انتقال آب و عبور از روی مسیل
۱۹	۲۳۳۹۷۱	۳۹۹۲۰۳۰	عبور جاده از روی آبراهه
۲۰	۷۶۲۵۶۵	۳۹۲۲۲۳۵	عبور جاده از روی آبراهه

تصاویر **شماره ۵ و ۶: ترانشه ورودی و خروجی تونل انتقال آب در ارتفاعات مرزداران**

تصاویر شماره ۷ و ۸: نمونه‌ای از احداث سازه‌های کنترلی و تغییر چشم‌انداز در طول مسیر انتقال آب از سد دوستی به مشهد

۳. نتیجه‌گیری

با توجه به عبور دادن ۱۸۲ کیلومتر لوله به صورت کانال زیرزمینی جهت انتقال آب از سرخس به مشهد، طبیعتاً حفاری‌ها و ایجاد سازه های بسیار وسیع مورد نیاز بوده است. این نوع انتقال انرژی و احداث سازه های مربوط به آن به ویژه راههای دسترسی و تاسیسات کنترلی بین راه، به علت عبور از یک بستر طبیعی، تنش‌هایی را در منطقه و محل گذر خود ایجاد نموده و پیامدهای آن در آینده نیز ادامه خواهد داشت.

نمونه های تصرفات و تغییرات و تهدیداتی که در مسیر عبور این خط لوله وجود داشته است در جدول شماره ۱ ارائه گردیده که عمدتا از نوع عبور جاده دسترسی به خط انتقال از روی مسیل‌ها بوده است که در دراز مدت باعث تاثیر بر شبکه هیدروگرافی و افزایش احتمال وقوع و شدت سیلاب و نیز افزایش ضریب فرسایش خاک را در پی خواهد داشت.

علاوه بر آن تغییر چشم انداز طبیعی منطقه مورد مطالعه را در تعداد زیادی از نقاط مشاهده می‌کنیم که یکی از مهمترین موارد آن، ایجاد تونلی به طول ۹۳۰ متر در ارتفاعات مرزداران است که جهت کوتاه شدن مسیر انتقال ایجاد شده است. در مجموع عمده تخریب‌ها به صورت تخریب ناهمواری‌ها و تپه ماهورها و تسطیح اراضی و عبور از روی مسیل‌ها می‌باشد.

این بدین معنی است که در پی بحران آب و نیاز به دریافت و انتقال آب از فواصل دوردست جهت جبران بخشی از نیاز آبی این منطقه، در بعضی موارد به سایر قسمت‌های شبکه هیدروگرافی آسیب وارد نموده تا آب مورد نیاز را از حتی از دشتی به دشت دیگر انتقال دهیم. و نهایتا در درازمدت با یک چالش زیست محیطی و در نوع وسیعتر با بحران آب از نوع غیرقابل جبران روبرو باشیم.

با توجه به بحران وسیع آب در سراسر کشورمان و نیاز آبی فراوان به ویژه در بخش شرب در شهرهای بزرگ، قطعا نیاز به انجام پروژه‌هایی از این دست اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. از طرفی اطلاعات اساسی مورد نیاز برای طراحی شبکه های آبرسانی، در کشور ما عمدتاً از منابع خارجی اقتباس می‌شود. این اطلاعات ممکن است برای تمام مناطق کشور ما صددرصد قابل تعمیم نباشد بازنگری با اندازه‌گیری مستقیم، برای مناطق مختلف کشور، در بعضی موارد به شدت احساس می‌شود. (صفوی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳) بنابراین برای جلوگیری از بروز حوادث طبیعی نشات گرفته از این اقدامات، باید مطالعات کامل آبخوان، فیزیوگرافی و شبکه هیدروگرافی و مطالعات ژئومورفولوژیک در کنار سایر مطالعات همچون مطالعات زیست‌محیطی صورت پذیرد. ضمن اینکه تامین آب از نزدیکترین منابع آبی و احداث مناسبترین مسیر، به میزان قابل توجهی آسیب وارده به طبیعت را کاهش خواهد داد.

۴. مراجع

۱. چکنگی، **مطالعات طرح انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد مقدس**، جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو، شرکت آب منطقه ای خراسان، مرداد ۱۳۸۴، ناشر شرکت آب منطقه ای خراسان، چاپ اول

۲. شرکت آب و فاضلاب مشهد، **پروژه شناسایی منابع جدید آب شرب شهر مشهد**، مهندسین مشاور پایش آبخوان پارس، مشهد، ۱۳۹۳

۳. صفوی نژاد، مهدی؛ حسینی، جواد، شبان، محمد، **آنالیز طرح خطوط انتقال آب با استفاده از نرم افزار** WaterGEMS، **مطالعه موردی: مجتمع روستایی خوسف خراسان جنوبی**، اولین کنگره ملی مهندسی ساخت و ارزیابی پروژه های عمرانی، گرگان، ۱۱ اردیبهشت

۴. فدائی، سیداحمد؛ چکنگی، علیرضا؛ **سد دوستی نماد پیوند دو ملت**، جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان، ناشر شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان، چاپ اول، ۱۳۸۴

۵. قربانی شورستان، علی؛ **بررسی عوامل موثر بر زمین لغزش در دریاچه سد دوستی**، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۹

۶. محمدولی سامانی، حسین؛ **طراحی سازه های هیدرولیکی**، مهندسین مشاورز دزآب، اهواز ، ۱۳۷۶

۷. وزارت نیرو، شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی، **طرح انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد مقدس**، ۱۳۸۸

8. Organisation for economic co-operation and development-**The environmental effects of freight**- pp 1-35- Paris- Document complet disponible sur OLIS dans son format d'origin-

مدلسازی یکپارچه منابع آب و پیش‌بینی افت سطح آب زیرزمینی آبخوان‌های کشور

[1]زهرا خان بابایی، [2] حمزه علی علیزاده، [3] قباد رستمی زاد
[1] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران khanbabaei@ut.ac.ir
[2] استادیار گروه آب دانشگاه ایلام hamzehalizadeh@ut.ac.ir
[3] استادیار گروه مرتع و آبخیز دانشگاه ایلام gh_rostamizad@ut.ac.ir

مقدمه

آب محور توسعه و شاهرگ حیاتی هر کشور می‌باشد. قرارگیری کشور در کمربند خشک و نیمه خشک جهان پایداری توسعه بخش کشاورزی ایران را دچار مشکل نموده است. حجم منابع آب قابل تجدید کشور حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب برآورد شده است. با در نظر گرفتن جمعیت فعلی کشور(حدود ۷۸ میلیون نفر) سرانه آب تجدیدپذیر ایران در شرایط کنونی کمتر ۱۷۰۰ متر مکعب می‌باشد. رشد سریع جمعیت مهمترین عامل تقاضا برای آب و کاهش سرانه آب قابل تجدید کشور طی دهه‌های اخیر بوده است. جمعیت ایران در طی نه دهه اخیر، حدود ۷/۸ برابر شده و از کمتر از ۱۰ میلیون نفر در سال ۱۳۰۰ به ۷۸ میلیون نفر تا پایان سال ۱۳۹۲ رسیده است. بر این اساس میزان سرانه آب تجدیدپذیر کشور نیز از میزان حدود ۱۳۰۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۰۰ به حدود ۱۷۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۹۲ تقلیل یافته و در صورت ادامه این روند، وضعیت در آینده به مراتب بدتر خواهد شد. براساس شاخص فالکن مارک، کشور ایران در آستانه قرارگیری در تنش آبی است. با توجه به اینکه در شرایط کنونی حدود ۷۰ درصد از کل آب تجدیدپذیر کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد، براساس شاخص سازمان ملل، ایران هم اکنون در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد. لذا وضعیت موجود آب کشور می‌بایست جزو نگرانی ها و دغدغه‌های کارشناسان، مدیران و دولت مردان بوده و برای حل این معضل، لازم است با اتخاذ تصمیمات اصولی و کارساز مانع از گسترش این بحران شوند. در حال حاضر بیش از ۹۲ درصد آب مصرفی کشور در بخش کشاورزی استفاده می‌شود و این به دلیل اقلیم خشک و نیمه خشک کشور است که در بسیاری مناطق، تولید بدون آبیاری را غیرممکن و غیراقتصادی ساخته است. بر اساس گزارشات شرکت مدیریت منابع آب ایران در سال ۱۳۹۰ بیش از ۶۵ درصد از منابع آب مصرفی بخش کشاورزی از منابع آب زیرزمینی (حدود ۵۷ میلیارد مترمکعب) تامین شده است. لیکن آب زیرزمینی مانند هر منبع طبیعی دیگری محدود است، از این‌رو آب‌های زیرزمینی باید به طور معقول مورد بهره‌برداری قرار گرفته و از استفاده‌های غیرضروری آن جلوگیری به عمل آید و در مقابل آلودگی‌ها و آمیخته‌شدن با آب شور محافظت شوند.در طول سالیان متمادی با افزایش جمعیت و نیاز بیشتر به آب بتدریج به تعداد چاههای بهره‌برداری از آبخوانهای کشور افزوده شده است، بطوریکه این امر باعث تسریع روند کاهش ذخایر آب زیرزمینی شده است. بر اساس اطلاعات شرکت مدیریت منابع آب کشور ، برداشت از منابع آب زیرزمینی از سال ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۹ چهار برابر و از سال ۱۳۶۴ تا سال ۱۳۸۹ دو برابر شده است. در سال‌های اخیر تلاش‌ها و سناریوهای متعددی جهت جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی کشور ارائه شده است. عوامل متعددی بر روی موفقیت برنامه‌های ارائه شده اثر می‌گذارند و هر تغییری در هر یک از این عوامل، خود به وجود آورنده بازخوردهای دیگر در سیستم می‌گردد. این مسئله موجب پیچیدگی ابعاد فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی راهکارهای ارائه شده می‌شود. از این رو تدوین مدلی که بتواند تمامی ابعاد شیوه‌های مختلف مدیریت منابع آب را شبیه سازی کند و با آن مدل بتوان راهکارهای طراحی و مدیریتی مختلف را سنجید می‌تواند کمک زیادی به حل مسایل این بخش کند. روش پویایی سیستم‌ها در زمینه مدل‌سازی پیچیدگی‌های سیستم‌های منابع آب قابلیت خوبی دارد. نظر به ماهیت پیچیده‌ای مسائل مدیریت منابع آب، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی پویا دارای قدمت طولانی می‌باشد. از آنجاکه اعمال هر سناریویی باعث ایجاد بازخوردهای مختلفی در سیستم مدیریت منابع آب می‌شود. در سال‌های اخیرمطالعات زیادی در زمینه پویایی سیستم‌ها از جمله در زمینه مدیریت یکپارچه منابع آب (Hjorth and Bagheri, 2006 ؛ Zarghami and Akbariyeh, 2012)، مدیریت عرضه و تقاضای منابع آب (Bhatkoti et al. 2011؛ Goldani et al. 2011 و Adeniran et al. 2010)، تخصیص منابع آب (Li et al, 2009)، بهینه‌سازی درجه تصفیه فاضلاب شهری (Nasiri et al, 2013., Li and Huang 2012)، شیرین‌سازی آب دریا (Udono and Sitte, 2008)، مدیریت کم‌آبی (Masike, 2011)، مدیریت بهره‌برداری از زهاب‌های کشاورزی (Nozari et al, 2008)، کاهش هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی و توسعه سیاست‌گذاری مالی خودکفا در مدیریت سیستم‌های آب و فاضلاب (Rehan et al. 2011) انجام شده است. هدف از این مقاله ارائه مدلی است که بتواند اثر سناریوهای مختلف مدیریت منابع آب بر تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی شبیه‌سازی نماید.

مواد و روشها

پویایی سیستم‌ها یک روش مدل‌سازی مبتنی بر تفکر سیستمی با تاکید بر قیدها، بازخوردها، و تاخیرهای است که برای تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی رفتار مسائل پیچیده و ارزیابی پیامد سیاستگذاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رویکرد بر پایه تئوری پویایی غیرخطی، کنترل بازخوردی و دیدگاه سیستمی است و امکان ساخت مدلی جهان واقعی، به منظور درک بهتر فرآیندها را میسر می‌سازد (Sterman, 2000). در این مطالعه از محیط Vensim برای برنامه‌نویسی و تدوین مدل پویا استفاده شد. Vensim دارای قابلیت شبیه‌سازی بصری اجزاء بوده و روابط موجود را به همان ترتیبی که در واقعیت است را دارا می‌باشد. این محیط در ایران کاربرد بیشتری داشته است و در نظام‌نامه تخصیص وزارت نیرو نیز استفاده از آن توصیه شده است. این ابزار مدل‌سازی، امکان ایجاد مدل‌های پیچیده را با سهولت بیشتری نسبت به زبان‌های برنامه نویسی مرسوم بوجود می‌آورد (علیزاده، ۱۳۹۳). لذا پس از فرموله کردن فرضیه دینامیکی و شناسایی ارتباط بین متغیرهای کلیدی و روابط بین آنها، متغیرهای درونی و برونی سیستم و ارتباط بین آنها تعیین می‌شود تا بتوان ورودی‌های به سیستم و خروجی‌های از آن را محاسبه نمود.

بحث و نتایج و یافته ها

تدوین مدل یکپارچه منابع آب

همانطور که پیشتر اشاره شد این مقاله بخشی از مدل جامع و یکپارچه مدیریت آب در سطح حوضه آبریز را نمایش می‌دهد. به منظور تدوین مدل جامع مدیریت یکپارچه منابع آب آبخوان‌های کشور با نرم افزار VENSIM ابتدا مدل مفهومی مدیریت یکپارچه منابع آب محدوده‌های مطالعاتی کشور تهیه شد. مدل ارائه شده شامل زیرمدل‌های تقاضای آب (کشاورزی، صنعت و شرب)، عرضه آب (آب سطحی، آب زیرزمینی و آبهای برگشتی)، تنش‌های محیطی (تنش‌های شوری و کم‌آبی)، اقتصاد آب (هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، کف شکنی چاه‌ها، درآمد و ...) و محیط‌زیست (بیلان آب و نمک در خاک و آب زیرزمینی) می‌باشد. در مرحله بعد رفتار متغیرهای کلیدی در قالب فرضیه‌های دینامیکی ارائه و فرموله شد. در این مرحله اثرات مثبت و منفی متغیرهای کلیدی در قالب تعیین روابط علی معلولی و بازخوردها تعیین شد. در مرحله بعد (شبیه‌سازی) روابط بین متغیرها (متغیرهای کلیدی و متغیرهای کمکی) و مقادیر متغیرها (متغیرهای ثابت) تعیین گردید.

زیرمدل تقاضای آب

این زیرمدل شامل سه زیرمدل تقاضای آب در بخش کشاورزی، تقاضای آب در بخش شرب و تقاضای آب در بخش صنعت می‌باشد. به منظور استخراج و برنامه‌نویسی روابط برآورد نیاز آبی تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ETo) به صورت روزانه با استفاده از روش فائو پنمن مانتیت (Allen et al., 1998) محاسبه و از طریق فایل Excel فراخوانی شد. Kc با استفاده از جداول فائو (با توجه به شرایط جغرافیایی و اقلیمی منطقه) برآورد شد و از طریق فایل Excel فراخوانی شد. تبخیر و تعرق پتانسیل گیاهان زراعی (ETcP)، تبخیر و تعرق واقعی گیاهان زراعی ETc و ضریب تنش خشکی KS برآورد شدند. مقدار پارامتر Ks با توجه به نوع خاک، نوع گیاه، دور آبیاری و سیستم آبیاری با استفاده از بیلان آب در خاک محاسبه شد. تقاضای آب در بخش کشاورزی برای دوره‌های ده روزه با استفاده از سطح زیر کشت هر محصول، سناریوی الگوی کشت، سناریوهای کم‌آبیاری، سطح تحت پوشش سیستم‌های آبیاری (بارانی، سطحی و قطره‌ای) و سهم هر یک از منابع آب سطحی و زیرزمینی محاسبه شد. مدل قابلیت فراخوانی اطلاعات مربوط به اقلیم (شامل بارندگی، ET0 و دما)، عرضه آب (سدها، منابع آب زیرزمینی)، هیدرولوژی (خصوصیات فیزیوگرافی حوضه رودخانه و مسیل‌ها، CN، سطح آب زیرزمینی)، خصوصیات خاکشناسی (شوری عصاره اشباع، بافت خاک)، ضرایب گیاهی الگوی کشت (Kc، Ky)، سطح زیرکشت و هزینه‌های کاشت، داشت برداشت در سناریوهای مختلف را دارا می‌باشد. تقاضای آب در بخش شرب و صنعت با توجه به رشد جمعیت و برنامه‌های توسعه صنعت در افق‌های مختلف برآورد شده است.

زیرمدل عرضه آب

عرضه منابع آب سطحی با استفاده از اطلاعات منابع آب سطحی عرضه شده بلندمدت دشت‌های کشور و همچنین برنامه‌های وزارت نیرو در افق‌های آینده و از طریق فایل اکسل فراخوانی می‌شود.

عرضه منابع آب زیزمینی بر اساس شکاف بین عرضه آب سطحی و تقاضای آب بخش‌های مختلف و با لحاظ حداکثر ظرفیت برداشت آب از چاه‌ها و اولویت‌بندی تخصیص محاسبه شد. حداکثر برداشت از آب زیرزمینی بر اساس پروانه بهره‌برداری چاه‌ها و برداشت‌های بالاتر از پراونه گزارش مطابق

اطلاعات آب منطقه‌ای استان‌ها تعیین شد. بر اساس بند ۳ راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور مصوب جلسه مورخ ۱۳۸۲/۷/۲۷ هیات وزیران، اولویت تخصیص‌های جدید آب به ترتیب به مصارف شرب و بهداشت، محیط‌زیست، صنعت و خدمات و کشاورزی خواهد بود.

