مدیریت محیطی در کنترل آلودگی شوری رودخانه‌های جنوب ایران

دکتر محمد حسین رامشت
دانشیار گروه جغرافیا
دانشگاه اصفهان

عبدا... سیف
عضو هیأت علمی گروه جغرافیا
دانشگاه اصفهان

چکیده

شوری رودخانه‌های جنوبی ایران از جمله مسائل مهمی است که مدیریت محیطی را در این بخش به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. کمبود آب در سرزمین‌های ساحلی از یک سو و شوری آنها از سوی دیگر سبب شده که عملاً توسعه شهرهای ساحلی ایران با محدودیت روبرو شود.

لذا ارزیابی نحوه شور شدن آب رودخانه‌ها و شناخت مکانیسم آن می‌تواند ما را قادر سازد که ضمن اعمال اقداماتی در جهت پیش‌گیری از آلودگی آنها راههای بهره برداری بهتر از آنها و جلوگیری از توسعه آلودگی شوری در اراضی را نیز تجربه کنیم. در این مقاله ضمن بررسی مکانیسم شوری نسبت به ارزیابی میزان و رابطه آن با گنبدهای نمکی اقدام و بر اساس این رابطه راه کارهای مناسب برای کنترل آن ارائه شده است.

مقدمه

یکی از مشکلات رودخانه‌های جنوب ایران به ویژه رودخانه هایی که[1] در حد فاصل بندر عباس تا خرمشهر به دریا می‌ریزند مسأله آلودگی شیمیایی آنهاست. این آلودگی شیمیایی معلول بالا رفتن میزان املاح هالوژنه در آنهاست که منشاء گوناگونی می‌تواند داشته باشد و چنانچه منشاء آن روشن گردد برنامه ریزی جهت جلوگیری از آلوده شده آب آنها و یا پالایندگی آن میّسر خواهد شد. رودخانه دالکی یکی از این رودخانه‌هاست و با توجه به موقعیت بسیار حساس آن یعنی استقرار شهر بوشهر در حاشیه آن به عنوان یکی از بنادر فوق العاده مهم که جنبه استراتژیکی خاصی را در بخش میانی خلیج فارس به عهده دارد می‌تواند هم در توسعه شهر و هم در بالا بردن راندمان فعالیتهای کشاورزی و صنعتی و تجاری نقش اساسی ایفا نماید. لذا اگر ضروری‌ترین عامل توسعه در بنادر جنوب را وجود آب قلمداد کنیم درخواهیم یافت که بالا بردن کیفیت آب رودخانه دالکی به چه مفهومی خواهد بود.

منشاء آلودگی شیمیایی دالکی از عوامل متعددی است که از میان آنها تشکیلات شور زمین‌شناسی، تزریق آبهای شور زیر زمینی، عبور از معبرهای آلوده که ناشی از تزریق نمک به صورت دیاپیریسم است را می‌توان نام برد. با توجه به اینکه احتمال عامل شوری در مورد دیاپیر نمکی بیشتر به نظر می‌آید، لذا در این مقاله با فرض آنکه که دیاپیریسم نمکی عامل اصلی در آلودگی است، این فرض با روش میدانی به آزمون گذارده شده که البته در جهت تکمیل نتایج از آمارها و برداشتهای قبلی نیز استمداد جستیم. در این مطالعه با استفاده از اصول روش تحقیق میدانی در طی چند مرحله به جمع آوری داده‌ها و اطلاعات(منابع، تهیه نقشه و عکس و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای) مشاهدات صحرایی و نمونه برداری، تجزیه شیمیایی- آزمایشگاهی و تعاریف و توصیفها و مشخص نمودن استانداردهای شوری مبادرت و سپس با ترکیب و تلفیق داده‌ها و تجزیه و تحلیل هر یک در ارتباط با موضوع نسبت به ارائه راهبردهای مناسب اقدام شده است.

این مقاله ضمن شناسایی منشاء شوری آب رودخانه دالکی و تشخیص عامل غالب آلودگی و با ارائه روشهای کنترل آلودگی مبادرت به تنظیم یک تقویت زمانی شده است و با توجه به نتایج به دست آمده ضمن مشخص نمودن دقیق منابع آلوده کننده راه حل هایی مناسب جهت جلوگیری از آلودگی آب دالکی پیشنهاد شده است.

ویژگیهای طبیعی حوضه رودخانه دالکی

حوضه رودخانه دالکی یکی از زیر حوضه‌های حوضه آبریز خلیج فارس محسوب می‌شود که در جنوب غربی ایران واقع شده است. گستردگی این حوضه در جهت طول جغرافیایی بوده که از نظر سیاسی محدوده دو استان (فارس و بوشهر) جولانگاه شعبات اصلی و فرعی این رودخانه محسوب می‌شود. حوضه دالکی از شمال توسط حوضه شاپور از جنوب، حوضه‌مند ازشرق و شمال شرق حوضه فهلیان یا غره آقاج و از غرب، حوضه رود حله محاصره گردیده است (نقشه شماره ۱) این حوضه از نظر موقعیت در دل زاگرس چین خورده (زاگرس جنوبی) قرار گرفته و عامل تأمین کننده آب سرشاخه هایش ارتفاعات شمال شرقی و شرقی حوضه می‌باشد. مساحت حوضه رودخانه دالکی معادل ۵۹۵۵ کیلومتر مربع می‌باشد، که از این مقدار مساحت ۱۵٪ در استان بوشهر(معادل ۸۹۳/۲۵ کیلومتر مربع) و ۸۵٪ بقیه که معادل ۵۰۶۱/۷ کیلومتر مربع است در استان فارس واقع شده است. همچنین حوضه مورد مطالعه از ۶ طیف ارتفاعی با دامنه تغییرات ۳۰۰۰ متر و ارتفاع متوسط ۱۰۰۷ متر تشکیل گردیده که حداکثر ارتفاع حوضه متعلق به ارتفاعات برف گیر شمال شرقی حوضه می‌باشد. طیف ارتفاعی غالب حوضه مورد مطالعه بین ۱۰۰۰-۵۰۰ متر است که در قسمتهای وسطی حوضه قرار دارد.