در بخش آب شرب، تقاضای جدید برای آب شرب از اختلاف آب برداشتی به وسیله چاه‌های اختصاص یافته به بخش شرب و تقاضای کل آب شرب محاسبه می‌گردد. تا زمانیکه تقاضای جدید برای آب شرب کمتر یا مساوی تخصیص سده به شرب ورامین باشد از آب سد در غیر این صورت تقاضای اضافی از آب زیرزمینی تامین می‌گردد. اولویت بعدی تامین نیاز صنعت می‌باشد. تامین نیاز صنعت تا گام آخر مشابه شرب می‌باشد، با این تفاوت که در صورت میزان تقاضای کشاورزی و صنعت از آب زیرزمینی بیش از مقدار مجاز برداشت این دو بخش (کل تقاضا از آب زیرزمینی منهای شرب) باشد، ۹۰ درصد تقاضا پاسخ گفته می‌شود. اولویت آخر تامین نیاز آبی بخش کشاورزی می‌باشد. به منظور مدیریت تقاضا در بخش کشاورزی ابتدا از منابع آب سطحی استفاده می‌شود. تقاضای آب کشاورزی از منابع آب زیرزمینی از اختلاف عرضه آب سطحی و تقاضای آب کشاورزی محاسبه می‌شود. بعد از محاسبه تقاضای آب کشاورزی از منابع آب زیرزمینی، مقدار تامین تقاضای موجود به صورت اختلاف تقاضا از منابع آب مجاز قابل برداشت محاسبه می‌شود.

زیرمدل بیلان آب و املاح در منطقه اشباع آبخوان

در این مدل برای شبیه‌سازی تغییرات سطح و حجم آبخوان از معادله بقاء جرم (رابطه ۱) استفاده شد.

$$Qin + QP + QI + QSW + QR + QA - (QW + QEg + Qd + Qout) = \Delta V \qquad (۱)$$

که در آن Qin:جریان زیرزمینی ورودی جانبی از سمت ارتفاعات و یا دشت بالادست، QP: تغذیه آبخوان از نفوذ بارش بر سطح دشت، QI: تغذیه آبخوان از آب‌های نفوذی کشاورزی، QSW: تغذیه از پساب آب مصرفی شرب و صنعت (عمدتاً از طریق چاه‌های جذبی)، QR: تغذیه از جریان‌های سطحی یا رودخانه‌ها، QA میزان تغذیه مصنوعی، QW: مصارف آب زیرزمینی، QEg: تبخیر از آب زیرزمینی، Qd، زهکشی از آبخوان، Qout، جریان خروجی از آبخوان وΔV: تغییر ذخیره ثابت آبخوان می‌باشد. در نهایت حجم و ارتفاع دینامیک آبخوان به صورت زیر محاسبه گردید.

$$V(t+dt) = V(t) + \Delta V(dt) \qquad (۲)$$

$$H(t+dt) = H(t) + \frac{\Delta V(dt)}{dV/dH} \qquad (۳)$$

که در آن $H(t+dt)$: سطح آب زیرزمینی در زمان (t+dt) و dV/dH: تغییر حجم آبخوان به علت افت یک متر سطح آب زیرزمینی می‌باشد. dV/dH برای آبخوانهای مختلف با استفاده از هیدروگراف (آبنمود دشت) محاسبه می‌شود.

برای محاسبه تجمع املاح در خاک، گیاهان زراعی و آب زیرزمینی در مدل از معادله توازن جرم در سطح خاک، منطقه انتقالی (غیر اشباع) و آب زیرزمینی (رابطه ۴) استفاده شد.

$$CiWi - CdWd - Mhc + PCp - Msd + Mis + Mfer + MR - Mdp = \Delta S \qquad (٤)$$

که در آن Ci: غلظت آب آبیاری وابسته به منابع آب مصرفی (mg/lit)، Wi: مقدار آب آبیاری (m^3/ha)، Cd: غلظت آب نفوذ عمقی (mg/lit)، Wd: مقدار نفوذ عمقی(m^3/ha)، Mhc: مقدار نمک جذب شده به وسیله گیاهان (kg/ha)، Cp: غلظت بارندگی(mg/lit)، P: مقدار بارندگی موثر (m^3/ha)، MSd: مقدار نمک رسوب شونده در خاک (kg/ha)، Mis مقدار اولیه نمک در خاک(kg/ha)، Mpre: مقدار نمک شستشو شده در اثر رواناب (kg/ha)، Mfer: مقدار نمک اضافه شده از طریق کودها و سایر افزودنی‌ها (kg/ha)، MR: مقدار نمکی که از طریق رواناب شسته می‌شود (kg/ha) و ΔS تغییرات املاح خاک (kg/ha) می‌باشد. شوری اولیه خاک، شوری زهکشی و شوری خاک در زمان t با استفاده از روابط (۵)، (۶) و (۷) محاسبه گردید (Ayars et al, 2012).

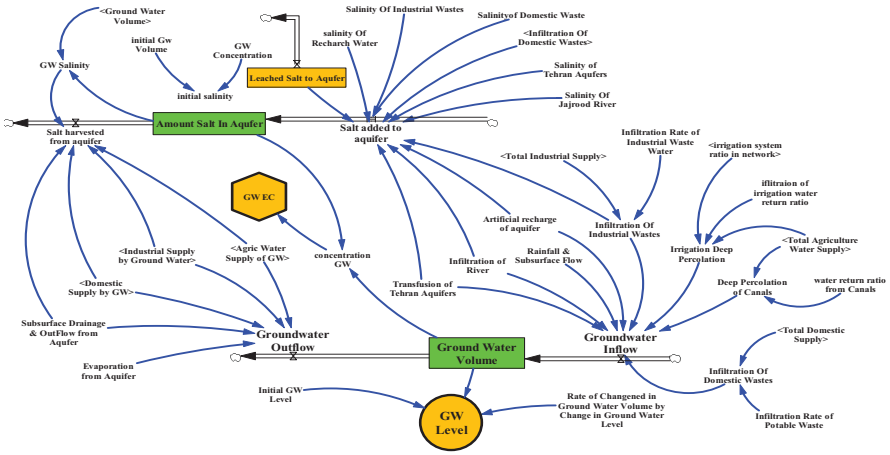
$$Mis = 0.64 \times ECe \times \left(\frac{\theta_S \times D_r}{100}\right) \times 10000 \qquad (٥)$$

$$Cp = fC_{FC} + (1-f)Ci = 2fC_e + (1-f)Ci \qquad (٦)$$

$$Mis(t+dt) = Mis(t) + \Delta S \times dt \Rightarrow C_e(t+dt) = \frac{Mis(t) + \Delta S \times dt}{\left(\frac{\theta_S \times D_r}{100}\right) \times 10000} \qquad (٧)$$

که در آن θ_S: رطوبت خاک در حالت اشباع، Dr: عمق توسعه ریشه (متر) و Ce: شوری عصاره اشباع (mg/lit)، ECe: هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)، Mis: شوری اولیه خاک (kg/ha)، $C_e(t+dt)$ غلظت عصاره اشباع خاک در زمان t+dt (mg/lit) و Cp غلظت آب نفوذ عمقی

(mg/lit) می‌باشد. به همین ترتیب برای بررسی تغییرات املاح در منطقه انتقالی و منطقه اشباع (آب زیرزمینی) از قانون توازن جرم استفاده شد. در شکل ۲ ساختار حالت – جریان بیلان آب و املاح در آب زیرزمینی ارائه شده است.



شکل ۱- خلاصه ساختارحالت – جریان بیلان آب و املاح در لایه آبدار زیرزمینی

۵- نتیجه گیری

در این مقاله بخشی از ساختار مدل یکپارچه مدیریت منابع آب در سطح حوضه آبریز ارائه شد. مدل مذکور در محیط نرم افزار Vensim تدوین شده است. مدل ارائه شده با ۳۶۰ متغیر اصلی و کمکی و ۶ زیرنگاشت (شامل ۳×۳×۹×۵×۵×۸ پارامتر) قابلیت شبیه‌سازی همزمان حداکثر ۱۶۲۰۰ حالت را دارا می‌باشد. مدل مدیریت یکپارچه منابع آب شامل زیرمدل‌های تقاضای آب (کشاورزی، صنعت و شرب)، عرضه آب (آب سطحی، آب زیرزمینی و آبهای برگشتی)، تنش‌های محیطی (تنش‌های شوری و کم‌آبی)، اقتصاد آب (هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، کف شکنی چاه‌ها، درآمد و ...) و محیط‌زیست (بیلان آب و نمک در خاک و آب زیرزمینی) می‌باشد. مدل مدیریت یکپارچه منابع آب علی‌رغم پیچیدگی‌های موجود در زمینه مدیریت منابع آب و پویایی سیستم به گونه‌ای کاملاً کاربردوست تدوین شده است. به طوریکه در هر یک از محدوده‌های مطالعاتی کشور اطلاعات اولیه به صورت فایل اکسل در سیستم پشتیبانی تصمیم مدل موجود بوده و کاربر فقط کافی است سناریوهای مختلف عرضه و تقاضای آب را مورد آزمون قرار دهد.

۶- منابع مورد استفاده:

۱- علیزاده، ح، ع. ۱۳۹۳. مدلسازی پویای بهره‌برداری از پساب با رویکرد کشاورزی پایدار. رساله دکتری دانشگاه تهران.

2-Adeniran, A.E., and Bamiro, A.O. (2010): A System Dynamic Strategic Planning Model for a Municipal Water Supply Scheme, the International Conference of the System Dynamics Society.

3-Bhatkoti, R. and Triantis, P.K. (2011): Quantitative Evaluation of the Performance of Water Management System in the Washington Metropolitan Area, The 29th International Conference of the System Dynamics Society in Water Resource Management and Government Subsidy Policy: A Case Study of Tajan Basin in Tran, The 29th International Conference of the System Dynamics Society.

4-Li, Y.P., Huang, G.H and Chen, X. 2009. Multistage scenario-based intervalstochastic programming for planning water resources allocation. Stoch Environ Res Risk Assess 23:781–792

5-Masike, S. 2011. Application of system dynamic approach for water planning and decision making under water scarcity at Jwaneng diamond mine. Journal of Geography and Regional Planning. 4(5): 251-260.

6-Nasiri, F., Savage, T., Wang, R., Barawid, N and Zimmerman, J. B. 2013. A system dynamics approach for urban water reuse planning: a case study from the Great Lakes region. Journal of Stoch Environ Res Risk Assess. 27:675–691

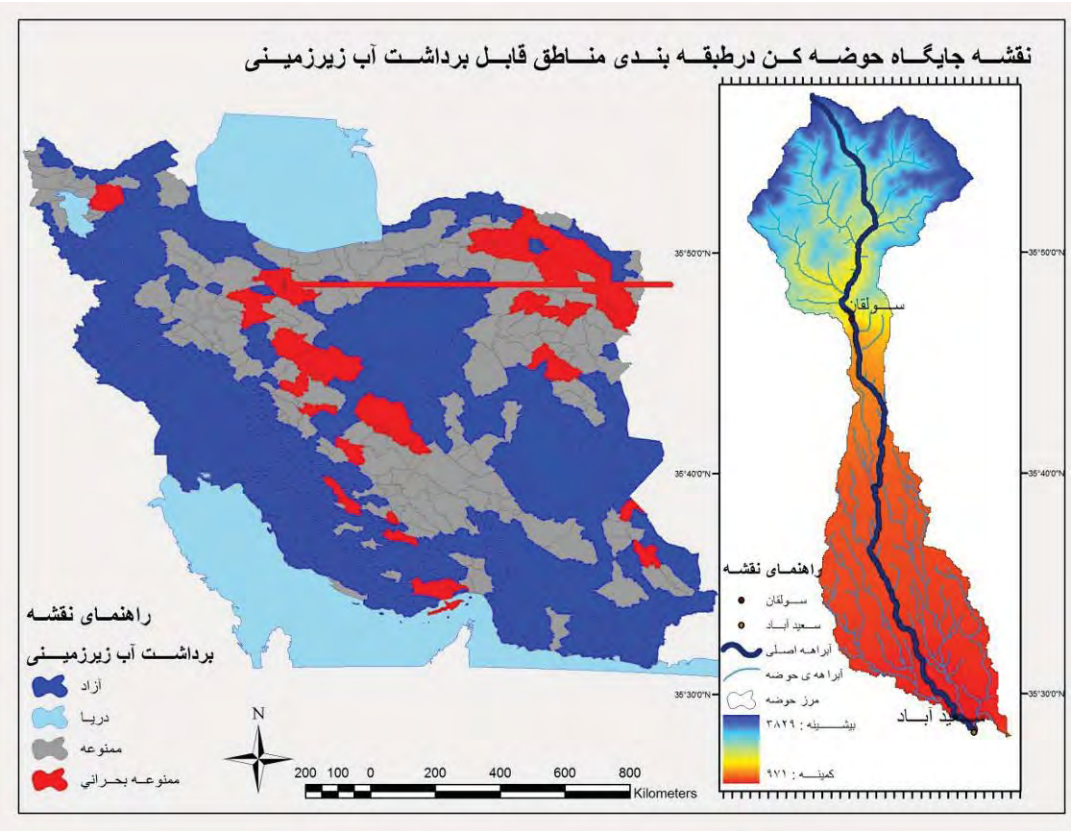
7-Rehan, R., Knight, M.A, Haas, C.T and Unger, A.J.A. 2011. Application of system dynamics for developing financially self-sustaining management policies for water and wastewater systems. Water research 45: 4737 -4750.

بررسی تغییرات کاربری اراضی و تاثیرآن بر منابع آب زیرزمینی ومخاطرات فرونشست زمین های شهری اطراف رودخانه کن

[1]سیدموسی حسینی، [2]امیرصادق اوسطی
[1] استادیار دانشگاه تهران،دانشکده جغرافیا،(smhosseini@ut.ac.ir)
[2] دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی،(osati@ut.ac.ir)

مقدمه

با توجه به اینکه در کشور ما شرایط اقلیمی به گونه ای است که حتی در پر باران ترین دشت های کشور، نیاز به آب زیر زمینی احساس می شود و هر ساله بر تعداد چاه های ژرف و نیمه ژرف در آنها افزوده می گردد . این مساله موجب افت آبهای زیرزمینی و حتی پیشروی آب شور در بسیاری از دشت های کشور گردیده است .با توجه به قرار گرفتن بسیاری از شهر ها و روستاها در این مناطق و همچنین قرار داشتن سطح وسیعی از اراضی کشاورزی در این نواحی نیاز به آب آشامیدنی و کشاورزی در بسیاری از این مناطق احساس می شود و از سوی دیگر این مساله افت شدید سطح آب زیر زمینی که هر ساله شاهد آن هستیم را موجب گردیده است(اسدیان، فریده و خلفی، جعفر،۱۳۸۹،۱) امروزه مدیریت منابع طبیعی، پایه و اساس توسعه پایدار جوامع بشری بوده، از این میان مدیریت منابع آب زیرزمینی ، به عنوان یکی از حیاتی ترین منبع آب در کشوری مثل ایران که از جمله مناطق خشک و نیمه خشک جهان است، به شمار می رود به طوری که سفره های آب زیر زمینی اغلب دچار بیلان منفی شده اند. (نوحه گر ، احمد و همکاران،۱۳۸۷، ۹۱)



شکل ۱:نمایش محدوده مورد مطالعه در طبقه بندی وضعیت آب زیرزمینی

همان طور که در تصویر هم مشاهده می شود محدوده مورد مطالعه در منطقه ممنوعه بحرانی قرار دارد و به لحاظ اقلیمی جز مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. مهمترین رود دره های شهر تهران از خاور به باختر عبارتند از : درا آباد، گلاب دره، دربند، ولنجک، درکه و کن. این رودهای فصلی

با رژیم سیلابی در شمال تهران می باشند که با وجود فصلی بودن ، مقدار زیادی آب به سمت پایین مـی آورنـد ، و در واقـع از شـریان هـای حیـاتی تهران می باشند.(بزرگی علیرضا،۱۳۸۴،ص ۵۸) عمده ترین عواملی طبیعی تغذیه آبخوان دشت تهران در طـول تـاریخ زمـین شناسـی، ریـزش هـای جوی، جریان رودخانه های دائمی و فصلی و سیلاب ها بوده که در مخروط افکنه ها و مسیل ها، بستر های شن و ماسه ای ، با نفوذ پذیری و ضـریب ذخیره بالا، آبخوان را تغذیه می کنند. علاوه بر عامل طبیعی مذکور در سال های اخیر پساب انتقالی به دشت تهران از حوزه های مجـاور و از طریـق چاه های جنبی عامل مصنوعی تغذیه آبخوان می باشد . به طور کلی ۱۰ رود خانه به دشت تهران وارد می شود کـه بـه ترتیـب از بـاختر بـه خـاور عبارتند از : کرج، چیتگر،کن، حصارک، فرحزاد، درکه ، ولنجک، دربند، دار آباد و سرخه حصار . بخش قابل توجهی از مجموعه جریان های یـاد شـده در طی مسیر از سطح بستر آنان رخنه نموده، وارد آبخوان می گردند . مجموع نفوذ بدست آمده از جریان های سطحی ناحیـه (بـه غیـر از کـن) در مجموع معادل M.C.M ۱۶.۴۷[14]در سال می باشد.(بلورچی، محمدجواد،۱۳۸۴، ص۱۳)

آبهای رود دره های مختلف پس از وارد شدن به دشت تهران و منطقه شهری اغلب به مرور به زمین فرو می روند و باعث افزایش آبهای زیرزمینی می شوند که در نهایت وارد دریاچه نمک حوض سلطان در حاشیه آزاد راه تهران-قم می شوند.(بزرگی، علیرضا،۱۳۸۴،ص۵۹)

جریان سالانه رودخانه کن با آبگیری به گستره ۲۰۰ کیلومتر مربع برابر با حدود ۷۲ میلیون متر مکعب است. این رودخانه پس از گذر از روستای غار و دره دوتویه به رودخانه جاجرود پیوسته، در جنوب پشاپویه به رودخانه کرج می پیوند. در ارتباط با میزان نفوذ از بستر رودخانه کن به داخل آبخوان, اندازه گیری ها و برآورد ها نشان می دهد که به طور تقریب تمامی دبی پایه رودخانه کن به آبخوان رخنه می کند. مقدار نفوذ از طریق رودخانه کن و مرز باختری دشت با توجه به اندازه گیری ها و روابط دارسی و با استفاده از نقشه های تراز و قابلیت انتقال معادل M.C.M ۳۳.۴۸ در سال بدست آمده است.(بلورچی، محمدجواد،۱۳۸۴،ص۱۴)

مواد و روشها

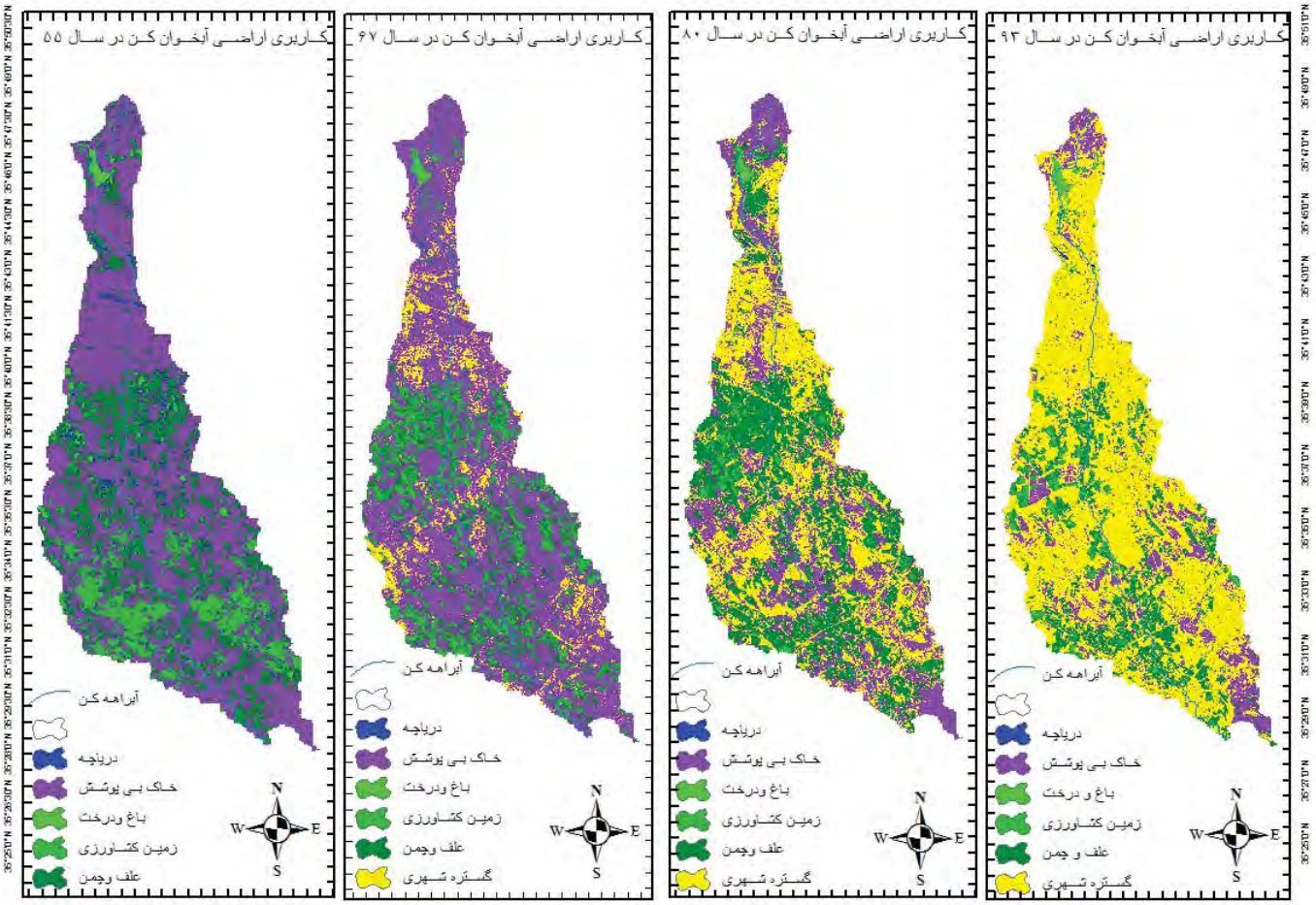
این پژوهش از نوع کاربردی و توسعه ای بوده و روش آن توصیفی-تحلیلی است. برای گردآوری داده ها و اطلاعات مورد نیاز از بررسی های کتابخانه ای و اسنادی استفاده شده و آمارها برگرفته از تماب است. داده های مورد استفاده در این پژوهش مربوط به آبهای زیرزمینی از چاه های تراز آب زیرزمینی در مناطق شهری یا طبیعی در محدوده رودخانه کن است که به کمک نرم افزارMinitab روند معنی دار و مستقیم کاهنده در رابطه با دبی منطقه را نشان می دهد. آبراهه اصلی و حوضه کن تا سعید آباد با استفاده از نرم افزار WMS ترسیم شد. و نقشه تغییر کاربری اراضی در چهار دوره با فاصله ۱۳ ساله با نرم افزارArc GIS بر اساس پردازش تصاویر ماهواره ای لندست ۱۹۷۶تا ۲۰۱۴میلادی در نرم افزار Envi تهیه گردیده است.

بحث و نتایج

کاربری های مختلف شهری باعث شده تا آرایش طبیعی فرایند های آبراهه ای که آب و رسوب را از مناطق کوهستانی به طرف حوضه های پایین دست انتقال می دهند، تحت تاثیر مداخلات انسانی قرار گرفته و یکی از مسائل مخاطره آمیزه در این شهر را که همانا تغییرات ایجاد شده در الگوی جریان های سطحی و شرایط طبیعی حوضه ها و تجاوز به حریم رود ها و آبراهه ها می باشد ، به وجود آورد. بسیاری از فعالیت های انسان ها به ویژه در شهرها مانند آسفالت خیابان ها، ایجاد فرودگاه، تاسیس بنا ها و اشغال بستر استثنایی رودخانه ها به تمرکز سریع آب و در نتیجه کوتاهتر شدن زمان تمرکز کمک می کند و این امر طغیان جریان ها را تشدید می کند. تغییر در شکل بستر جریان آبها خطراتی برای مراکز شهر ها به بار می آورد. سطوح قابل نفوذ اولیه با توسعه شهر به صورت سطوح غیر قابل نفوذ درآمده و زهکشی جریان های آبراهه ای حتی در بارش های کوتاه سیلاب و آب گرفتگی در برخی مناطق شهری می شود. (مقیمی، ابراهیم و صفاری، امیر، ۱۳۸۷، ۳)

تغییر مسیر آبراهه ها و مسیل های طبیعی بدون توجه به اصول و فرایند های ژئومورفولوژیکی در شهر تهران می تواند آثار زیانباری را به ساکنان شهر وارد کند. درحال حاضر زهکشی شهر تهران از طریق سه محدوده۱- حوضه های منتهی به کانال سیل برگردان غرب و رودخانه کن؛ ۲- حوضه های منتهی به کانال ابوذر و مسیل باروتکوبی؛ ۳- حوضه های شهری منتهی به زمین های زراعی جنوب شهر (محدوده صالح آباد) انجام می شود.(همان منبع ، ص ۱) در این مقاله با توجه به اینکه رودخانه کن بزرگ ترین و مهمترین زهکش در کل شهر تهران به شمار می رود، حوضه آبریز کن همراه با چاه ها و سطح آب زیرزمینی آن از دوره ۱۳۵۵ الی ۱۳۹۳ مورد بررسی و سپس محدوده کلیه حوضه های دشتی و شهری در وضعیت گذشته تا کنون با استفاده از عکس های ماهوارهای تغییرات طبیعی محیطی و کاربری اراضی را نمایش دادیم.

[14] Million cubic meter



شکل ۲: روند تغییر کاربری در محدودی دشتی آبراهه کن از سال ۱۳۵۵ تا سال ۱۳۹۳

پس از بررسی های انجام شده، کاربری اراضی حوضه رودخانه کن در سال های ۱۳۵۵،۱۳۶۷،۱۳۸۰و۱۳۹۳ به شرح جدول زیر می باشد که در جدول شماره() آورده شده است ومیزان تغییرات کاربری در شکل ۲ نمایش داده شده است.

جدول۱: میزان کاربری اراضی به متر مربع ودرصد در محدوده مورد نظر با فاصله ۱۳ سال

	نوع کاربری	سال ۱۳۵۵	درصد ۵۵	سال۱۳۶۷	درصد ۶۷	سال ۱۳۸۰	درصد۸۰	سال۱۳۹۳	درصد۹۳
۱	دریاچه	۷۹۲۱۴۳۸	۳.۱۴	۱۶۷۴۹۲	۰.۰۷	۱۶۳۱۸۸	۰.۰۶	۱۴۰۵۲۹	۰.۰۶
۲	زمین بی پوشش	۱۴۰۴۵۳۴۲۰	۵۵.۶۴	۱۶۱۰۵۸۱۷۹	۶۳.۷۸	۶۵۲۵۴۴۷۳	۲۵.۸۴	۲۷۱۶۲۸۵۷	۱۰.۷۶
۳	باغ ودرخت	۴۶۸۸۶۲۵	۱.۸۶	۱۳۸۹۰۹۶	۰.۵۵	۱۱۸۷۹۹۹	۰.۴۷	۲۱۹۴۴۳۰	۰.۸۷
۴	کشاورزی	۲۹۱۷۱۸۴۲	۱۱.۵۶	۴۲۶۲۹۰۶۱	۱۶.۸۸	۴۴۸۱۴۷۱	۱.۷۷	۷۸۲۸۴۹۶	۳.۱
۵	چمن وعلف	۷۰۱۸۸۴۵۵	۲۷.۸۱	۲۴۱۶۵۸۵۹	۹.۵۷	۸۵۴۶۱۸۳۴	۳۳.۸۵	۴۱۵۹۹۲۲۵	۱۶.۴۸
۶	شهر	۰	۰	۲۳۰۹۴۴۸۱	۹.۱۵	۹۵۹۴۶۷۶۶	۳۸	۱۷۳۵۷۰۱۴۷	۶۸.۷۴
مساحت کل		۲۵۲۴۹۷۹۲۱	۱۰۰	۲۵۲۴۹۷۹۲۱	۱۰۰	۲۵۲۴۹۷۹۲۱	۱۰۰	۲۵۲۴۹۷۹۲۱	۱۰۰

به همین منظور به مقایسه روند دبی درایستگاه های سولقان با تراز آب زیرزمینی با در نظر گرفتن الفای ۰.۰۵ و p-value ۱۰۰دارای روند کاهشی می باشد. با توجه به داده های مربوط به پایین رفتن سطح آب زیر زمینی در کشور، تشخیص اینکه فرونشست ها و پیامد های حاصل از آن به پدیده

ای مشکل ساز تبدیل گشته، کار دشواری نیست.(بلورچی، محمد جواد،۱۳۸۴ ، ۲۶) از سوی دیگر به علت خشکی رسوبات ریز دانه و برداشت مایعات زیرین فرونشست ممکن است رخ دهد(کوک و دور کمپ، ۲۴۴،۱۳۷۷) همچنان با نشست کردن زمین قابلیت آبگیری (ذخیره آب) در سفره کاهش پیدا می کند. نشست کردن زمین در مناطق شهری امکان دارد که باعث شکستن آسفالت خیابانها، لوله ها آب و گاز و فروریختن ساختمان ها گردد.(کردوانی، پرویز، ۱۳۸۶، ۲۴۰)

یافته ها

نتا یج حاصله از این پژوهش نشان می دهد ، که تغییر کاربری در طی زمان تاثیر گذار بر منابع آب زیر زمینی در ناحیه مورد مطالعه در باختر تهران بوده که این رویه با عنایت به شاخص های فرونشست زمین می تواند در آینده باعث تهدید و در سالیان دورتر به بلایای طبیعی ناشی از افت آب زیر زمینی در منطقه قرار گرفته در طبقه بندی منطقه ممنوعه برداشت آب زیر زمینی تبدیل گردد که با توجه به خسارات طبیعی و انسانی ناشی از فرونشست بر اثر کاهش یا شاید نابودی منابع آب زیر زمینی در این منطقه ممکن مخاطرات جبران ناپذیری را برای آینده اراضی اطراف این رود خانه به بار آورد.

مراجع

- اسدیان، فریده و خلقی، جعفر(۱۳۸۹)،تاثیر پدیده های ژئومورفولوژی بر منابع آب زیر زمینی(مطالعه موردی: دشت سهرین زنجان)،نشریه جغرافیا، زمستان ۱۳۸۹،دوره ۴،شماره ۱۵.
- بزرگی، علیرضا و همکاران، روند برنامه ریزی در جهت احیای رود دره های شهر تهران مورد مطالعه رود دره کن، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، بهار ۱۳۸۴، دوره ۷۶، شماره ۶۳۷.
- بلورچی، محمد جواد، بررسی فرونشست زمین در دشت تهران-شهریار، شماره گزارش: ۰۶/۰۲-۸۴ Engeo، مدیریت زمین شناسی مهندسی و زیست محیطی گروه زمین شناسی مهندسی، شهریور ۱۳۸۴.
- کردوانی، پرویز، منابع و مسائل آب در ایران، جلد یکم، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هشتم، پاییز ۱۳۸۶
- مقیمی، ابراهیم و صفاری، امیر، ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه شهری در قلمروی حوضه های زهکشی سطحی(مطالعه موردی: کلان شهر تهران)، مدرس علوم انسانی، بهار۱۳۸۹، دوره ۱۴، شماره ۱.
- نوحه گر، احمد و همکاران ، ارزیابی منابع آب های زیر زمینی دشت های بوچیر وحمیران جهت بهره برداری پایدار از منابع آب (هرمزگان)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۹۱، زمستان ۱۳۸۷، دوره ۲۳، شماره ۷۴۷
- کوک، آریو، دورکمپ، جی سی (۱۳۷۷)، ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، جلد یکم، ترجمه شاپور گودرزی نژاد، تهران: انتشارات سمت.

بررسی و تحلیل کیفیت منابع آب کارستی منطقهٔ تخت سلیمان تکاب

[1] سعید خضری [2] مریم کریمی*

[1] دانشگاه کردستان، skhezri@uok.ac.ir
[2] دانشگاه کردستان، maryamkarime@gmail.com

مقدمه

جریان آب زیرزمینی در محیط های کارستی شامل جریان های قائم نزولی، جانبی و سیفونی است. که این جریان ها دربسیاری ازمناطق جهان به عنوان یک منبع با ارزش به منظورتامین آب شرب ومصرفی محسوب می شود. ایران اگرچه در یک ناحیه خشک و نیمه خشک واقع شده به دلیل گسترش سازندهای کارستی به ویژه سازندهای کربناتی در مناطق زاگرس، البرز، نواحی مرکزی ایران شرایط مناسبی را در شکل گیری مخازن آب زیرزمینی کارستی فراهم نموده است (رستم افشار وهمکاران، ۱۳۸۸) به طوری که هم اکنون تامین کننده آب شرب تعدادی از شهرهای کوچک و بزرگ می باشند. آبخوان های کارستی در مقیاس جهانی از منابع مهم آب هستند. بدین صورت که بیش از۲۵ درصد آب مورد نیاز جهان را ذخیره و تامین می کند. از آنجا که منابع آب کارستی دارای کیفیت مطلوب تری نسبت به سایر منابع آبی هستند، از این جهت به عنوان منابع مهم و استراتژیک ویژه برای تامین نیازهای شرب محسوب می شوند. مناطق کارستی نسبت به سایرمناطق درمقابل آلودگی واثرات زیست محیطی حساس هستند آب‌های زیرزمینی کارست پتانسیل بالایی جهت آلوده شدن دارند(جلیلوند و نوری هندی، ۱۳۸۹). در سال های اخیر جامعه جهانی حساسیت زیاد نسبت به آلودگی منابع آب زیرزمینی نشان داده و اقدامات زیادی در زمینه مدیریت زیست محیطی برای حفاظت از آب های زیرزمینی انجام گرفته است. آبخوان های کارستی به علت درز و شکاف های زیاد در سنگ های در بر گیرنده، ویژگی های خاص ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی در معرض آلودگی زیست محیطی قرار دارند(باقری سیدشکری وهمکاران، ۱۳۹۲). در این پژوهش هدف مطالعهٔ کیفیت منابع آب زیرزمینی و تعیین میزان آلودگی این منابع در منطقه مورد مطالعه است.