حوضه دالکی از ۶ زیر مجموعه حوضه تشکیل گردیده که برخی زیر حوضه‌ها منطبق بر قسمتهای انتهایی سرشاخه‌ها و تعدادی نیز در ایستگاههای

هیدرومتری پایین دست بسته شده است. (نقشه شماره ۱) در این حوضه ضریب گراولیوس، محیط حوضه، شیب متوسط، طول آبراهه اصلی به ترتیب ۱/۵۶، ۴۳۰Km، ۱/۵۷٪، ۱۹۵km محاسبه شده‌اند.

اقلیم: در بحث اقلیم ضمن توصیف اوضاع اقلیمی حوضه رودخانه دالکی سعی‌شده پارامترهایی را که به نحوی با شوری در ارتباط هستند بررسی گردد. حوضه دالکی متأثر از دو مکانیسم سینوپتیکی جو بالا یعنی پرفشار جنب حاره (تابستانها) و بادهای غربی و مسیرهای سیلکونی آنها (فصل سرد) بوده و انعکاس این مکانیسم‌ها در سال این حوضه را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

بر طبق بررسی‌های صورت گرفته اقلیم حوضه از نوع مدیترانه‌ای با یک فصل گرم و خشک زمستانی مرطوب می‌باشد که خشکی تابستان آنها به نفوذ توده هواهای مداری بری (CT) و بارش زمستانی اقصی نقاط حوضه به اغلب توده هوای قطبی دریایی (MP) بستگی دارد. رژیم بادهای این حوضه با استناد بر گلباد ایستگاه سینوپتیک مجاور حوضه یعنی بوشهر مورد بررسی قرارگرفته که بادهای غالب سالانه به ترتیب جهات شمال غربی و غربی دارند. درجه حرارت متوسط حوضه ۲۳/۵ درجه می‌باشد و طبق بررسی نقشه همدمای حوضه خطوط همدما بین ۱۶ درجه تا ۲۴ درجه را در برمی‌گیرد. گرادیان درجه حرارت در حوضه ۰/۴ درجه سانتیگراد به ازای هر ۱۰۰ متر است که روند آن از غرب به شرق و از جنوب به سمت شمال کاهش می‌یابد. در نیمه‌های غربی وجنوبی حوضه عامل دما میزان تبخیر را بالا برده و در نتیجه افزایش دهنده نمک می‌باشد. میزان رطوبت نسبی حوضه بین ۵۴ تا ۵۶ درصد است که حداقل آن منطبق بر ماههای خرداد و تیر و حداکثرش منطبق بر دی ماه می‌باشد البته با بررسی پدیده شرجی در اقصی نقاط حوضه متوجه شدیم که حداکثر شرجی منطبق بر مردادماه می‌باشد و رابطه بین شرجی و دما وجود دارد که بالا رفتن دما و یانوسانات آن مسأله شرجی را در کنترل دارد.

میانگین تبخیر بالقوه حوضه رودخانه دالکی ۲۷۷۷ میلیمتر می‌باشد که حداکثر میزان تبخیر در حوضه منطبق بر قسمتهای جنوبی و غربی و بعضاً

دشتهای میان کوهی قسمتهای وسطی و سفلی و جنوب حوضه است. میزان بارندگی متوسط حوضه نیز پس از تشخیص فرایندها و سیستمهای باران‌زایی حوضه (سیستمهای مدیترانه‌ای و اروگرافیک) معادل ۳۲۵mm میلیمتر محاسبه گردیده است با بررسی منحنی‌های همباران حوضه متوجه می‌شویم که منحنی های همباران ۵۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتر حوضه را پوشش می‌دهند که ضریب تغییرات بارش معادل ۳۱٪ تا ۵۲٪ بوده که بیشترین آن منطبق بر نواحی خشک حوضه(قسمتهای جنوبی و غربی حوضه) می باشد. روند بارندگی از غرب به شرق و از جنوب به شمال حوضه روندی افزایشی می‌باشد. در تحلیل بعدی رگبارها و بارشهای ۱۰mm >۱mm < در حوضه بررسی گردیده که نتیجه حاصله این است که بارشهای ۱۰ میلیمتر و بیشتر حوضه منطبق بر فصل پاییز و زمستان حوضه می‌باشد که در شوری و حمل تناژ نمک این رگبارهای بیشتر از ۱۰ میلیمتر تأثیر دارند.

زمین شناسی: به استناد نقشه‌های زمین‌شناسی قدیمی‌ترین رسوبات حوضه متعلق به اینفراکامبرین است و سایر رسوبات دورانهای دیگر در حوضه رخنمون دارند. حرکات تکتونیکی و تکوین زاگرس متأثر از کوهزایی آلپین از یک طرف و پدیده تکتونیک دیاپیر از طرف دیگر سبب به هم ریختگی رسوبات در این حوضه می‌باشد. در بحث زمین‌شناسی ضمن تعیین دو طیف گنبد نمکی (گنبدهای نمکی رخنمونی مثل موسقان، مورجان، باچون و گنبدهای نمکی تأثیری مثل کمارج) به تعیین عامل غالب شوری زایی در هر کدام از زیر حوضه مبادرت گردیده و با بررسی اطلاعات و منابع موجود در هر زیر حوضه نه تنها تعداد گنبدهای نمکی بلکه عوامل شوری زایی دیگر همچون چشمه‌های شور و گوگردی، تشکیلات گچ دار و مخرب دوران سوم تعیین گردیده است که نتیجه محسابات و عملیات در جدول شماره ۱ آورده شده است.

ضمن تعیین عوامل شوری زایی در حوضه (تکتونیک دیاپیر، چشمه‌های شور و گوگردی، تشکیلات شور میوسن، زهکشی، تبخیر) نتیجه کلی آن شد که عامل غالب شوری‌زایی در نیمه شرقی حوضه گنبد نمکی و چشمه‌های شور

متأثر از سری هرمز و در نیمه غربی حوضه عامل غالب شوری زایی تشکیلات شور میوسن و دوران سومی و زهکشی و چشمه‌های متأثر از گنبدهای نمکی تشخیص داده شد که این خود ثابت کننده همان مدعاست که قبلاً در مقدمه بیان گردید (بنا نهادن فرض شوری بر عامل گنبد نمکی). در ادامه بحث زمین‌شناسی رابطه بین تشکیلات شور و تخلیه نمک سالیانه حوضه مورد بررسی قرار گرفته شد که تشکیلات شور همبستگی مثبتی را با تخلیه نمک نشان نداد و عامل دیگری وسیعتر از تشکیلات شور باید مورد بررسی قرار گیرد که در واقع همان سری هرمز یا گنبدهای نمکی داخل حوضه می‌باشد.

جدول شماره ۱

نتیجه محاسبات و عملیات مربوط به کمیت و کیفیت آب زیر حوضه‌ها به نقل از گزارش مشاور یکم

زیرحوضه - ایستگاه یا نقطه	تعداد چشمه‌ها	EC>۳۰۰۰ میکروموز	EC<۳۰۰۰ میکروموز	چشمه گوگردی	تعداد گنبدهای نمکی	مقدار عبور نموده هر شاخه از تشکیلات شور Km	عامل غالب شوری‌زایی
زیرحوضه شورین جزه	۱۸	۳	۱۵	—	۲	۶/۵	گنبد نمکی چشمه
زیرحوضه شورجزه	۱	۱	—	—	۱	۳/۹	گنبدنمکی چشمه
ایستگاه پل شکسته	—	—	—	—	—	—	—
زیرحوضه فراشبند	۸	۱	—	۷	۱	۳۹/۱	گنبد - چشمه زهکش
ایستگاه برک شورین	—	—	—	—	—	—	—
زیرحوضه سیاهرود	۸	—	۸	—	—	۱۳/۲	تشکیلات فارس
مقطع دالکی از ایستگاه قربان آباد تا قبل از پیوستن رود شور	۱	۱	—	—	۱	۴/۷	گنبد تانوری چشمه
مقطع دالکی از ایستگاه قربان آباد تا بعد از پیوستن رود شور	۳	—	۳	—	—	۳۲	تشکیلات فارس

توصیف آبدهی و روابط بین نمک و دبی در ایستگاههای حوضه دالکی

در اینجا باید خاطر نشان ساخت سرشاخه‌های رودخانه دالکی از نظر منشأ آبگیری متفاوتند، چرا که برخی سرشاخه‌ها صرفاً از چشمه‌ها تغذیه می‌شوند(شیرین جره، شورجره، رود شور، سیاهرود) و در تغذیه برخی دیگر علاوه بر چشمه منابع دیگری از جمله حوضه‌های مجاور و زهکشی نیز موثرند (یتیم چای، فراشبند، سیاهرود)

متوسط آبدهی در ایستگاههای حوضه دالکی متفاوت بوده که جدول شماره ۲ متوسط ۱۵ ساله ایستگاهها را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲

حجم آبدهی سالانه هر یک از ایستگاههای حوضه رودخانه دالکی (میلیون متر مکعب) به نقل از آمارهای هیدرومتری سازمان آب منطقه‌ای فارس

ایستگاه	نرگسی	جره	پل شکسته	برگ شیرین	قنبرآباد	نرآباد آباد	سرقنات
حجم آبدهی (میلیون متر مکعب)	۳۰۸/۸	۲۲/۴	۱۹۵/۹	۱۲۵/۸	۱۲۷/۷	۴۲۶/۶	۴۷۷/۶

جریان سالیانه ایستگاهها با توزیع لوگ نرمال در جدول ۳ نشان داده شده است(احتمال ۵۰ درصد)

با توجه به عوامل چندگانه شوری زایی در حوضه (گسترده و محلی) روند حجم افزایش املاح از قسمتهای علیای حوضه به سمت انتهای حوضه نسبتی ۱ به ۱۰ را در بر دارد. رقوم حجم سالیانه نمک در هفت ایستگاه این رودخانه در جدول ۳ آورده شده است.