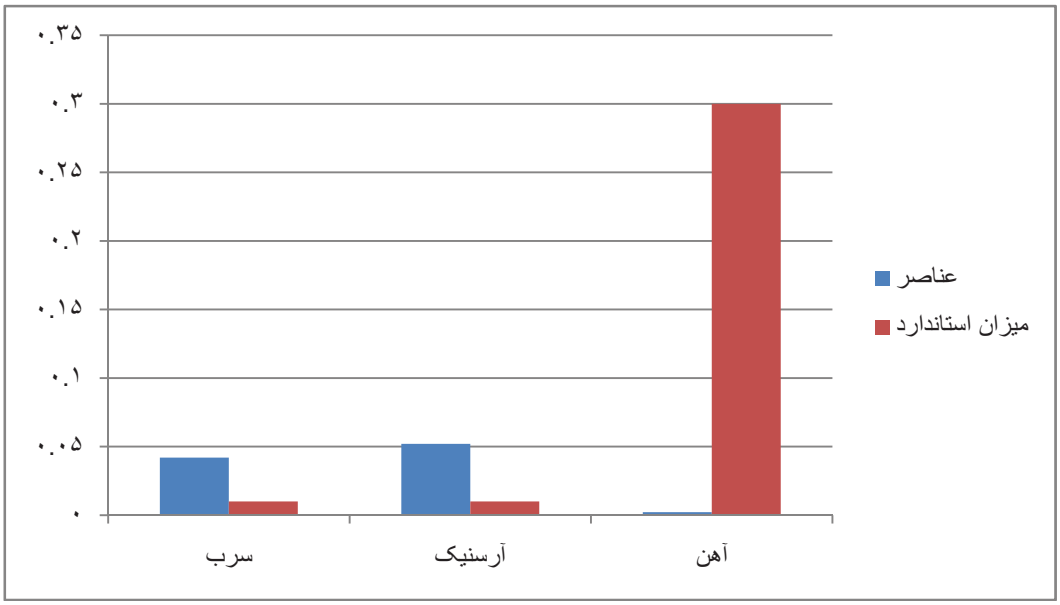
مواد و روشها

منطقه تخت سلیمان یکی ازمناطق تاریخی و باستانی کشورایران می باشد که درجنوب شرق استان آذربایجان غربی و شمال شرق شهرستان تکاب واقع شده که دارای مساحتی معادل ۱۲۴۰۰۰ متر مربع (۱۲هکتار) و بین عرض جغرافیایی ´۳۰، °۳۷ و´۳۰ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ´۴۵، °۴۷ و ´۵ °۴۷ شرقی قرارگرفته است. بیش از۵۰ درصد لیتولوژی این منطقه از سنگ های کربناته آهکی تشکیل شده است. ویژگی های زمین شناسی و اقلیمی منطقه تخت سلیمان شرایط مناسبی برای پیدایش اشکال کارست فراهم ساخته است، که دارای درز و شکاف های فراوانی می باشد. این پژوهش بر اساس مطالعات کتابخانه ای و بازدیدهای میدانی و نمونه برداری از آب منطقه و عملیات آزمایشگاهی و بهره گیری از نرم افزارهای آماری صورت گرفته است. برای بررسی میزان عناصرموجود در آب وکیفیت آن نمونه هایی را ازآب منطقه مورد مطالعه تهیه نمودیم و به آزمایشگاه منتقل کردیم و پس از استاندارد سازی با استفاده ازدستگاه جذب اتمی میزان عناصرسرب، آرسنیک، آهن، سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم وکل مواد جامد را تعیین کردیم و در نهایت با مقایسه مقادیربه دست آمده از طریق اندازه گیری با استانداردهای تعریف شده برای هرکدام ازعناصردرآب آشامیدنی کیفیت آب را از لحاظ قابل شرب بودن بررسی نمودیم و با استفاده ازنرم افزار اکسل نمودارهای مربوط به عناصر موجود درنمونه ها ترسیم شد و آن را با میزان استاندارد مقایسه نمودیم.

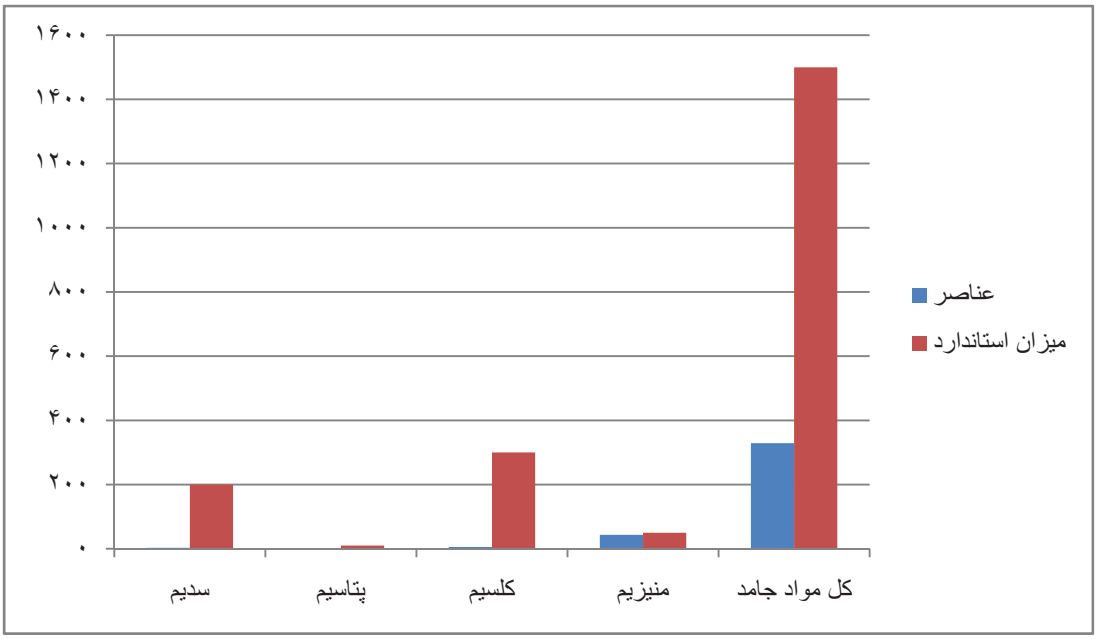
نتایج، یافته ها و بحث

وجود اشکال کارستی (فرم کارستی)ازجمله لاپیه ها، دولین ها، پولیه ها و همچنین چشمه های کارستی حکایت ازمنابع آب زیرزمینی در این منطقه دارد که وجود این پدیده های کارستی شرایط مناسبی برای شکل گیری مخازن آب زیرزمینی فراهم می کند که در تامین آب شرب

نقش برجسته ای دارند. آبخوان های کارستی منطقه تخت سلیمان تامین کننده آب شرب و قسمت اعظم آب مورد نیاز کشاورزی روستای نصرت آباد و احمد آباد است. ولی از آنجا که حساسیت سیستم های زهکش کارست به انتقال یا ورود هرگونه مواد آلاینده زیاد است و وجود هرگونه مواد آلاینده مانند تجمع زباله ها و جریان یافتن فاضلاب ها و پساب های سکونتگاه ها می تواند ازعوامل بالقوه در آلودگی منابع آب کارست باشد. مهمترین عامل آلاینده منابع آبی در منطقه تخت سلیمان شامل برخی از فعالیت های انسانی(مانند: رشد صنعت گردشگری، کشاورزی و دامداری سنتی و فاضلاب های مناطق مسکونی،زباله ها و استخراج معادن) و نیز عوامل طبیعی(مانند: تغییرات جوی، وجود ذرات معلق و گرد و غبار) است. بنابر این از آن جا که منطقه مورد نظر توریستی بوده و نیز به شدت توسط روستاییان و عشایر مورد بهره برداری کشاورزی و دامداری واقع شده است. عوامل بالقوه آلوده ساز منابع آب کارست برکیفیت منابع آب موثر واقع گردیده و مخاطراتی را به دنبال داشته است. با توجه به افزایش تقاضای آب و نقش حیاتی آن در توسعه، ارزیابی آسیب پذیری این آبخوانها از آلودگی جهت بهره برداری بهینه وحفظ کیفیت منابع آب کارست در منطقه یک نیاز مبرم جهت مدیریت علمی منابع آب می باشد. با بررسی داده های حاصل از اندازه گیری پارامترهای مرتبط با آب از جمله عناصر: سرب، آرسنیک، آهن، سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و کل مواد جامد، به این نتیجه رسیدیم که طی آزمایشات نمونه های برداشت شده ازمنطقه مورد مطالعه، میزان سرب(۰/۰۴۲)، آرسنیک(۰/۰۵۲)و آهن (۰/۰۰۲۲۷۴) میلی گرم برلیتراست. میزان حد مجاز این عناصر در آب آشامیدنی برابر(۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۳) میلی گرم بر لیتر می باشد(شکل۱)، درحالی که میزان سدیم(۲/۷۹۰)، پتاسیم(۱/۵۷۸)، کلسیم(۵/۵۰۹)،منیزیم(۴۳/۳۸۱)و کل مواد جامد(۳۲۹) میلی گرم برلیتر است که میزان استاندارد این عناصر درآب آشامیدنی برابر با (۲۰۰، ۱۰، ۵۰،۳۰۰و۱۵۰۰) میلی گرم برلیتر می باشد(شکل۲) و این نشان می دهدکه میزان غلظت عناصر سنگین وسبک(به جزسرب وآرسنیک) از حد استاندارد تعیین شده برای آب آشامیدنی پایین تربوده است.



شکل(۱)مقایسه عناصرسنگین بااستاندارد حد مجاز آن ها بر حسب میلی گرم بر لیتر



شکل(۲)مقایسه عناصرسبک بااستاندارد حد مجاز آن ها بر حسب میلی گرم بر لیتر

تشکر و تقدیر

این پژوهش مستخرج از رساله کارشناسی ارشد در دانشگاه کردستان بوده و در انجام آن از امکانات آزمایشگاه های دانشکدهٔ منابع طبیعی آن دانشگاه استفاده شده است. که بدین وسیله از همکاری مدیران محترم گروه های مربوطه و کارشناسان آزمایشگاه های مذکور که با محققین همکاری کامل نمودند، تشکر می شود.

مراجع

- باقری سیدشکری، سجادوهمکاران، ارزیابی تاثیرژئومورفولوژی کارست برمخاطرات ناشی ازآلودگی آبخوان های کارستی(مطالعه موردی آبخوان های کارستی حوضه رودخانه الوند، ژئومورفولوژی وپایش تغییرات محیطی، صفحه ۴۶- ۴۳، دومین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی ، ۱۳۹۲.
- جلیلوند، رضا و لیلا نوری هندی، آلودگی زیست محیطی آب‌های زیرزمینی مناطق کارست و راهکارهای حفاظت ازمناطق کارستی، انجمن مهندسی محیط زیست ایران، صفحه۱۰-۱، چهارمین همایش ونمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، ۱۳۸۹.
- رستم افشار، ناصر و همکاران، قوانین حفاظت کیفی منابع آب کارست، تحقیقات منابع آب ایران، سال پنجم، شماره۳، صفحه ۵۸-۵۶، انجمن علوم ومهندسی منابع آب، ۱۳۸۸.

تاثیرکاهش دبی بر مورفولوژی بستر کارون و افزایش خطر سیلاب های شهری اهواز

[1]سید رضا حسین زاده ، [2]مریم رشیدی، [3]عادل سپهر، [4]حیدر زارعی
[1]عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد www.srhosseinzadeh@yahoo.com
[2]دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسیمشهدwww.maryam.rashidi66@yahoo.com
[3]عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد www.adelsepehr@um.ac.ir
[4]عضو هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز www.zareiheydar@gmail.com

۱ـ مقدمهو موقعیت منطقه مورد مطالعه

مورفولوژی رودخانه، علم شناخت سیستم رودخانه از نظر شکل و فرم کلی، ابعاد و هندسه هیدرولیکی، راستا و پروفیل طولی بستر و نیز روند و مکانیزم تغییرات آن می‌باشد. بررسی مورفولوژیکی برای درک شرایط کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی رودخانه در آینده ضروری است و تنها از این طریق می‌توان عکس العمل طبیعی آن را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های اصلاح مسیر و تثبیت کناره‌ها پیش‌بینی نمود و میزان جابجایی، تغییر ابعاد و الگوی رودخانه را تشخیص داد. رودخانه‌ها به‌ندرت در حالت پایدار بوده و تحت تأثیر عوامل و متغیرهای مختلف همواره از نظر ابعاد، شکل، راستا و الگو در تغییر هستند(ریچارد چورلی و همکاران ، ۱۹۸۵).رودخانه همواره مورد توجه جوامع انسانی بوده و زندگی بسیاری از انسان‌ها را به طور مستقیم و غیر مستقیم تحت تاثیر قرار داده است. اما همواره این شریان‌های حیاتی در طول زمان تحت تاثیر عوامل طبیعی و غیر طبیعی، دستخوش تغییرات مورفولوژیکی شده و این عوامل موجب بر هم زدن تعادل آن‌ها بوده است. به طور کلی سیستم یک رودخانه از حوزه تا خروجی در معرض تغییرات مداوم مورفولوژیکی می‌باشد. تغییرات مورفولوژیکی رودخانه ها عمدتا تحت تاثیر عوامل طبیعی و یا مصنوعی شامل دو پدیده پایین افتادگی(Degradation) و بالا آمدگی(Aggradation) در بستر رودخانه‌ها می‌باشد(آخوندعلی ، ۱۹۷۷). نقش داده‌های حاصل از اندازه‌گیری دبی رودخانه‌ها در برنامه‌ریزی منابع آب، کنترل سیلاب و مهندسی رودخانه، برای تمام کارشناسانی که به نحوی با علوم آب رودخانه سروکار دارند، روشن است(حمادی، ۱۳۸۱). در حال حاضر مشکلات بسیار زیادی به‌دلیل تجمع رسوب در بستر به‌خصوص در بازه‌ی بالادست تا پایین‌دست شهر اهواز بوجود آورده است. در این قسمت جزایرمتعددی در بستر رودخانه تشکیل شده که پس از شکل گیری توسط انبوهی از درختان و گیاهان پوشیده می‌شوندورودخانه به‌صورت شاخه شاخه از میان این جزایر عبورمی‌کند.رودخانه کارون در دشت خوزستان ویژگی رودخانه‌های آبرفتی و الگوی مئاندری دارد، در منطقه مورد مطالعه در شهر اهواز الگوی پیچان‌رودی پس از رسیدن به مرکز شهر به الگوی مستقیم تغییر یافته و ریخت شریانی پیدا می‌کند(آل یاسین،۱۳۷۹). در مجموع با بالا آمدن بستر کارون و تجمع رسوبات و شیب کم بستر با اولین بارش رگباری طغیان آب سریع صورت می‌گیرد، همچنین سبب افزایش سطح آب زیرزمینی در پایین دست و منجر به تشکیل باتلاق و مشکلات کشاورزی شده است(قربانیان،۱۳۹۱).مطالعات مربوط به محاسبه حجم رسوبگذاری در بازه اهواز تا فارسیات مقدار رسوبگذاری را حدود دو میلیون تن در سال نشان می‌دهد (شاهی نژاد،۱۳۸۷). تشکیل جزایر رسوبی در بستر کارون سازمان‌های مسئول را بر آن می‌دارد که به‌طور مقطعی به لایروبی بستر بپردازند. بررسی اثرات تغییر محیط رسوبی بر پارامترهای فیزیکی،مکانیکی و شیمیایی خاک بازه اهواز تا خرمشهر نشان داد که محدوده مورد مطالعه به‌دلیل وضعیت‌های خاص مورفولوژی‌وهیدرولوژی دارای شرایط رسوب‌گذاری متفاوتی بوده و این امر بر خصوصیات فیزیکی،مکانیکی و شیمیایی نهشته‌های محیط‌های رودخانه‌ای تاثیرگذار بوده است(قاسمی قهساره و همکاران،۱۳۹۰). رودخانه کارون با آورد سالیانه حدود ۲۲ میلیارد متر مکعب و دبی لحظه‌ای ۷۳۶ متر مکعب در ثانیه یکی از پر آب ترین رودخانه‌های ایران محسوب می شود که حوضه آبریز آن در استان‌های خوزستان، لرستان، چهارمحال بختیاری و کهکیلویه و بویر احمد واقع شده است و در مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۲۷ دقیقه الی ۳۳ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی گسترده شده است. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در پایین دست محل اتصال رودخانه دز به رودخانه کارون و شامل بازه های ملاثانی تا فارسیات می‌باشد، قسمت اصلی منطقه در محدوده شهر اهواز می‌باشد.

شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲ـ داده ها و روش تحقیق

در این تحقیق از داده‌های دبی و بارش ایستگاه‌های هیدرومتری و باران‌سنجی مورد نیاز با مشخصاتی که در جدول شماره ۱ آمده است استفاده شد، پس از آن داده‌های دبی ایستگاه های مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Spss پردازش و نمودارهای روند تغییرات دبی ترسیم و سپس تحلیل‌های رگرسیون خطی و پلی نومیال مرتبه ۶ انجام شد، پس از آن داده‌های بارش در نرم افزار Spiدر سری زمانی ۱۲ ماهه پردازش و مقادیر بدست آمده با استفاده از جدول ۲ به وضعیت مورد نظر تبدیل گردید و با استفاده از آن دوره‌های خشکسالی و ترسالی مشخص شد. داده‌های خروجی را مانند داده‌های دبی در نرم‌افزار Excelمرتب کرده و نمودارها رسم گردید، در آخر با استفاده از نرم افزار Spss همبستگی بین دبی و خشکسالی محاسبه شد. همچنین برای بررسی تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه از تصاویر گوگل ارث سال های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۴ استفاده شده است.