جدول شماره ۳

جریان سالانه ایستگاهها با توزیع لوگ نرمال به نقل از گزارش مشاوره یکم

ایستگاه	نرگسی	جره	پل شکسته	برگ شیرین	قنبرآباد	فرآبادآباد	سرقنات
نمک P.P.M	۱۱۰۲	۱۶۵۲	۱۱۶۶	۱۵۲۵	۱۳۳۳	۱۳۸۹	۲۲۵۳
تن	۲۱۳/۵	۶۶/۹	۱۲۶/۷	۱۴۴/۷	۲۷۱/۴	۵۰۰/۴	۹۳۸/۴

همچنانکه در جدول ۳ ملاحظه می‌شود غلظت املاح از سرچشمه تا مصب حدود ۱۰ برابر افزایش می یابد بطوری که درایستگاه سرقنات سالیانه حدود ۱ میلیون تن نمک تخلیه می‌شود. بر اساس آمار ایستگاههای هیدرومتری حوضه دالکی ماههای پرآبی برای تمامی ایستگاهها ماههای دی تا اردیبهشت (۵ماه) است به عبارت دیگر در این ۵ ماه غلظت املاح نمک در آب پایین می آید.

طی بررسی دیگری از طریق جداول آمارهای موجود و نتایج مباحث قبلی دبی‌ها و نمکهای حداکثر و حداقل ماهانه هر یک ازایستگاهها مشخص گردید که در جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول شماره ۴

حداکثرها و حداقلهای دبی و نمک ایستگاههای دالکی (ماههای حداکثر و حداقل) به نقل از آمارهای هیدرومتری مشاور یکم

ایستگاه	دبی ماهانه برحسب متر مکعب در ثانیه		نمک ماهانه بر حسب تن	
	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
شورجره	اسفند ۱/۶۲	مرداد ۰/۲۷	بهمن ۱۲/۲	آبان ۰/۳
نرگسی	بهمن ۱۸/۰۱	مهر ۵/۸۵	بهمن ۳۲/۸	مهر ۱۰/۴
برگ‌شیرین	بهمن ۲۱	مهر ۰/۴۱	بهمن ۵۷/۷	مهروشهریور ۶/۶
پل شکسته	بهمن ۱۱/۴۰	شهریور ۰/۲۵	دی ۱۷/۸	شهریورومهر ۳/۸
فراشند	بهمن ۱۲/۲	شهریورومهر ۰/۱	بهمن ۳۶/۷	شهریوروم‌هر ۳/۸
فریان آباد	اسفند ۲۹/۸۱	شهریور ۴/۸۸	بهمن ۹۵/۹	مهر ۱۶/۱
سرقنات	دی ۲۷/۲۸	شهریور ۲/۱۹	بهمن ۱۴۶/۶	مهر ۴۲/۶

عملیات محاسباتی

در بحث‌های قبلی چگونگی آبدهی و نمک حوضه را تحلیل نمودیم در اینجا روابط پارامترهایی همچون دبی و نمک و غلظت املاح و هدایت الکتریکی (EC) را بررسی کرده و با به دست آوردن رابطه این پارامترها خواهیم توانست با یک واسطه رابطه دبی و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) راه را برای محاسبه دبی‌های آستانه هموار می‌کند زیرا بین میزان دبی و EC رابطه معکوس وجود دارد و ما می‌توانیم شوری و محدودیت بهره وری از آب را در رابطه با میزان دبی قرار دهیم و اگر آستانه بهره‌وری آب از نظر شاخص EC حد معین باشد این آستانه و حد متعلق به یک دبی خاص است. این دبی به عنوان دبی آستانه مطلوب مطرح می‌شود و لذا با تغییرات دبی در اطراف آن، زمان مطلوبیت و محدودیت کیفیت آب مشخص خواهد شد.

جهت دستیابی به چنین منظوری ابتدا بین آمار ۱۵ ساله متوسطهای دبی (M3.5) و نمک (P.P.M) هر یک از ایستگاهها رابطه همبستگی را به دست آورده و در خاتمه رابطه‌ای که بالاترین ضریب همبستگی را داشت انتخاب گردید. (جدول ۵)

جدول شماره ۵:

رابطه دبی و نمک ایستگاههای هفتگانه با ارائه بهترین همبستگی و نوع معادله آنالیز شده

نام ایستگاه	نوع همبستگی	ضرایب محاسباتی			نوع معادله
		B	A	r	
نرگسی	نمایی	-۱۶/۱۸۶	۹/۶۰۵	۰/۸۲۶	نمک $S=A.CB^{X}$
جره	خطی	۰/۱۵۱	۰/۱۱۹	۰/۸۹۷	نمک $S=A+B.x$
راشبند	خطی	-۱/۴۴۲	۰/۳۷۰	۰/۹۹۶	نمک $S=A+B.x$
پل‌شکسته	توانی	-۲/۸۶	۱/۷۲۸	۰/۹۱۶	نمک $S=A.x$
برگ‌شیرین	خطی	-۲/۴۹۶	۰/۴۳۷	۰/۹۳۱	نمک $S=A+B.x$
قربان‌آباد	توانی	-۰/۹۹۹	۰/۹۶۸	۰/۹۲۵	نمک $S=A.x$
سرنقات	نمایی	-۶۷/۶۷۷	۱۸/۸۲۰	۰/۹۵۶	نمک $S=A.C$

معادلات دبی به عنوان متغیر و میزان تراکم نمک تابعی از آن تلقی شده است در مرحله بعد با توجه به اینکه بین غلظت املاح (P.P.M) و میزان (EC) (هدایت الکتریکی) رابطه وهمبستگی نسبتاً بالایی وجود دارد بین این دو عامل بهترین معادله خطی هبستگی تعیین گردید این عملیات برای هر یک از ایستگاههای حوضه جدا انجام گرفت و نتایج حاصل از آن در جدول شماره ۶ نمایش داده شده است.