جدول ۱مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری و بارانسنجی انتخاب شده

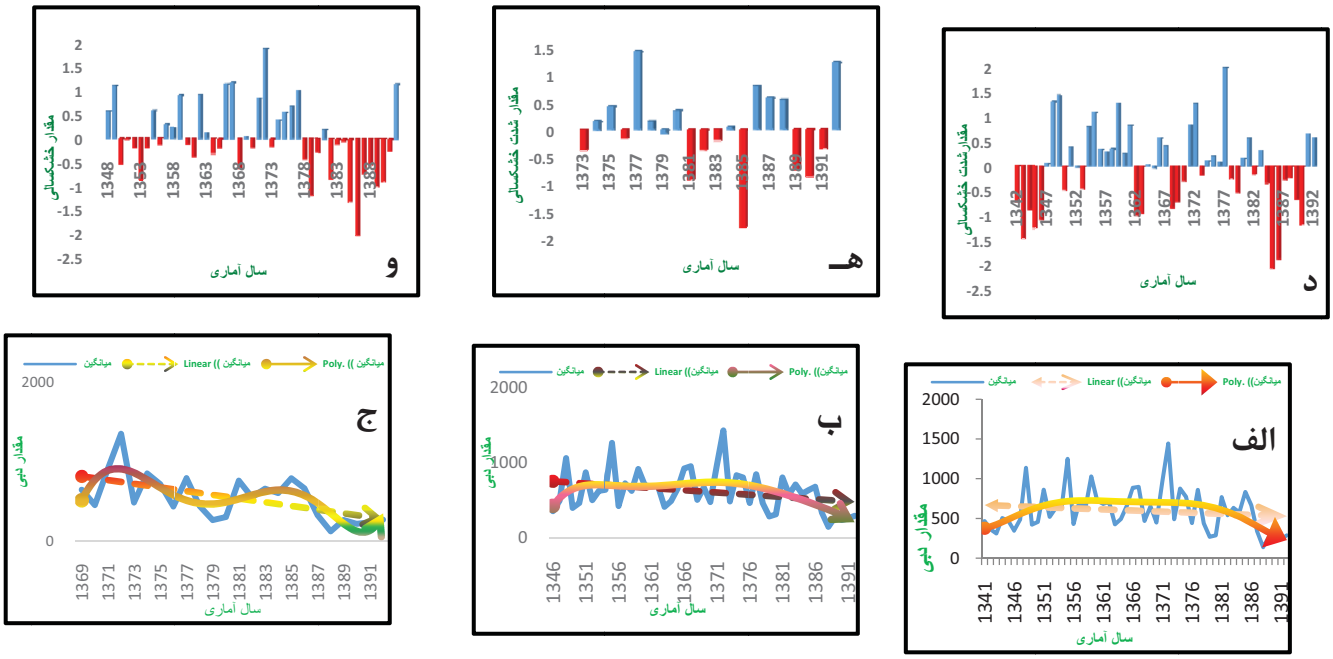
نام ایستگاه	سال تاسیس	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا(متر)	سال آماری
ملاثانی	۱۳۴۶	۴۸درجه و ۵۳ دقیقه شرقی	۳۱درجه و ۳۵ دقیقه غربی	۲۳متر	۱۳۴۱تا ۱۳۹۲
اهواز	۱۳۲۹	۴۸درجه و ۴۱ دقیقه شرقی	۳۱درجه و ۲۰ دقیقه غربی	۱۸متر	۱۳۴۱تا ۱۳۹۳
فارسیات	۱۳۶۸	۴۸درجه و ۳۰ دقیقه شرقی	۳۱درجه و ۱۰ دقیقه غربی	۱۳متر	۱۳۶۹تا ۱۳۹۲

جدول شماره ۲ طبقات مختلف خشکسالی در شاخصSPI(Makee, T.B 1995)

طبقات خشکسالی	مقدار شاخص SPI
ترسالی بسیار شدید	۲+
ترسالی شدید	۱.۹۹تا ۱.۵
ترسالی متوسط	۱.۴۹ تا ۱
نرمال	۰.۹۹ تا ۰.۹۹-
خشکسالی متوسط	۱-تا ۱.۴۹-
خشکسالی شدید	۱.۵۰-تا ۱.۹۹-
خشکسالی بسیار شدید	۲-

۳ـ بحث و نتایج

با نگاهی به نمودارهای سالانه تغییرات دبی رودخانه کارون در سه ایستگاه هیدرومتری ملاثانی،اهواز و فارسیات و با توجه به نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون خطی و پلی‌نومیال مرتبه ۶ می‌توان گفت که روند بلند مدت دبی این رودخانه از یک روند کاهشی با شیب نسبتاً زیاد برخوردار است. با توجه به آمار بدست آمده به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که طی ۵۲ سال گذشته دبی رودخانه کارون با کاهش نسبتاً زیادی مواجه بوده است(شکل ۱الف، شکل ۱ب، شکل ۱ج) با توجه به نمودارهای خشکسالی که داده های آن مقادیر بدست آمده به وسیله‌ی شاخص استاندارد بارشSpiمی‌باشد و با توجه به نتایج بدست آمده از تحلیل رگرسیون خطی و پلی نومیال مرتبه ۶، روند بلند مدت شدت خشکسالی به صورت افزایشی با شیب کم دیده شد که نشان‌دهنده‌ی افزایش خشکسالی در هر ۳ ایستگاه و منطقه مورد مطالعه می‌باشد.(شکل ۱د، شکل ۱هـ شکل ۱و). پس از تحلیل داده های دبی و بارش با استفاده از تصاویر گوگل ارث مورفولوژی رودخانه در سال های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار گرفت که همانطور که در تصاویر دیده می‌شود رودخانه کارون در محدوده اهواز دچار تغییرات زیادی شده است که شامل افزایش رسوبات می‌باشد، این رسوبات به صورت جزایری با پوشش گیاهی دیده می‌شوند و مرز رودخانه نیز از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ تغییرات محسوسی را داشته است که می‌توان ساحل سازی و فرسایش کناره بستر و همینطور تجمع رسوبات را دلایل این تغییرات در مرز رودخانه دانست.(شکل ۲)



شکل ۱: الف نمودار دبی سالانه ایستگاه اهواز، ب نمودار دبی سالانه ایستگاه ملاثانی، ج نمودار دبی سالانه ایستگاه فارسیات، د نمودار شدت خشکسالی سالانه ایستگاه بارانسنجی ایستگاه اهواز، هـ نمودار شدت خشکسالی ایستگاه فارسیات، و نمودار شدت خشکسالی ایستگاه ملاثانی.

کاهش دبی در رودخانه کارون که همزمان با دوره های خشک‌سالی می‌باشد،باعث شده است که سطح آب در حوضه کاهش پیدا کند و شیب کم حوضه و بالا آمدن بستر رودخانه به رسوبگذاری حوضه و تغییر مورفولوژی رودخانه منجر گردد و جزایری با تعداد و وسعت متفاوت در حوضه تشکیل شود. وجود این جزایر با پوشش گیاهی که بر سطح آن‌ها روییده شده است به‌صورت مانعی جهت تخلیه مطلوب آب رودخانه عمل می‌کنند و باعث کاهش ظرفیت انتقال آب در محدوده شهر اهواز می‌شوند. اطلاعات ثبت شده توسط سازمان آب و برق خوزستان نشان می‌دهد که رودخانه کارون در ۱۳۷۲ سیلابی در حدود ۵۲۵۰ متر مکعب بر ثانیه را از مقطع اهواز عبور داده است در حالیکه در سال ۱۳۸۳ سیلاب ۳۶۸۰ مترمکعب بر ثانیه و در سال ۱۳۸۴ سیلاب ۳۰۸۰ متر مکعب بر ثانیه، کل مقطع رودخانه در شهر اهواز را پر نموده و آب در آستانه ورود به شهر قرار گرفته است.در منطقه مورد مطالعه کاهش دبی در حوضه با توجه به تغییراتی که در مورفولوزی بستر رودخانه می‌دهد، باعث افزایش سیلاب شده است.

شکل ۲ : الف قسمتی از رودخانه کارون در مرکز شهر اهواز در سال ۲۰۰۵. ب قسمتی از رودخانه کارون در مرگز شهر اهواز در سال ۲۰۱۴

۵ـمنابع

- آل یاسین، کاربرد مهندسی رودخانه در رودخانه های دز و کارون، وزارت نیرو، کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، ۱۳۷۹.
- چورلی، ریچارد جی. استانلی ای، شوم. دیوید ای، سودن. ژئومورفولوژی، ترجمه احمد معتمد، جلد سوم، انتشارات سمت، ۱۳۷۹.
- زراتی، امیررضا و اطاعت، علی، مقایسه عملکرد مدل های ریاضی Fluvial 12 و Gstarsدر شبیه سازی رفتار رودخانه ها، سومین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.
- ۱۳۸۸.
- قاسمی قهساره، عباس و همکاران. بررسی اثرات تغییر محیط رسوبی بر پارامترهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک(رود کارون بازه اهواز تا خرمشهر). مجموعه مقالات گردهمایی علوم زمین، اسفند ۱۳۹۰.
- قربانیان، جبرائیل. کردوانی، پرویز. ثروتی، محمد رضا، بررسی عوامل موثر در تولید رسوب حاصل از سازندهای کواترنر و شناسایی نقاط سیل گیر با تاکید بر فرسایش خندقی در حوضه آبخیز کارون-اهواز۱۳۹۱.
- AkhondAli. A. M. "River Response To Sand Extraction" A Ph. D Thesis Submitted At TheUniversity Of New South Wales. Astralia.(1997).
- McKee, T, B. Doeskin, N.J and Kleist. J. Drought Multiple time Scales", 9th conference on Applied climatology Dallas, TX, 15-20 January, 1995, pp 233-236.

کاربرد سنجش از دور در شناخت مکان هایی با پتانسیل بهره برداری آبی در مناطق خشک (مطالعه موردی غرب کلوت های شهداد)

[1]حامد خانی پردنجانی، [2]عبدالحسین حاجی‌زاده، [3]سید مهدی حسینی
[1]دانشجوی کارشناسی ارشد GIS & RS دانشگاه خوارزمی تهران، hamed_khani68@yahoo.com
[2]دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی دانشگاه تهران hajizadeh6331@gmail.com
[3]مدرس دانشکده فنی امام صادق (ع) بابل، Mehdi3013@gmail.com

۱- مقدمه

آب یکی از ارکان اصلی حیات بشری است، به طوری که ادامه‌ی حیات برای موجودات زنده بدون آب ممکن نیست. اگر چه میزان کل آب در جهان ثابت است، اما توزیع نامناسب آن در سطح جهان و از همه مهمتر، کمبود آب شیرین و سالم در نقاط مختلفی از جهان نگرانیهای زیادی را پیش روی بشر قرار داده است. با وجود اینکه حدود ۷۰ درصد از سطح کره‌ی زمین را آب فرا گرفته است، ولی متأسفانه بحران آب در بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای واقع در کمربند خشک زمین مانند ایران، به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی فرآوری آینده‌ی جوامع خواهد بود . آنچه تاکنون بر سر آبهای ایران آمده، منجر به افت شدید سطح آبهای زیرزمینی و سطحی، کاهش محصولات کشاورزی و گرانی تولیدات کشاورزی، کاهش جمعیت حیات وحش به ویژه آبزیان، کاهش تنوع زیستی در گیاهان و جانوران و ایجاد چالش و تنش در مدیریت منابع آب شده است و لذا ضرورت حفظ و حراست از آن بیش از پیش احساس می‌شود. (یزدانی مقدم و قاسمیه، ۱۳۹۳)

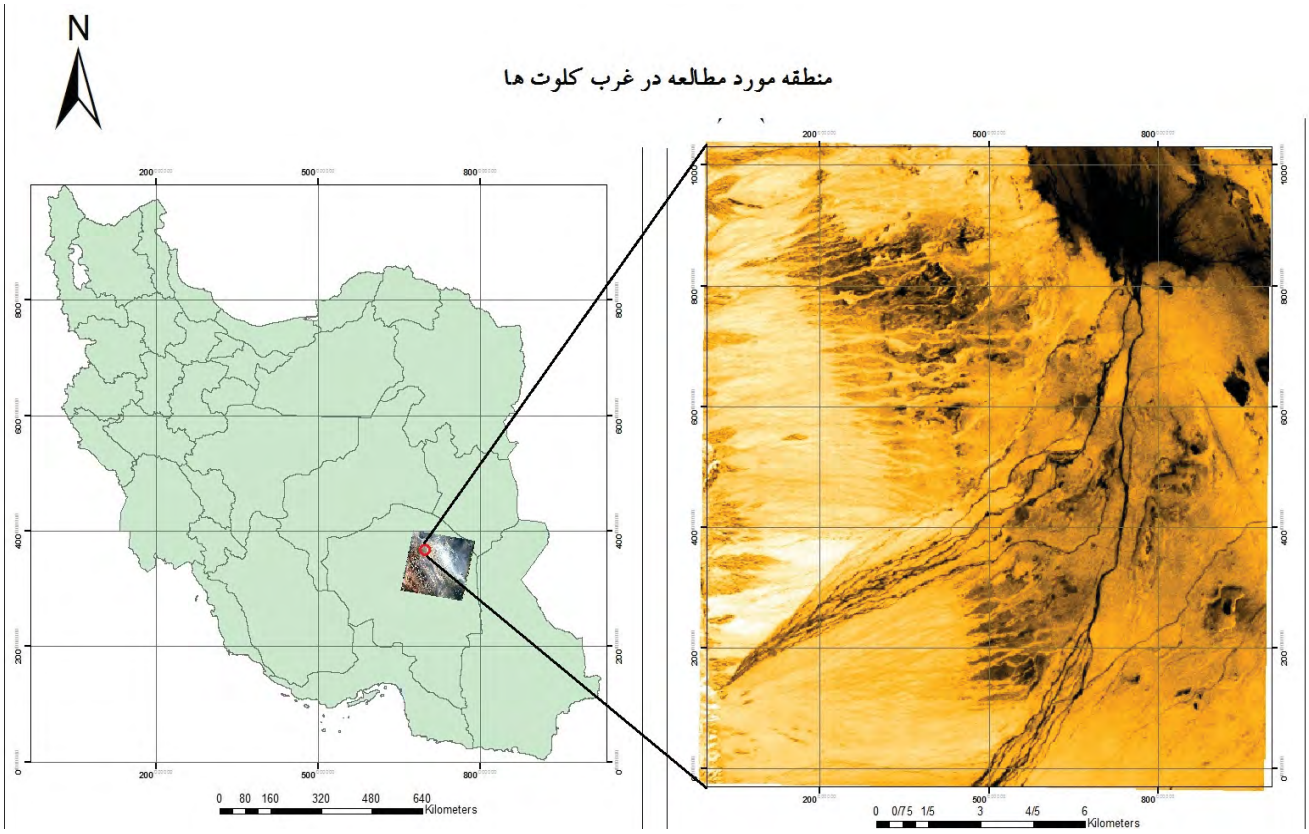
در مناطق خشک و نیمه خشک بارندگی کم، نامطمئن و دارای توزیع زمانی نامناسب است و عمده بارش به خاطر عوامل مختلفی از جمله کمبود پوشش گیاهی و شدت زیاد بارش به رواناب تبدیل می‌شود. مثلاً ۱۰ میلیمتر بارش در این مناطق قادر است ۱۰۰ هزار لیتر رواناب در هکتار تولید کند. از طرفی تبخیر در این مناطق بسیار بالا بوده و همین میزان کم بارش را نیز از دسترس خارج خواهد کرد. برداشت این میزان آب می تواند در مناطقی که به سایر منابع آب دسترسی نیست یا به دلیل هزینه یا کیفیت پایین آب زیر زمینی نمی توان چاه احداث نمود، بسیار مفید باشد. با برداشت این آب میتوان آب مورد نیاز روستاها، مدارس، خانه‌ها، باغات کوچک، دام و حیات وحش را تأمین کرد .به همین خاطر است که استفاده از سیستمهای استحصال آب از گذشتهای دور در این مناطق رواج یافته تا بتوان به طرق مختلف این آب را جمع آوری کرده و در مواقع نیاز مورد استفاده قرار داد. از جمله مهمترین روشهای ذخیره این آب می‌توان به ذخیره رواناب اشاره کرد. (جعفری شلمزاری و قلی نژاد، ۱۳۹۱)

یکی از مناطقی که بحران آب در آن حائز اهمیت است کویر لوت می باشد. بیابان لوت بر اساس نظریه های محققین مختلف و متخصصین هواشناسی با روش‌های مختلف طبقه‌بندی شده است.(محمودی ، ۱۳۵۴) در مورد وضعیت بیابان لوت زیاد گفته و مطالب فراوانی نوشته‌اند؛ اما آنچه که همگان اتفاق نظر دارند، شرایط سخت و طاقت فرسای حاکم بر لوت است و همین امر موجب شده تا تحقیقاتی زیادی پیرامون آن به عمل نیاید. بنابراین استفاده از تصاویر ماهواره ای کمک شایانی در تسریع شناخت منطقه داشته است. (علوی پناه ، ۱۳۸۳)

۲- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در غرب کلوت های دشت لوت قرار دارد کلوت های دشت لوت که نهشته های رسی پلیستوسن با رنگ قرمز مایل به زرد هستند که در رسوبات دریاچه سابق لوت قرار داشتند که توسط باد تراشیده شدند (حاجی زاده به نقل از احسانی، ۱۳۹۲) دشت لوت در جنوب شرقی ایران و در عرض های بین $21' - 28°$ تا $32°$ شمالی و طولهای $30' - 57°$ تا $55' - 55°$ شرقی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه با اقلیم فراخشک با متوسط بارندگی کمتر از ۵۰ میلی متر در سال است.در بیابان های لوت تنها رودخانه دائمی که در شمال حوضه از غرب به شرق در جریان است رود شور بیرجند است. این رود در نهایت به حوضه انتهای شمالی کلوت ها جاری می شود. در دشت لوت چاله‌ها یا حوضه‌های محلی متعددی وجود دارد که هرکدام دسته‌ای از رواناب‌های سطحی اطراف را دریافت می‌کنند بنابراین این چاله ها برای جمع آوری و مدیریت آب حائز اهمیت هستند.(علوی پناه ، ۱۳۸۴)

در شکل(۱) منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است که در غرب کلوت ها می باشد و می توان به خوبی آبراهه‌ها و چاله ای که رواناب به داخل آن می ریزد را مشاهده کرد.



شکل(۱) منطقه مورد مطالعه در غرب کلوت‌های ایران

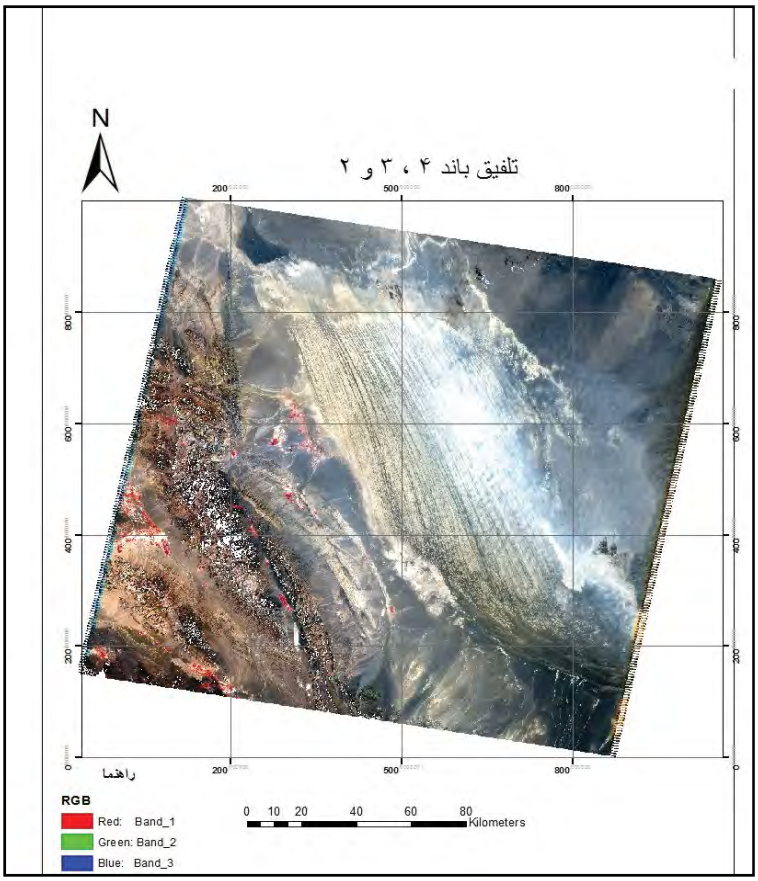
۳- ابزار های تحقیق

ابزار های مورد استفاده در این تحقیق شامل نرم افزار های Envi ، ArcGIS ، Google Earth و تصاویر ماهواره لندست می باشد.