جدول شماره ٦

رابطه بین غلظت املاح و هدایت الکتریکی در ایستگاهها با بهترین همبستگی آنالیز شده

نام ایستگاه	نوع همبستگی	ضرایب محاسباتی			نوع معادله
		B	A	r	
نرگسی	نمایی	-۰/۹۸۱	۱/۰۷۱	۰/۹۸۹	$EC=A.D^{B}$
جزه	خطی	۰/۰۲۴	۰/۷۲۳	۰/۹۸۳	EC=A+B.d
فراشبند	خطی	۰/۱۵۹	۱/۳۳۷	۰/۹۸۱	EC=A+B.d
پل شکسته	خطی	۰/۵۸۰	۱/۰۱۷	۰/۹۹۸	EC=A.B.d
برگ شیرین	خطی	۵۲/۶۸۰	۰/۶۸۶	۰/۹۹۶	EC=A.B.d
قربان آباد	خطی	۲۲/۳۰۱	۰/۶۳۵	۰/۹۹۰	EC=A.B.d
سرقنات	خطی	-۱۸/۳۷۷	۰/۶۵۵	۰/۹۹۸	EC=A.B.d

در اینجا با داشتن دو دسته رابطه خطی یعنی معادلات ۱ و ۲ به تعیین دبی آستانه شوری دست خواهیم یافت. لازم به توضیح است که EC مجاز کشاورزی بر اساس جداول مختلف و شرایط محلی حوضه دالکی ۲۵۰۰ میکروموز تعیین گردید. حال با استفاده از معادله زیر می توان آستانه مجاز تراکم نمک (P.P.M) را به دست آورد.

معادله(۱) EC=A+Bd

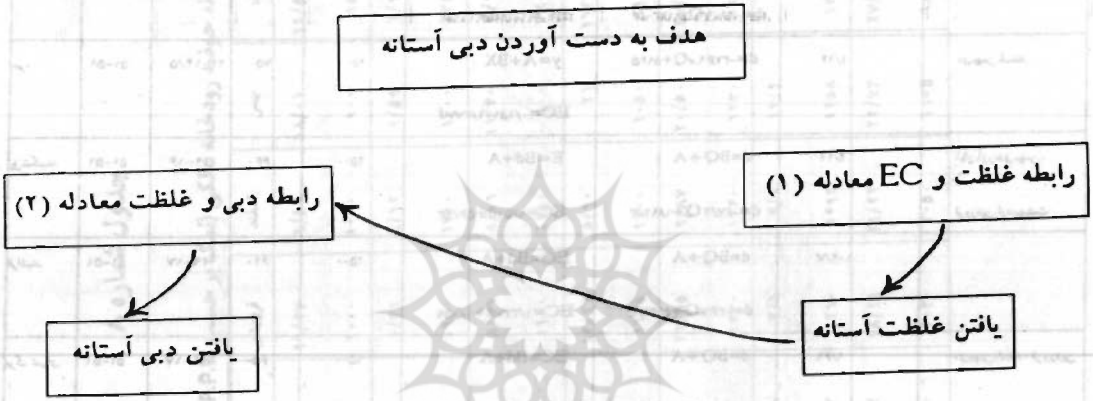
که در آن EC هدایت A ضریب B ضریب d غلظت

بعد از محاسبه این آستانه با استفاده از فرمول و معادله (۲) می‌توان دبی آستانه شوری را به دست آورد.

معادله(۲) $d=BQ+A$

که در آن A ضریب Q دبی آستان B ضریب d غلظت آستانه

به عبارت دیگر بدین ترتیب می‌توان دریافت که دبی از چه مقدار کمتر شود در میزان شوری محدودیت ایجاد خواهد کرد.



حال با توجه به مراحل محاسبه از طریق معادلات (۱) و (۲) دبی آستانه شوری برای هر یک از ایستگاههای هفتگانه مشخص گردید(جدول ۷) چنانچه در آن ملاحظه می‌شود رابطه تراکم با دبی، دبی آستانه کشاورزی ماههایی که دبی بالاتر از حد آستانه است مشخص شده است. لازم به توضیح است که طبق ستون آخر جدول ۷ (ماههایی که دبی بالاتر از حد آستانه است) ابتدا اقدام به تهیه جدول دیگری گردید (جدول ۸) به عبارت دیگر به تعیین دبی آستانه مطلوب ماه‌ها در ایستگاههای هفتگانه مبادرت گردید و سپس نقشه‌های ۱۲ ماهه طبقه بندی مطلوبیت ماهانه آب برای هر ایستگاه تهیه گردید.