۴- روش و تکنیک مورد مطالعه

در این تحقیق با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست سال ۲۰۰۹ با شماره ردیف و شماره مسیر ۳۹-۱۵۹ و تطبیق دادن منطقه مورد نظر در نرم افزار Google Earth ، بخش هایی از منطقه که دارای مخروط افکنه ها و چاله های فراوانی بود را با استفاده از نرم افزار Envi به صورت تصاویر رنگی کاذب (باند ۴ ، ۳ و ۲) نمایش داده و سپس از این منطقه ها نمونه هایی را برش داده و وارد محیط ArcGIS گردید و با تغییر مقادیر ارزش پیکسل آبراهه ها و چاله ها ، این مناطق را مشخص تر از قبل گردانیده تا بررسی و مطالعه روی این مناطق سریعتر و آسانتر شود.

ترکیب بند ۴ ، ۳ و ۲ سنجنده TM باعث به وجود آمدن تصویری با رنگ کاذب می شود از تلفیق این باندها به خوبی می توان پوشش گیاهی طبیعی را با رنگ قرمز آجری ، پوشش گیاهی مصنوعی را با رنگ آبی و ابرها و سایه ابرها را با رنگ طبیعی مشاهده کرد و همچنین به خوبی می توان آبراهه‌ها و چاله ها را با رنگ سفید مایل به خاکستری مشاهده کرد. به دلیل اینکه هر جا که رطوبت هست پوشش گیاهی نیز حضور دارد بنابراین میتوان گفت که در این تحقیق به خاطر اینکه این تصاویر پوشش گیاهی را به خوبی نشان می دهد بهترین تصویر برای مشاهده نمودن آبراهه‌ها همین تصاویر با رنگ کاذب می باشد. شکل(۲)



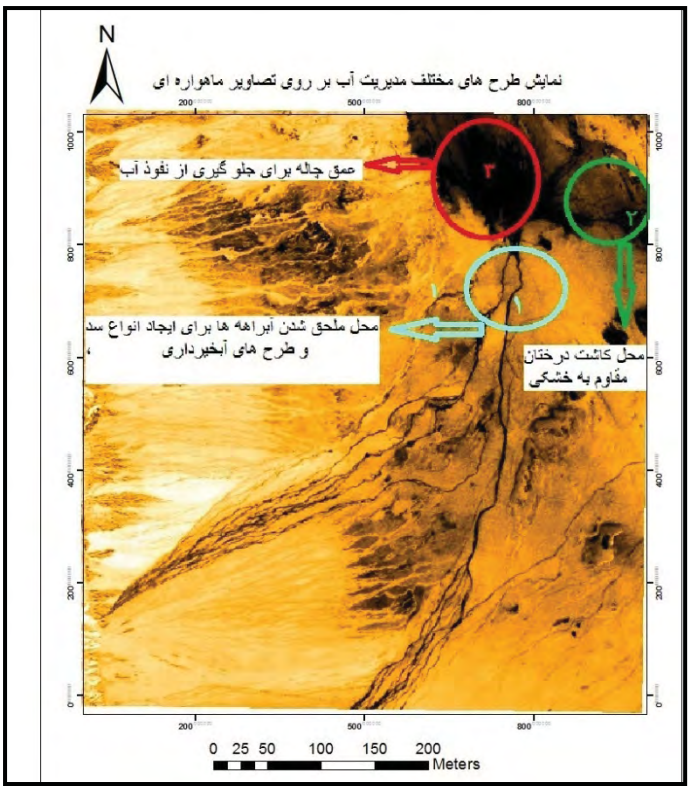
شکل(۲) تلفیق باند ۴ ، ۳ و ۲

۵- نتیجه یافته‌ها

در مناطق خشک و نیمه خشک بارش به صورت رگبار و با شدت بسیار زیادی می بارد که پس از بارش ، آب باران سریع به رواناب تبدیل شده و حجم عظیمی از آب در داخل آبراهه ها به جریان می افتد و پس از مدتی وارد چاله ها می شود و سپس این آب یا تبخیر شده و یا به داخل زمین نفوذ می کند لذا شناسایی این مناطق از قبل که شرایط سختی برای مطالعه میدانی دارد با استفاده از تصاویر ماهواره ای،کمک شایانی برای بهره برداری از این آب می کند و قبل از اینکه آب بارش تبخیر شود و یا به داخل زمین نفوذ کند آن را مدیریت کرده و با استفاده از طرح‌های آبخیز داری از جمله احداث سد از این آب بهره برداری شود.

در شکل (۳) مکان مناسب برای ایجاد انواع سد مثل سد های اصلاحی برای کم کردن سرعت آب و طرح های آبخیزداری با شماره ۱ مشخص شده است زیرا در این مکان آبراهه‌ها به همدیگر ملحق شده و حجم عظیمی آب در داخل این مکان جریان دارد که می توان آن را کنترل کرده و از آن بهره برداری و یا به ایجاد یک اکوسیستم جدید کمک کرد و آب را برای مناطقی که نیاز آبی بیشتری دارند هدایت کرد. شماره ۲ مکان مناسب برای کاشت درختان مقاوم به خشکی می باشد زیرا در این مکان آب در داخل چاله جمع آوری می شود و می توان با کشت درختان مقاوم به خشکی در این مناطق آب را از چاله به سمت این درختان هدایت کرد.

در شماره ۳ می‌توان کف چاله را به کمک مصالح ، نفوذ ناپذیر کرده که همین نفوذ ناپذیری باعث می شود حجم آبی که توسط آبراهه‌ها جمع شده است برای مدتی ذخیره شود و از این آب بهره برداری شود.



شکل(۳) نمایش طرح‌های مدیریت آب بر روی تصاویر ماهواره ای

۶- تقدیر تشکر:

با تشکر از دکتر علوی پناه استاد محترم گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه تهران به خاطر راهنمایی های ارزشمند و نیز با تشکر از گروه تخصصی ژئوماتیک ماهواره به خاطر فراهم اوردن بستر مطالعات برای انجام این تحقیق.

۷- مراجع

- مقصودی. مهران، حاجی زاده. عبدالحسین، نظام محله، محمد علی، بیاتی صداقت. زینب، **برآورد تقریبی مساحت،حجم، جرم و فشار کلوت های دشت لوت با استفاده از مولتی دیتا**، (۱۳۹۲) اولین همایش انجمن کواترنری ایران، دانشگاه تهران
- جعفری شلمزاری. مسعود، قلی نژاد. بهرام، **روشهای مختلف جمع آوری آب در مناطق خشک**، همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران، اولین دوره، ۱۴ صفحه ، مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی، ۱۳۹۱/۹/۲۲.
- علوی پناه. سید کاظم ، **بررسی منابع و رطوبت سطح الارض کلوت های بیابان لوت با استفاده از داده های ماهواره ای**، پژوهش های جغرافیایی، سی و ششمین دوره، ۱۴ صفحه ، دانشگاه تهران، فروردین ۱۳۸۳.
- محمودی. فرج الله، **بهسازی محیط در چاله لوت**، محیط شناسی، پنجمین دوره، ۱۶ صفحه، دانشگاه تهران، زمستان ۱۳۵۴.
- یزدانی مقدم. یعقوب، قاسمیه. هدی، **راه‌کارهای اساسی مقابله با بحران آب در ایران**، همایش بحران آب در دشت کاشان، دومین دوره ، ۶ صفحه ، دانشگاه کاشان، ۱۳۹۳/۹/۸.

نگرشی بر جایگاه انطباق حوضه‌های زهکشی و الگوهای تقسیمات‌کشوری در مدیریت محیط (بازنگری در فرایند تقسیمات کشوری با رویکرد مدیریت بحران آب)

[۱] امیر صفاری، [۲] سعید رحیمی‌هرآبادی ، [۳] محمدجواد عزیزی‌فر [۴] هادی کریمی

[۱] دانشیار و عضو هیئت علمی گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمیSaffari@khu.ac.ir
[۲] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمیRahimi.saeed64@Gmail.com
[۳] دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمیazizifar2000@yahoo.com
[۴] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی Hadi.karimi22@Gmail.com

مقدمه

نظام تقسیمات کشوری فرایندی است که تعیین کننده ساختار سلسله مراتب تشکیلات اداری، نحوه استقرار فضایی بخش‌های مختلف اداری، حجم نیروی انسانی، توزیع منابع مالی در بخش‌های عمرانی، تعامل قومی- فرهنگی، نظام مدیریتی و واگذاری اختیارات به سطوح پایین است (کریمی پور ،۱۳۸۱ به نقل از شریفی و انتظاری، ۱۳۹۱). درهمین ارتباط محدوده‌های متوازن تقسیمات کشوری در واقع ظرف مکانی به شمار می‌رود که می‌توان آن را فصل مشترک تمام پدیده‌های عینی و غیرعینی نظیر منابع طبیعی، وضعیت توپوگرافیک، آمایش سرزمینی جمعیت، ساختارفرهنگی و قومیتی، فعالیت، زیرساخت‌ها، تشکیلات، روابط، حرکات و... دانست(اطاعت و موسوی، ۱۳۸۹:۹۰). بنابراین در ظرف زمان و مکان، تقسیمات کشوری یکی از حساس‌ترین و مهم‌ترین اهداف دولت‌ها به منظور مدیریت پایدار سرزمین در راستای یکپارچگی درسطوح ملی، منطقه‌ای و محلی محسوب می‌شود (علی‌محمدی و دیگران، ۱۳۸۷: ۱۷۹).

درحال حاضر پنج عامل قلمروهای اداری و استانی کنونی ایران را مورد تهدید قرار می‌دهد: استفاده از فن‌آوری، مسائل جمعیتی و اقتصادی، محدودیت منابع، قومیت‌ها و سوءمدیریت(مقیمی،۱۳۸۱: ۱۱۷). در قانون تقسیمات کشوری، مصوب سال۱۳۶۲ه.ش، مبنای واحدسازی عمدتا تک معیاری و برپایه تعداد جمعیت در نظر گرفته شده است؛ در حالی که آنچه که تقسیم می‌شود فضاست و جمعیت یکی از عناصر عمده محتوایی آن به شمار می‌رود. البته شاید در نظر گرفتن عامل جمعیت در فضاهای جغرافیایی که دارای تجانس و پراکندگی متعادل هستند تا اندازه‌ای وافع بینانه باشد و دستیابی به الگوی مطلوب را میسر سازد؛ به ویژه اگر از تجانس توپوگرافیک و شبکه ارتباطی متوازن و بنیادهای زیستی مناسب و متعادل برخوردار باشد. ولی در مورد فضاهای جغرافیایی ایران که در آن ساختار طبیعی و توپوگرافیکی نامتجانس، شبکه ارتباطی ناقص، الگوی پخش جمعیت و منابع زیستی نامتعادل وگروه‌های فرهنگی و قومی نامتجانس است؛ بسنده کردن به عامل جمعیت در تقسیمات کشوری امری نادرست است. از این رو اصلاح قانون تقسیمات کشوری و درنظر گرفتن الگوی ترکیبی و چندمعیاری برای سازماندهی فضا ضروری است. بدیهی است که باید در این الگوی ترکیبی به معیارها و عوامل توپوگرافیک، وسعت فضا، دسترسی و پراکندگی سکونتگاه‌ها، جمعیت، همسایگی، بنیادهای زیستی، ساختار اقتصادی و اجتماعی، درجه تجانس، ساختار اقلیمی، ساختار فرهنگی قومی و... توجه کرد تا امکان دستیابی به الگوی متوازن تقسیمات فضا فراهم شود(حافظ نیا،۱۳۸۱ :۳۹۷). در این ارتباط حوضه‌های زهکشی به عنوان اساسی‌ترین تقسیمات طبیعی به دلیل این که مسائل آمایش و مدیریت محیط را تحت کنترل دارد، به عنوان یکی از راهکارهای تقسیمات کشوری قابل بررسی است.

حوضه‌های زهکشی یک سیستم تحت عمل همراه با واکنش فیزیکی «فرایند- پاسخ» است. این سیستم دارای ورودی‌ها (انرژی خورشید، انرژی جنبشی آب، انرژی پتانسیل، نزولات جوی و اختلاف ارتفاع) و خروجی‌هایی(آب، رسوب و مواد محلول) است(مقیمی و صفاری،۱۳۸۹: ۵). به طورکلی حوضه‌های زهکشی به عنوان واحدهای ناحیه‌ای با ویژگی‌های ژئومورفیک، اقلیمی و... مشخص می‌شود که این ویژگی‌ها در این محدوده‌ها قابلیت اندازه‌گیری و تحلیل‌های کمّی دارند و این تحلیل‌ها زمینه را برای طبقه‌بندی و مقایسه‌های بعدی فراهم می‌کند(زاهدی و بیاتی‌خطیبی،۱۳۸۷ :۴۷). این نوشتار می‌کوشد قابلیت‌های ناشی از انطباق حوضه‌های زهکشی و مرزهای سیاسی تقسیمات کشوری در چارچوب ارزیابی‌های مدیریت محیط و مدیریت بحران آب مورد بررسی قرار دهد.

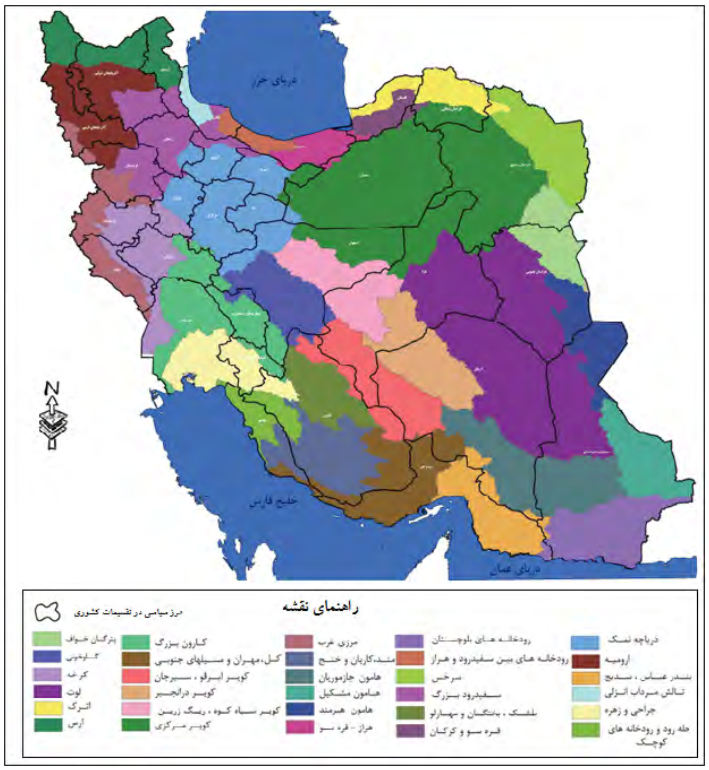
مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع کاربردی بوده و فرایند تحقیق به شیوه‌ی توصیفی- تحلیلی مبتنی بر داده‌های اسنادی و کتابخانه‌ای انجام شده است. در تدوین آن تلاش شده است با مراجعه به منابع مربوط به تقسیمات کشوری و حوضه‌های زهکشی نظیر سالنامه آماری آب کشور قابلیت‌های ناشی از تعامل و انطباق مرزهای حوضه‌های زهکشی و تقسیمات سیاسی- اداری کشور مورد شناسایی و بررسی قرار گیرد.