جدول شماره ۷

نتیجه محسابات وعملیات یافتن روابط و نوع معادله و دبی آستانه آنالیز شده

ایستگاه	طول	عرض	ارتفاع	آستانه EC	رابطه EC با تراکم سکهای معلوق	رابطه تراکم با دبی	دبی آستانه برای کشاورزی	ماههایی که دبی بالاتر از حد آستانه
فرگسی	۵۲-۰۳	۲۱-۱۶	۹۱۰	۲۵۰۰	EC=Bd+A EC=۱/۲۶d+۱۰۰/۲	d=BQ+A d= -۲۶/۹Q+۱۷۳۰/۳	۱/۹۶	۱۲ ماه
جره	۵۱-۵۹	۲۱-۱۴/۵	۷۵۰	۲۵۰۰	y=A+BX EC=۰/۱۵۹+۱/۲۷۷d	d=-۳۱۶۹×Q+۵۹۲۵	۱/۲۲	دی بهمن، اسفند
پل شکسته	۵۱-۵۱	۲۱-۱۶	۶۶۰	۲۵۰۰	E=Bd+A EC=۱/۵۲d+۵۶/۱۲	d=BQ+A d=-۱۷/۲Q+۱۸۹۲/۳	۲/۹۲	آبان، آذر، دی بهمن، فروردین، اردیبهشت
فراشبند	۵۱-۵۱	۲۱-۱۷	۶۲۰	۲۵۰۰	EC=Bd+A EC=۱/۳۳۷d+۰/۱۵۱	d=BQ+A d=-۳۶۷Q+۵۶۳۱/۵	۱۰۲/۷	
برگ شیری	۵۱-۵۱	۲۱-۱۷	۶۵۰	۲۵۰۰	EC=Bd+A EC=۱/۲۲d+(-۵۳/۱۱۸)	d=BQ+A d=-۹۱/۱Q+۲۷۲۶/۱	۹/۶۹	دی بهمن، اسفند، فروردین
قربان آباد	۵۱-۱۶/۵	۲۱-۳۲	۵۵۰	۲۵۰	Ec=Bd+A EC=۱/۵۲d+(-۱۱/۶۵۸)	d=BQ+A d=-۲۱/۲۲Q+۱۸۲۲	۹	آبان، آذر، دی بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت، خرداد
سرقنات	۵۱-۱۶	۲۱-۲۸	۹۷۰	۲۵۰۰	EC=Bd+A EC=۲۲/۲۵۰۱/۵۱d	d=BQ+A -۱۲۲/۶Q+۲۱۷۳/۲	۲۱/۳	دی بهمن، اسفند

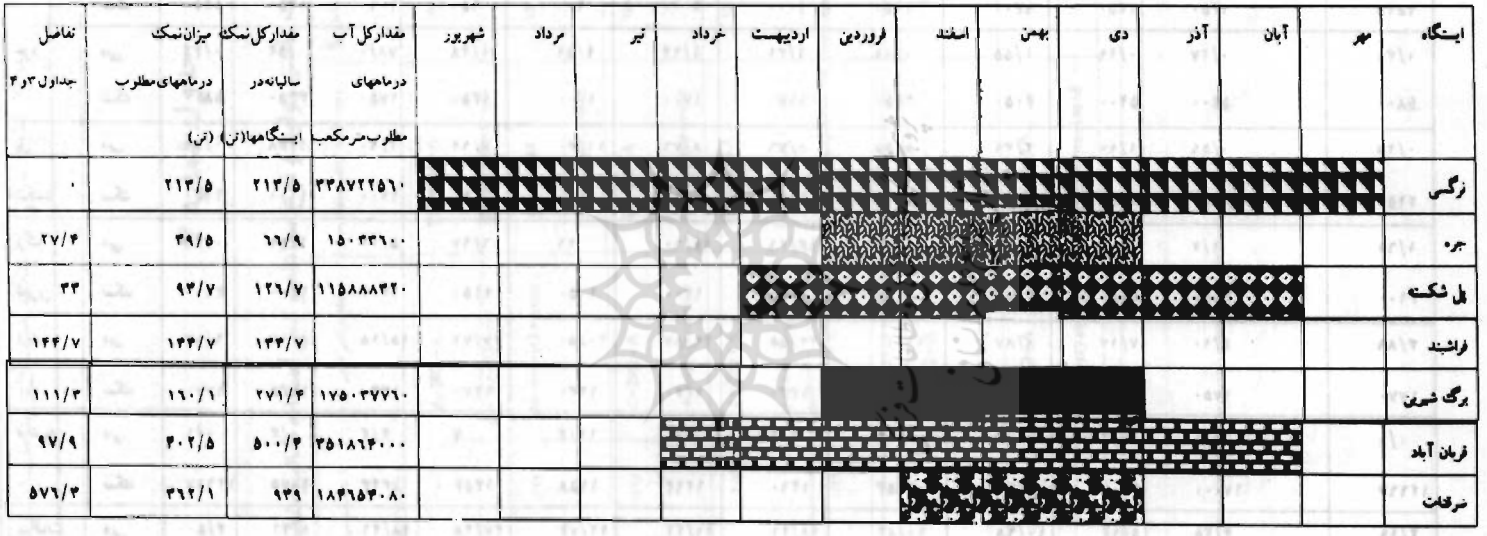
جدول شماره ۸

آمار متوسط نمکها و دبی‌های ایستگاههای هفتگانه حوضه رودخانه دالکی (نمک بر حسب P.P.M دبی بر حسب متر مکعب در ثانیه سال ۶۵-۱۳۵۰) آنالیزشده

ایستگاه	پارامتر ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
نرگسی	دبی	۵/۸۵	۶/۸۸	۸/۷۷	۱۱/۵۴	۱۸/۰۱	۱۶/۵۲	۱۶/۲۷	۱۲/۴۴	۱۰/۹۲	۸/۶۶	۷/۹۴	۶/۸۷
	نمک	۱۵۵۰	۱۳۵۰	۱۰۱۰	۹۵۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۱۵۰	۱۴۰۰	۱۳۵۰	۱۴۵۰	۱۵۲۵
جره	دبی	۰/۴۲	۰/۵۲	۷۸/۰	۱/۲۸	۱/۵۹	۱/۶۲	۱/۳۱	۰/۸۹	۰/۵۵	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۳۱
	نمک	۵۸۰۰	۳۴۵۰	۱۷۵۰	۱۳۵۰	۱۰۰۰	۱۷۰۰	۱۶۵۰	۲۲۵۰	۳۰۵۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰	۵۸۰۰
پل	دبی	۰/۴۹	۱/۵۸	۲/۶۰	۷/۶۲	۱۱/۴۰	۸/۷۶	۸/۷۶	۵/۵۵	۲/۳۹	۱/۹۰	۰/۵۹	۰/۲۵
شکسه	نمک	۲۱۵۰	۱۶۰۰	۱۱۰۰	۹۵۰	۹۰۰	۱۱۵۰	۱۱۰۰	۱۳۰۰	۱۶۵۰	۱۹۵۰	۱۶۵۰	۲۱۵۰
برگ	دبی	۰/۴۹	۱/۶۹	۵/۰۲	۱۶/۶۷	۲۱	۱۵/۶۰	۱۴/۲۶	۶/۸۹	۳/۱۷	۱/۰۹	۱/۲	۱/۶۱
شیرین	نمک	۳۱۰۰	۲۴۰۰	۱۲۰۰	۱۱۵۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۱۱۷۵	۱۴۲۵	۲۱۷۵	۲۹۵۰	۲۶۵۰	۴۱۰۰
لریان	دبی	۶/۶۷	۸/۱۷	۱۵/۱۵	۲۷/۷۱	۲۰/۵۰	۲۹/۸۷	۲۲/۵۵	۱۱/۱۰	۸/۸۷	۷/۱۷	۵/۱۰	۳/۸۸
آباد	نمک	۱۷۷۰	۱۶۳۵	۱۳۴۰	۱۲۷۰	۱۲۳۰	۱۳۴۰	۱۳۳۰	۱۴۹۰	۱۶۵۰	۱۷۳۰	۱۷۵۰	۱۷۷۰
فراشبند	دبی	۰/۱	۰/۳	۳/۳	۷	۱۲/۲	۳/۹	۳/۶	۱۸	۰/۷	۰/۲	۰/۱	۰/۱
	نمک	۱۲۶۶۷	۶۸۷۵	۱۳۲۴	۱۳۵۴	۱۱۵۸	۱۲۹۳	۱۲۶۰	۱۶۵۳	۳۳۶۸	۹۴۰۰	۱۷۰۰۰	۱۲۶۶۷
سرفنات	دبی	۳/۵۰	۸/۲۱	۱۸/۲۱	۲۷/۲۸	۲۲/۷۴	۲۱/۲۲	۱۸/۲۱	۱۰/۸۲	۱۰/۶۸	۵/۱۲	۴/۲۵	۲/۱۹
	نمک	۴۱۰۰	۳۰۵۰	۲۰۵۰	۱۸۲۵	۱۶۲۵	۲۰۵۰	۲۰۳۰	۲۳۵۰	۳۱۵۰	۳۶۵۰	۳۸۲۵	۴۰۵۰

جدول شماره ۹

دبی آستانه مطلوب برای ایستگاههای هفتگانه در طی ماههای سال آنالیز شده



ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مقدارکل آب درماههای مطلوب مترمکعب	مقدارکل نمک سالیانه در ایستگاهها(تن)	میزان نمک درماههای مطلوب (تن)	تفاضل جداول ۳ و ۴
زرگی													۳۳۸۷۲۲۵۶۰	۲۱۳/۵	۲۱۳/۵	۰
جره													۱۵۰۳۳۶۰۰	۶۶/۹	۳۹/۵	۲۷/۴
پل شکسته													۱۱۵۸۸۸۳۲۰	۱۲۶/۷	۹۳/۷	۳۳
فراشبند														۱۳۳/۷	۱۳۳/۷	۱۴۴/۷
برگ شورین													۱۷۵۰۳۷۷۶۰	۲۷۱/۴	۱۶۰/۱	۱۱۱/۳
قربان آباد													۳۵۱۸۶۴۰۰۰	۵۰۰/۴	۴۰۲/۵	۹۷/۹
شرفات													۱۸۴۶۵۳۰۸۰	۹۳۹	۳۶۲/۱	۵۷۶/۳

نقشه‌های طبقه‌بندی زمانی مطلوبیت کیفیت آب حوضه رودخانه دالکی (نقشه‌های ۱۲ گانه)

حدول شماره ۹ تعداد ماههای سال را که دبی هر یک از زیر حوضه‌ها از حد آستانه کم و زیاد شده، را نشان می دهد به استثنای زیر حوضه نرگسی در بقیه مقاطع و یا زیر حوضه‌های دبی در تعدادی از ماههای سال پایین‌تر از حد آستانه است. بطوری که ماههای تیر، مرداد، شهریور، مهر در ۷ ایستگاه یا زیر حوضه دالکی اشتراک داشته و این کمبود دبی از حد آستانه منطبق بر فصول و ماههای کشت و کار است که می‌بایست تدابیری اتخاذ گردد که در ماههایی که دبی پایین‌تر از حد آستانه قرار می‌گیرد یا به وسیله روشهایی، غلظت نمک را پایین آورده و یا دبی را افزایش داد. نکته دیگری که در جدول دیده می شود متضاد بودن زیر حوضه‌های نرگسی و فراشبند از لحاظ دارا بودن ماههای بالا و یا پایین آستانه می‌باشد. بنابراین طبق جداول ۹ و ۱۰ تقویم زمانی کنترل در هر زیرحوضه رودخانه دالکی پیشنهاد می‌شود.

نقشه شماره ۲ متعلق به طبقه بندی زمانی مطلوبیت کیفیت آب در زیر حوضه‌های رودخانه دالکی می‌باشد.