بحث و یافته‌ها

۳-۱- انطباق فرایند تقسیمات کشوری و حوضه‌های زهکشی و قابلیت‌های آن در مدیریت محیط

در نظام تقسیمات کشوری کنونی ایران، انطباق پایداری میان توان‌های محیطی و توان‌های جمعیتی و به طور کلی انسانی مشاهده نمی‌شود. از طرفی مدیریت محیط تنها در قالب واحدهای اداری- سیاسی مجزا قابل بررسی است. از آن جا که مدیریت محیط در بردارنده چهار مرحله اصلی شناسایی مساله، تنظیم خط‌مشی و برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی طرح‌هاست(کوک و دورکمپ، ۱۳۷۷، ۱۷) و حوضه‌های زهکشی به لحاظ این که محدوده‌هایی برای اندازه‌گیری و تحلیل‌های کمّی هستند، در عرصه مدیریت محیط که اساس آن پاسخ به بحران‌ها و رویه‌هایی برای توسعه است، توانمندی قابل ملاحظه‌ای را داراست. توجه به حوضه‌های زهکشی در قانون تقسیمات کشوری از جنبه‌های مختلف مدیریتی و آمایش محیطی قابل توجه است به طوری که می‌توان آبخیزداری یعنی مدیریت حوضه‌ها را معادل کشورداری دانست. زیرا حوضه‌های زهکشی ایران تعیین کننده و نمایانگر ویژگی‌های اقلیمی، زمین شناسی، هیدرولوژی و انسانی (نظیر سکونتگاهی، جمعیتی...) است. درشکل شماره ۱ مرزهای زیر حوضه‌های کشور و مرزهای سیاسی- اداری مورد مقایسه قرار گرفته است(شکل-۱)



شکل ۱: *مقایسه‌ی مرزهای حوضه های زهکشی و مرزهای سیاسی تقسیمات کشوری*

منبع: سالنامه آماری آب کشور(۱۳۸۷-۱۳۸۶): ۲۵

با توجه به نقشه تقسیمات سیاسی و مرزهای حوضه‌های آبریز فرعی کشور، متاسفانه در حال حاضر انطباقی میان مرزهای سیاسی- اداری استان‌ها و حوضه‌ها و زیرحوضه‌های کشور مشاهده نمی‌شود. لزوم توجه به این موضوع گام مهمی در دست یابی به مدیریت محیط به شمار می‌رود. در این نوشتار با توجه به مطالعات صورت گرفته موارد زیر در راستای قابلیت‌های انطباق مرزهای حوضه‌های زهکشی و تقسیمات سیاسی کشور مورد بررسی اجمالی قرار گرفته است:

۱. مدیریت و برنامه‌ریزی مخاطرات محیطی؛

مخاطرات محیطی حاصل ناسازگاری میان فرایندهای طبیعت زمین با سیستم‌های انسانی است و در نتیجه پیامدهای متعددی را در رابطه با مسائل محیطی به وجود می‌آورد(اسمیت و پلتی، ۲۰۰۹: ۸). به طور کلی مخاطرات محیطی شامل تنوع وسیعی از انواع مخاطرات است که از رویدادهای طبیعی، حوادث تکنولوژیک (ساخته دست انسان) و وقایع اجتماعی(رفتارهای انسانی) را شامل می‌شود(حسین‌زاده، ۱۳۸۳: ۶۶). در این میان بیشتر مخاطرات طبیعی که منشا زمین ساختی(زمین لرزه...)، هیدرولوژیک(سیلاب‌ها...)، اقلیمی(توفان...)، ژئومورفولوژیک(دامنه‌ای، بادی...) دارند تنها در بستر حوضه‌های زهکشی قابلیت کنترل و مدیریت را دارند. زیرا فعل و انفعالات طبیعی و مخاطرات ناشی از آن تحت تاثیر واحدهای طبیعی مانند حوضه‌های زهکشی شکل می‌گیرد و بنابراین مدیریت محیط در این راستا ارتباط مستقیمی با واحدهای طبیعی دارد. از این رو انطباق مرزهای حوضه های زهکشی به عنوان کنترل کننده غالب مخاطرات طبیعی با مرزهای سیاسی- اداری نقش موثری در مدیریت محیط دارد.

۲. مدیریت منابع آب در واحدهای سیاسی– اداری؛

از آنجا که حوضه‌های زهکشی اساس تعیین قلمروهای اقلیمی، هیدرولوژی و ژئومورفولوژی است و به دلیل این که اندازه‌گیری‌های کمّی توسط سازمان‌های مربوط به منابع آب از داده‌های منابع آبی در محدوده حوضه‌ها صورت می‌گیرد، مدیریت منابع آب در محدوده حوضه‌های زهکشی از بیشترین کارایی برخوردار است. بنابراین منابع آب در اثر انطباق مرزهای حوضه‌ها و مرزهای سیاسی می‌تواند نسبت به توزیع جمعیتی و نیازهای آبی متناسب با آن واحد سیاسی، مدیریت و برنامه ریزی شود. به عبارت دیگر در صورتی که حوضه‌های زهکشی تبدیل به مبنای معیار تعیین و ارتقای واحدهای اداری- سیاسی شود، توانمندی بسیاری از منظر مدیریت منابع آب خواهد داشت. زیرا حوضه‌ها تعیین کننده مقادیر بارش، تبخیر، دبی و... هستند.

از این رو می‌توان گفت هرحوضه زهکشی معرف میزان ظرفیتی از منابع آب است؛ این موضوع می‌تواند یکی از بنیادهای مورد نظر در نظام تقسیمات کشوری قرار گیرد تا مسائل کلانی چون بحران آب و متعاقب آن مسائل متعدد اجتماعی(مهاجرت) و محیطی(خشکسالی)، تشدید نشود. بنابراین هر واحد سیاسی- اداری در کشور در صورتی که بر مبنای توانمندی سیستمی حوضه‌های زهکشی طراحی شود تا حدودی می‌توان مانع از مسائل بحران آب شد.

۳. برنامه ریزی بر مبنای توانمندی‌های محیطی واحدهای سیاسی- اداری؛

در حالی که هرکدام از فضای یک کشور به ویژه در کشوری متنوع مانند ایران، از قابلیت‌ها و تنگناهای خاص خود برخوردار است به عنوان مثال، توانمندی محیطی از نظر وقوع نوع و چگونگی مخاطرات طبیعی (زلزله، سیل و...)، چگونگی زراعت، میزان و پراکندگی منابع آب... میان استان گیلان با استان یزد قابل قیاس نیست به عبارت دیگر هرکدام از واحدها ظرفیت‌های ویژه محیطی خود برخوردارند. تقسیمات سیاسی بر اساس حوضه‌های زهکشی این قابلیت را دارد که هر واحد سیاسی- اداری مطابق با توانمندی‌ها و محدودیت‌های ویژه خود به آمایش سرزمینی و مدیریت محیط بپردازد.

نتیجه گیری

تقسیمات کشوری فرایندی است که به یکی از حساس‌ترین و مهم ترین اهداف دولت‌ها در راستای مدیریت بهینه و پایدار سرزمین و دست‌یابی به یکپارچگی در سطوح مختلف کشور تبدیل شده است. آنچه که در این نظام مورد سازماندهی قرار می‌گیرد، طبقه‌بندی پایدار فضاست که تمام پدیده‌های عینی و غیرعینی نظیر منابع طبیعی، وضعیت توپوگرافیک، آمایش سرزمین، جمعیت، ساختار فرهنگی و قومیتی، فعالیت و زیرساخت‌ها را در بر می‌گیرد. در نظام تقسیمات کشوری کنونی ایران، به دلیل این که اصلی‌ترین عامل تعیین بخش‌های سیاسی و ارتقای آن (از روستا به شهر و...)، معیارهای جمعیتی است از این رو انطباق پایداری میان توان‌های محیطی و توان‌های جمعیتی و به طور کلی انسانی مشاهده نمی‌شود. به طوری که با مشاهده‌ی نقشه حوضه‌ها و تقسیمات سیاسی کشور، مرز مشترکی میان این معیار مشاهده نمی‌شود و این موضوع مسائل مختلفی را در مدیریت محیط به وجود آورده است. توجه به پارامترهای طبیعی به ویژه حوضه‌های زهکشی که می‌تواند از بنیادی ترین معیارهای تقسیمات کشوری مورد توجه قرار گیرد، از جمله مهم ترین راهکارهای مقابله با بسیاری از مسائل محیطی و اداری است. در این نوشتار حوضه‌های زهکشی و محدوده‌های آن به عنوان یکی از معیارهای تقسیمات کشوری و قابلیت‌های انطباق مرز حوضه‌ها و تقسیمات اداری- سیاسی آن در افزایش کارایی مدیریت محیط مورد مطالعه اجمالی قرار گرفت. از جمله قابلیت‌های ناشی از انطباق مرزهای حوضه‌های زهکشی و تقسیمات سیاسی می‌توان به مواردی همچون مدیریت و برنامه‌ریزی مخاطرات محیطی، برنامه‌ریزی بر مبنای توانمندی‌های محیطی واحدهای سیاسی- اداری و مدیریت منابع آب در واحدهای

سیاسی- اداری اشاره کرد. در مقابل مسائل و چالش‌هایی محتمل در چارچوب واکنش حکومت مرکزی و دولت محلی پیش روی این نگرش وجود خواهد داشت که در این بازنگری باید مورد مداقه قرار گیرد. بنابراین می‌توان گفت تقسیمات کشوری پایدار تنها در صورت توجه به معیارهای متعدد و ترکیبی است که تمامی جنبه‌های انسانی و طبیعی این فرایند را مد نظر قرار دهد و در این میان حوضه‌های زهکشی یکی از کارآمدترین جنبه‌های مدیریتی نظام تقسیمات کشوری می‌تواند مد نظر قرار گیرد.

مراجع

[۱] اطاعت جواد. موسوی، سیده زهرا. **تمرکز زدایی و توسعه پایدار در ایران،** پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۱، بهار ۱۳۸۹، صص۸۹-۱۰۶.، ۱۳۸۹

[۲] پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی. **سالنامه آماری آب کشور،** ۱۳۸۶-۱۳۸۷.

[۳] حافظ نیا، محمدرضا.: **جغرافیای سیاسی ایران،** تهران: انتشارات سمت،۱۳۸۱.

[۴] حسین زاده، رضا. **برنامه‌ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی،** جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره سوم، پاییز و زمستان ۱۳۸۳.

[۵] زاهدی، مجید. بیاتی خطیبی، مریم. **هیدرولوژی،** تهران: انتشارات سمت، ۱۳۸۷.

[۶] شریفی‌نجف‌آبادی،رسول. انتظاری‌نجف‌آبادی، مژگان. **اهمیت مطالعات ژئومورفولوی درتقسیمات‌کشوری، مطالعه‌موردی: استان‌چهارمحال و بختیاری،** اولین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی و زیستگاه انسان، صص ۹۷-۹۹. ۱۳۹۱.

[۷] علی محمدی، عباس. عاملی، عاطفه. قنبری، قاسم. **امکان سنجی سیستم اطلاعات جغرافیایی در ایجاد و تعیین مرکزیت واحدهای اداری- سیاسی، مطالعه موردی: شهرستان کرج،** ژئوپلیتیک، سال چهارم، شماره اول، بهار ۱۳۸۷، صص ۱۷۷-۲۰۰۰، ۱۳۸۷.

[۸] کوک آریو. دورکمپ جی.سی. **ژئومورفولوژی و مدیریت محیط،** ترجمه شاپورگودرزی نژاد، جلد اول، تهران: انتشارات سمت، ۱۳۷۸.

[۹۱] کریمی پور، یدالله.: **مقدمه‌ای بر تقسیمات کشوری،** جلد۱: وضع موجود، تهران: انتشارات انجمن جغرافیایی ایران، ۱۳۸۱.

[۱۰] مقیمی، ابراهیم. **مطالعه تطبیقی تقسیمات اداری ایران با حوضه‌های هیدروژئومورفولوژی و تغییرات آن در قرن۲۱،** تحقیقات جغرافیایی، شماره مسلسل ۶۵-۶۶، صص۱۱۵-۱۲۶، ۱۳۸۱.

[۱۱] مقیمی، ابراهیم. صفاری، امیر. **ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه شهری در قلمروی حوضه‌های زهکشی سطحی مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران،** مدرس علوم انسانی، دوره ۱۴، شماره ۱، بهار۱۳۸۹، صص۳۱-۱، ۱۳۸۹.

[12] Smith, K. Petley, David N. **Environmental Hazards Assessing And Reducing Disaster**, Rout ledge Pub, Fifth Edition. 2009.

پیامدهای منفی فقدان نگرش سیستمی در اجرای پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای از دیدگاه ژئومورفولوژی

[1]عزت‌الله قنواتی، [2]سعید خضری، [3]داود طالب‌پور اصل
[1] دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران، ezghanavati@yahoo.com
[2] دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه کردستان، s.khezry@gmail.com
[3] دانشجوی دورهٔ دکترای ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران، d.talebpour@uok.ac.ir

۱- مقدمه

برای غلبه بر کمبود آب، انتقال بین حوضه‌ای از طریق مرزهای بین‌المللی، ملی، منطقه‌ای و محلی، برای تأمین افزایش تقاضا در بخش کشاورزی، صنعت، برق‌آبی، زیست محیطی و خانگی، به‌منظور توسعه اقتصادی و اجتماعی انجام می‌شود(مریدسادات و همکاران، ۱۳۹۰). این انتقال علیرغم رفع کمبودها می‌تواند منشأ تغییرات زیادی در حوضه‌های مبدأ و مقصد باشد که باید از دیدگاه‌های مختلف از جمله ژئومورفولوژی مورد ارزیابی قرار گیرد.

در سا لهای اخیر تشدید پدیده خشکسالی و مدیریت نادرست منابع آب، موجب افت شدید تراز آب دریاچهٔ ارومیه و بروز پیامدهای منفی زیست محیطی شده است(رضازاده و عباسی، ۱۳۹۲). لذا به منظور پیشگیری از بروز چنین مشکلاتی، طرح انتقال آب رودخانهٔ زاب به حوضه آبریز دریاچه ارومیه در دست مطالعه و اجرا قرار گرفته است. اگر چه قدمت انتقال آب به صدها سال پیش بر می‌گردد، ولی ضرورت طرح این موضوع از ۲۰۰ سال پیش تاکنون بیشتر احساس شده است. اجرای کارگاه‌ها و همایش‌های بین‌المللی و ملی با هدف بررسی مسائل انتقال بین حوضه‌ای آب، تأکیدی بر این موضوع است(حلبیان و شبانکاری، ۱۳۸۹). (Hey ،1986)، (Lansheng & Christian ،1999)، (Anna ،2000)، (Hongwang & Xuejun ،2003) ، (Rashid & Mampiti ،2006)، (Alistair ،2009)، (Yan & et. al،2012)، (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۱)، (سید نعیم امامی، ۱۳۹۱)، (آتشخوار و همکاران، ۱۳۹۱) و گوهری و همکاران در سال۲۰۱۳ هر کدام در مقالات جداگانه‌ای به بررسی پیامدهای منفی انتقال آب بین حوضه‌ای پرداخته‌اند که در آنها، بیشتر از زاویهٔ زیست محیطی و مسائل اجتماعی– اقتصادی به این پروژه‌ها پرداخته شده است. لذا، در این تحقیق تلاش گردیده تا از زاویه‌ای متفاوت و از دیدگاه ژئومورفولوژی، به پیامدهای منفی فقدان نگرش سیستمی در اجرای پروژهٔ ملی انتقال آب از حوضهٔ آبریز رودخانهٔ زاب به دریاچهٔ ارومیه پرداخته شود، تا با شناسایی این چالش‌ها، و ارائهٔ راهکارهای مناسب، خسارت اجرای این طرح به حداقل و مزایای آن به حداکثر برسد.

۲- مواد و روشها

روش تحقیق عمدتاً بر پایهٔ روش تحلیلی استوار بوده است. داده‌ها، لایه‌های اطلاعاتی و مدارک مورد نیاز این تحقیق به شرح ذیل می‌باشند که به منظور گردآوری آنها از طریق روش کتابخانه‌ای، مراجعه به سازمان‌ها و ادارات، سایت‌های اینترنتی و مشاهدات میدانی، اقدام شده است:

۱-تصاویر GDEM ماهوارهٔ ASTER با قدرت تفکیک ۱۵متر که لایه‌های رستری سطوح ارتفاعی، زیرحوضه‌ها، شیب و جهت شیب دامنه‌ها در حوضه با اندازهٔ پیکسل‌های ۲۰ متر از آن تهیه گردید. ۲- داده‌های اقلیمی حوضه از ایستگاههای هواشناسی موجود در منطقه استخراج و به کار گرفته شد. ۳- آمار مرتبط با هیدرولوژی آبهای سطحی که شامل آمار بده لحظه‌ای و سیلابها، میزان برداشت آب از رودخانه و همچنین گردآوری گزارش‌های هیدرولوژی آبهای زیرزمینی مربوط به منطقه. ۴- داده‌های ساختمانی و لیتولوژیکی که از نقشهٔ زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ اشنویه، سیلوانه، سردشت و پیرانشهر برداشت گردید. همچنین برای تکمیل سایر داده‌ها و انطباق نقشه‌ها با وضع موجود، عملیات میدانی انجام شد.

۲-۱ حوضهٔ مورد مطالعه

حوضهٔ آبریز رودخانهٔ زاب، به عنوان حوضهٔ مبدأ، و حوضهٔ آبریز رودخانهٔ گادَر، در مرز شمالی حوضهٔ آبریز زاب به عنوان حوضهٔ مقصد، در جنوب غربی استان آذربایجانغربی قرار دارند. از نظر مختصات جغرافیایی بین ″۳۰ ′۵۹ °۳۵ تا″۵۵ ′۹ °۳۷ عرض شمالی و ″۵۰′۴۴ °۴۴ تا ″۴۰ ′۵۰ °۴۵ طول شرقی واقع شده‌اند. مساحت حوضهٔ زاب ۳۳۸۳/۱۱ و حوضهٔ گادر ۲۲۲۵/۱۲ کیلومترمربع می‌باشد(شکل ۱).

رودخانهٔ زاب از ارتفاعات سیاه کوه واقع در مرز ایران و عراق به نام رود لاوین سرچشمه می‌گیرد با دریافت شاخه‌های زیوکه، تمرچین، قلعه‌تراش، آوجار، بادین‌آباد، نعلین، آبخورد، پردانان و در مرز ایران و عراق در نزدیکی آبادی هرزینه، پس از دریافت شاخهٔ پرآب چومان، وارد خاک عراق می‌شود. حداکثر جریان ماهانه رودخانهٔ زاب به میزان ۱۳۳/۶ مترمکعب بر ثانیه و معادل ۳۵۷/۸۳۴ میلیون مترمکعب در اردیبهشت ماه و حداقل جریان ماهانه ۸/۱ متر مکعب در ثانیه و معادل ۵۶/۷۶۵ میلیون مترمکعب در شهریور ماه بوده است. بیشترین جریان سالانه رود زاب ۴۵/۱ مترمکعب بر ثانیه و برابر ۱۴۲۲/۲۷۴ میلیون متر مکعب و کمترین جریان سالانه ۸/۴ مترمکعب بر ثانیه و معادل ۲۶۴/۹۰۲ میلیون متر مکعب در سال است. از نظر اقلیمی این منطقه، یکی از بیشینه‌های بارشی در غرب ایران می‌باشد میزان بارش سالانه ۶۷۸/۶ میلی متر و میانگین دما ۱۱/۹ درجه سلسیوس است.

از دیدگاه تقسیمات واحدهای ساختمانی- رسوبی ایران، حوضهٔ آبریز رودخانه‌های زاب و گادَر در محدوده کمربند دگرگونی و افیولیتی زون سنندج- سیرجان می-باشد. این زون یکی از فعال‌ترین و ناآرام‌ترین واحدهای ساختمانی ایران می‌باشد و مراحل مهم دگرگونی را تحمل کرده است(خضری و همکاران، ۱۳۸۵). رخنمون های منطقه را سنگ‌های گوناگونی از لحاظ ترکیب و سن پدید آورده است که بطور عمده در برگیرندهٔ سنگ های آذرین، رسوبی، دگرگونی از زمان پرکامبرین تا عهد حاضر است. واحدهای کربناته و سنگهای ولکانیک به علت پایداری در برابر فرسایش بلندترین ارتفاعات منطقه را ساخته‌اند، حال آن که واحدهای شیلی و ماسه‌ای نقاط پست منطقه را پدید آورده‌اند. فشارهای وارده بر منطقه باعث شکستگیهای فراوان شده است. از جملهٔ این گسل ها، گسل فعال پیرانشهر می‌باشد که به طول ۹۰ کیلومتر از پیرانشهر تا سردشت امتداد دارد(قهرودی و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۲ معرّفی پروژهٔ انتقال آب بین حوضه‌ای

در یک نگاه کلی این طرح در قالب سیستم جمع‌آوری و همچنین تونل‌های انتقال از شاخهٔ بادین‌آباد و انتقال از دریاچهٔ سدهای مخزنی به حوضهٔ رودخانهٔ گادر صورت می‌گیرد(شکل ۲). مطابق این طرح:

۱-با احداث سد مخزنی سیلوه بر روی رودخانهٔ لاوین در ۱۳ کیلومتری شمال شهر پیرانشهر، با گنجایش ۱۶۰ میلیون متر مکعب، سالانه ۹۵ میلیون متر مکعب آب از طریق حفر تونل و کانال ، به سد چپرآباد بر روی رود کانی‌رَش در حوضهٔ رودخانهٔ گادَر منتقل می‌گردد. ۲- با احداث سد بادین آباد بر روی این رود، سالانه ۲۲۰ میلیون متر مکعب آب از طریق حفر کانال به سد کانی‌سیو منتقل می‌شود. ۳- با احداث سد شیوه بر روی شاخهٔ اصلی رود زاب، سالانه ۱۹۵ میلیون متر مکعب آب از طریق پمپاژ و حفر کانال به مخزن سد کانی‌سیو منتقل می‌شود(اخباری و همکاران، ۱۳۸۵). ۴- و در نهایت با احداث ۳۵/۷ کیلومتر تونل، سالانه ۶۲۳ میلیون متر مکعب آب از سد کانی‌سیو به حوضهٔ رودخانهٔ گادر و سپس دریاچهٔ ارومیه منتقل می‌شود(رضازاده و عباسی، ۱۳۹۲).

بر اساس این طرح، مقدار بهینه کل آب انتقالی از حوضهٔ زاب به حوضه گادَر به طور متوسط، سالانه برابر با ۱۵MCM[15] ۸۱۱/۳ است که MCM ۱۳۲/۵ آن از طریق تونل جلدیان و MCM ۶۷۸/۸ با استفاده از تونل کانی‌سیو صورت می‌گیرد. در این حالت متوسط سالیانهٔ آب خروجی از مرز برابر با MCM ۸۱۷/۲ خواهد بود(رضاپور طبری، ۱۳۹۰).

۳- بحث و نتایج

ارتباط درونی پیچیده‌ای بین دبی جریان و مورفولوژی رودخانه در سیستم رودخانهٔ تعدیل نشده وجود دارد. در محدودهٔ مورد مطالعه، جایی که سیستم‌های رودخانه‌ای توسط پروژهٔ انتقال آب بین حوضه‌ای تحت تأثیر قرار گرفته‌اند، سؤال این است که در این ارتباط درونی در داخل یک سیستم رودخانهٔ تعدیل شده(در اثر اجرای طرح انتقال آب بین حوضه‌ای) چه اتفاقی می افتد؟ برای پاسخ به این سؤال می‌توان بر موضوعات ذیل متمرکز شد:

- نمایان ساختن واکنش مورفولوژیکی رودخانه، از جمله تراس‌های کناره‌ای رود به انتقال آب بین حوضه‌ای.
- نمایان ساختن ارتباط بین هیدرلوژی رودخانه و تغییرات سطح ایستابی با نشست زمین در حوضهٔ مبدأ.
- تعیین فرآیندهای ژئومورفولوژیکی، که در اثر انتقال آب بین حوضه‌ای تغییر خواهند نمود.
- شناسایی بخشهایی از مسیر رودخانه در حوضهٔ مقصد که فرسایش کناری و جابه جایی مرزهای رودخانه در آن موجب تخریب زمینهای کشاورزی و مناطق مسکونی می‌گردد.

سیستمهای رودخانه ای در هر موقعیت زمانی و مکانی از شرایط مانیسمهای کنترل در بالادست رودخانه که رژیم هیدرولوژیکی و مقدار و نوع رسوب حمل شده را تعیین می‌کنند، تأثیر می پذیرد. اثرات متقابل پیچیده بین متغیرهای مورفولوژی رودخانه، در شکل(۳) نشان داده شده است. بنابراین هر تغییری در هر کدام از این متغیرها، مشخصاً به صورت عکس‌العمل مورفولوژی رودخانه منعکس خواهد شد. انتقال بین حوضه‌ای نمایشی از یک تغییر است. در حوضهٔ مورد مطالعه پس از آجرای پروژه و آبگیری سد کانی سیو، از ساختگاه سد تا شهرک میرآباد به طول ۳۰ کیلومتر بستر و تراسهای رودخانهٔ زاب شدیداً تحت تأثیر کاهش شدید دبی رودخانهٔ زاب ناشی از اجرای پروژهٔ انتقال آب قرار می گیرد(شکل ۴).

یکی دیگر از مهمترین اثرات منفی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، پایین رفتن سطح ایستابی آبهای زیرزمینی در حوضهٔ مبدأ است. در این راستا، به منظور ارزیابی رابطهٔ بین حجم دبی رودخانهٔ لاوین و تراز آب زیرزمینی دشت پیرانشهر و پیش‌بینی میزان تغییرات، از روش‌های مختلف رگرسیون دو متغیره برای تهیهٔ مدل‌های رگرسیونی استفاده شد. به همین منظور از نتایج آنالیز داده‌های دبی رودخانهٔ سیلوه و تراز آبهای زیرزمینی حاصل از ۲۰ چاه پیزومتریک در محدودهٔ آبخوان پیرانشهر در یک دورهٔ ۱۲ ساله استفاده و سپس اقدام به تعیین انواع مدل‌های رگرسیونی دو متغیره در حالت‌های گوناگون خطی، لگاریتمی، معکوس، توانی، نمایی، درجهٔ دو، درجهٔ سه، منحنی رشد، ترکیبی و حالت S با کمک نرم افزارSPSS18 گردید.

به منظور دستیابی به مناسب‌ترین مدل جهت پیش بینی متغیر وابسته، از معیارهای مهم ارزیابی خطای نسبی تخمین، مجذور میانگین مربعات خطا، ضریب همبستگی و در نهایت ضریب کارایی به صورت ارائه شده در روابط زیر استفاده شد. اعتبار نهایی مدل‌های به دست آمده با توجه به مقادیر قابل قبول خطای تخمین کمتر، مقادیر مجذور میانگین مربعات خطای کوچکتر و ضریب کارایی بالاتر و نزدیک به یک، ارزیابی گردید.

[15] . Million Cubic Meters

$$RE = \left|\frac{Qo-Qe}{Qo}\right| \times 100 \quad (۱) \qquad RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^{i-1}(Qo-Qe)^2}{n}} \quad (۲) \qquad CE = \frac{\frac{1}{n}\sum_1^{i-1}(Qo-\overline{Qo})^2 - \frac{1}{n}\sum_1^{i-1}(Qo-Qe)^2}{\frac{1}{n}\sum_1^{i-1}(Qo-\overline{Qo})^2} \quad (۳)$$

که در آنها:

RE = خطای نسبی به درصد، $RMSE$ = مجذور میانگین مربعات خطا، CE = ضریب کارایی، Qo = مقدار مشاهده ای متغیر وابسته، Qe = مقدار تخمینی متغیر وابسته، $\overline{Qo}$ = میانگین مقادیر مشاهده ای، n = تعداد مشاهدات می‌باشد(قضاوی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۱۵). در نهایت با در نظر گرفتن ضریب همبستگی و ضریب کارایی بیشتر و مقادیر خطای نسبی تخمین و مجذور میانگین مربعات خطای کمتر، «**معادلهٔ نمایی**» جهت نمایش میزان همبستگی میان حجم دبی رودخانهٔ لاوین و تراز آب زیرزمینی در دشت پیرانشهر قابلیت بیشتری داشت. (شکل ۵).

$$Y = 1424.6e^{2e-05x} = 1424.6 \times 2.711^{(0.00002\times 63.89)} = 1426.4166 \quad (۴)$$

نظر به اینکه میانگین تراز آبهای زیرزمینی آبخوان پیرانشهر در یک دورهٔ ۱۲ ساله ۱۴۲۹/۳۴ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد. پس از اجرای پروژهٔ انتقال آب از سد سیلوه به حوضهٔ دریاچهٔ ارومیه، و کاهش حجم دبی رودخانهٔ لاوین از ۱۹۶/۳۹ به ۶۳/۸۹ میلیون مترمکعب، تراز آبهای زیرزمینی به طور متوسط در حدود ۳ متر پایین رفته و به ۱۴۲۶/۴۱۶۶ متر کاهش خواهد یافت.

از طرف دیگر اجرای پروژه انتقال آب، موجب افزایش حجم دبی در پایین دست رودخانهٔ گادَر و به تبع، تشدید فرسایش کناری، آبگیری دشت سیلابی و در نهایت تهدید شهرها و روستاهای ساحلی و زمین‌های کشاورزی می‌شود. این بخش از پروژه، پایین‌دست دشت نقده از محل اتصال شاخهٔ بَگم‌قلا به رودخانهٔ گادَر تا دریاچهٔ ارومیه به طول تقریبی ۴۰ کیلومتر را شامل می‌شود که در آن اختلاف ارتفاع بستر دائمی رود گادَر و دشت سیلابی بسیار ناچیز و شیب عمومی منطقه کمتر از ۰/۰۲٪ است(شکل ۵). میانگین دبی رودخانهٔ گادر در یک دورهٔ ۵۳ ساله(۱۳۳۶ تا ۱۳۸۹) ۳۵۵/۴۷ میلیون متر مکعب در سال می باشد پس از اجرای پروژه این میزان به ۱۱۶۶/۷۷ میلیون متر مکعب خواهد رسید. این افزایش دبی ممکن است باعث خروج جریان از بستر اصلی و وارد شدن آن به دشت سیلابی گردد.

۴- یافته ها

در برنامه ریزی به منظور اجرای پروژهٔ انتقال آب از حوضهٔ رود زاب به دریاچهٔ ارومیه، عدم توجه به شرایط گذشته، حال و آینده رودخانهٔ زاب(مبدأ) و رودخانهٔ گادر(مقصد) موجب بروز مشکلات عدیده‌ای می‌شود، چرا که تعادل بوجود آمده و ویژگی‌های دینامیک حوضه دچار اختلال می‌گردد. به این معنی که افزایش و یا کاهش انرژی در بخشی از حوضه‌های رودخانه‌ای، به لحاظ پویایی رودخانه‌ها، سبب می‌شود که ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی بستر جریان رودخانه‌ها به نحو محسوسی تغییر یابد. گاهی اوقات عواقب این تغییرات به نحویست که زندگی ساکنان را به دشواری مواجه می‌کند و حتی گاهی اهداف طرح را با شکست مواجه می‌سازد. از طرف دیگر روند افت تراز آب زیرزمینی دشت پیرانشهر که در پایین‌دست سد سیلوه قرار دارد، در دورهٔ بعد از انتقال آب به حوضهٔ دریاچهٔ ارومیه تشدید خواهد شد. به طوری که بعد از اجرای پروژه تراز آب زیرزمینی در حدود ۲/۹۲ متر پایین خواهد رفت. که اثرات آن در قالب خشک شدن چشمه‌ها، خاک کشاورزی، کاهش سطح زیر کشت و به تبع کاهش بازدهٔ محصولات کشاورزی منطقه و در نهایت مهاجرت مردم به علت کاهش منبع درآمد، پدیدار خواهد شد. این در حالیست که شغل اکثر ساکنان این منطقه کشاورزی است و حیات آنها وابسته به جریان رود زاب و آب‌های زیرزمینی منطقه است. همچنین انطباق دشت پیرانشهر بر رسوبات جوان آبرفتی مربوط به دورهٔ کواترنر و وجود گسل‌های فراوان از جمله امتداد گسل سرتاسری زاگرس از جنوب آبخوان پیرانشهر احتمال نشست زمین را در این بخش از حوضه افزایش می‌دهد.

مراجع

۱- آتشخوار، فاطمه؛ زمانی، عفت؛ پورعبدالله، ناهید، وضعیت ناپایدار آبخوان های مسیر انتقال آب و متأثر از عواقب تونل بهشت آباد، همایش ملی انتقال آب بین حوضه‌ای(چالشها و فرصتها)، شهرکرد، دانشگاه آزد اسلامی واحد شهر کرد، ۱۳۹۱.

۲- امامی، سیدنعیم، چالش‌های زمین شناختی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای(مطالعه موردی: طرح انتقال آب بهشت‌آباد به فلات مرکزی)، همایش ملی انتقال آب بین حوضه‌ای(چالش‌ها و فرصت‌ها)، شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، ۱۳۹۱.

۳- حلبیان، امیر حسین؛ شبانکاری، مهران، مدیریت منابع آب در ایران(مطالعه موردی: چالشهای انتقال آب از بهشت آباد به زاینده رود)، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، ۱۳۸۹.

۴- خضری، سعید؛ روستایی، شهرام؛ رجایی، عبدالحمید، پهنه بندی و تحلیل سلولی ناپایداری دامنه‌ای در بخش مرکزی حوضهٔ آبریز رودخانهٔ زاب، نشریهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی، شماره ۲۲، ص ۱۴۸ ، ۱۳۸۵.

۵- رضازاده، علیرضا؛ عباسی، مهدی، تونل انتقال آب گلاس جهت احیای دریاچهٔ ارومیه، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگرهٔ بین المللی تخصصی علوم زمین، ۱۳۹۲.

۶- قضاوی، رضا؛ ابراهیمی خوسفی، زهره ؛ اختصاصی، محمدرضا؛ حسینی، سید زین العابدین؛ ابراهیمی خوسفی، محسن؛ حسن‌زاده نفوتی، محمد، مقایسهٔ روشهای مختلف رگرسیون دو متغیره در شناسایی رخسارههای کویری بر اساس روابط مؤلفه‌های خاک با داده‌های ماهواره‌ای مورد شناسی: پلایای ابرکوه- استان یزد، نشریهٔ جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای، شماره۹، ۱۳۹۲.

۷- قهرودی تالی، منیژه؛ ثروتی، محمدرضا؛ حسنی قارنایی، رسول، تحلیل ناپایداری‌های حاصل از نهشته‌های یخچالی در حوضهٔ رود زاب کوچک، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۴۳، ۱۳۹۲.

۸- محمدرضاپور طبری، محمود، بهره برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی با رویکرد انتقال آب بین حوضه ای: محدوده مطالعاتی پیرانشهر، نشریهٔ آب و فاضلاب، شماره ۴، ۱۳۹۰.

۹- مریدسادات، محمد؛ صمدی بروجنی، حسین؛ طاهری سودجانی، هاجر؛ پولادگر، محسن، الزامات توسعه پایدار در طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای«مطالعه موردی: انتقال آب بهشت‌آباد به فلات مرکزی ایران»، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، دانشگاه شهید باهنر، ۱۳۹۰.

10- D. H. Yan, H. Wang, H. H. Li, G. Wang,T. L. Qin, D. Y. Wang, and L. H. Wang, 2012, Quantitative analysis on the environmental impact of large-scale water transfer project on water resource area in a changing environment. Journal of Hydrology and Earth System Sciences, Vol: 16, Pp: 2685–2702.

11- Elizabeth du Plessis A. J., 2000, the response of the two interrelated river components, geomorphology and riparian vegetation, to inter basin water transfers in the ORANGE-FISH-SUNDAYS River inter basin transfer scheme. Thesis submitted in fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science, Rhodes University, Grahamstown.

12- Gohari, A. Eslamian, S. Mirchi, A. Abedi-Koupaei, J. Massah Bavani, A. Madani, K. 2013, Water transfer as a solution to water shortage: A fix that can backfire. Journal of Hydrology, Vol: 491, Pp: 23–39.

13- Grozieh, M. & Glade, 2005, Landslide Hazard and Risk: issues, Concepts and Approach, john wiley press. P.1-34.

14- Hey R.D., 1986: River response to inter basin water transfers Craig goch Feasibility study. Journal of Hydrology (Amsterdam 4): 407-422.

15- Hunter, A. M. S., 2009, A Review of the fluvial geomorphology monitoring of the receiving streams of the MOOI-MGENI river transfer scheme Phase 1, Submitted in partial fulfilment of the academic requirements for a degree of Master of Environment and Development in the Centre for Environment, Agricultural and Development, School of Environmental Sciences University of KwaZulu-Natal.

16- Lansheng, W. & Christian, M., 1999, A study on the environmental geology of the Middle Route Project of the South–North water transfer. Journal of Engineering Geology Vol: 51, Pp: 153–165.

17- Matete, M. & Hassan, R., 2006, Analysis integrated ecological economics accounting approach to evaluation of inter-basin water transfers: An application to the Lesotho Highlands Water Project, Journal of Ecological Economics, Vol: 60, Pp: 246 – 259.

18- Rowntree K.M. and Dollar, E.S.J., 1996, Contemporary channel processes, In, Lewis, C.A., (Ed.), the geomorphology of the Eastern Cape, South Africa, Grocott and Sherry, Grahamstown, Pp: 33-51.