جدول شماره ۱۰

تعیین تعداد ماههایی که زیر حوضه‌های دالکی کمتر یا بیشتر از دبی آستانه آب دارندآنالیزشده

زیرحوضه یا ایستگاه	تعدادماههای بالای دبی آستانه	تعداد ماههای زیر دبی آستانه	علامت
زیر حوضه نرگسی	۱۲		
زیر حوضه جره	۴	۸	
زیرحوضه فراشبند	۰	۱۲	
زیرحوضه‌سیاهرود(قربان آباد)	۸	۴	
ایستگاه‌پل‌شکسته	۷	۵	
ایستگاه‌پل‌شکسته تابرگ‌شیرین	۴	۸	
ایستگاه قربان آباد تاسرقنات	۳	۹	

روشهای نمک زدایی و کنترل شوری

روشهای متعددی در زمینه نمک زدایی وجود دارد که می‌توان مجموعه آنها را در سه طیف طبقه بندی نمود.

۱-روش فیزیکی- مکانیکی

۲- روش شیمیایی - فیزیکی

۳- روش میکروبی و مصرف ازن

با این وصف تکنیکهای به کارگیری این روشها روز به روز در حال گسترش و تکامل است بطوری که در حال حاضر تکنولوژی نمک زدایی به روش تقطیر، تقطیر با روش تبخیر لحظه‌ای، تقطیر جوششی، تقطیر خورشیدی، تقطیر اسمز معکوس، تقطیر الکترودیالیز و انجماد صورت می‌گیرد و یا روشهای دیگری همچون : تغییر شرایط جوی و تولید باران مصنوعی- استفاده از یخهای قطبی با یدک کشی یخهای شناور- کاهش افتها به وسیله تبخیر در سطوح آب آزاد و یا کاهش تعرق گیاهان - تغییر توزیع بارشهای مؤثر به سود آبهای نفوذی به طرف آبهای زیرزمینی به کاربرده می‌شود. پاره‌ای از فنون یاد شده نظیر نمک‌زدایی، باران مصنوعی به علت بالا بودن هزینه فقط در شرایط خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بسته به منابع شوری و درصد غلظت املاح تجویز هر روش در منطقه تفاوت خواهد داشت و سعی بر آن خواهد بود که ابعاد اقتصادی بودن روشها نیز مد نظر قرارگیرد. از طرفی می‌توان با اجرای پروژه‌های حفاظتی در مرحله اول از شور شدن و بالا رفتن تراکم نمک جلوگیری نمود و در واقع پیشگیری از شوری و مراتب ارزان‌تر و امکان پذیرتر از اصلاح شوری است.

نتیجه‌گیری و ارائه راه حلها و پیشنهادات

با استفاده از نتایج مطالعات انجام شده بطور کلی بایدگفت منابع چند گانه مسبب شوری آب رودخانه دالکی بوده که بعضاً به صورت منفرد و محدود (چشمه‌های شور و گوگردی) وگاهی نیز به صورت گسترده (تشکیلات سری هرمز و

یا گچ دار میوسن) عمل می‌کنند. **لذا در محدوده مورد مطالعه می‌توان با اتخاذ استراتژیهای خاصی شوری را در مقاطع زمانی مختلف و بر حسب ژنز و منشأ منبع آلودگی کنترل نمود. در جهت رسیدن به هدف جلوگیری از شوری دو روش در این حوضه پیش‌بینی می‌شود که عبارتند از:**

الف - روشهای اجتناب از شور شدن

ب - روشهای کنترل دبی

که هر کدام از این دو روش در اقصی نقاط حوضه رودخانه دالکی قابل انطباق هستند. دراینجا ضمن توصیف این دو روش در حوضه، چنین پیشنهاد می‌کنیم:

۱- چگونگی کنترل چشمه‌های شور؛ همچنانکه گذشت آبدهی سر شاخه‌ها و شعبات دالکی در اکثر زیر حوضه‌ها وابسته به چشمه هایی با ژنزهای متفاوت است که در اینجا تنها به چشمه‌های محدود کننده در هر زیر حوضه اشاره می‌گردد. و راههایی جهت کنترل آنها ارائه می‌دهیم جدول شماره ۱ تعداد چشمه‌ها (با ژنزهای متفاوت) را در هر یک از زیر حوضه‌ها یا مقاطع انتخابی حوضه دالکی نشان می‌دهد. همچنانکه در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود در چهار زیر حوضه رودخانه دالکی (زیر حوضه‌های شیرین جره، شورجره، فراشبند، رودشور) چشمه‌های شور با هدایت الکتریکی بالای ۳۰۰۰ میکروموز وجود دارد و چون در تخریب کیفیت آب دالکی مؤثرند راههایی جهت کنترل این چشمه‌ها از قبیل مسدود نمودن، ایزوله کردن مسیر آنها، تزریق در چاههای عمیق، تبخیر مصنوعی، انحراف آب آین چشمه‌ها به حوضچه‌های ساخته شده و یا کنترل برخی از آنهااز طریق تغییر مسیر در جهات دیگر، پیشنهاد می‌گردد.

۲-کنترل شوری از طریق انتقال آب سر شاخه و شعبات حوضه‌های مجاور؛ در این راستا می‌توان جهت تقلیل ویا کنترل شوری از تصرف برخی شعبات حوضه‌های مجاور به صورت انتقال استفاده نمود. به عبارت دیگر برخی قسمتهای حوضه دالکی استعداد برگرداندن آب از حوضه‌های مجاور همچون حوضه رودخانه فهلیان (قره آغاج) در قسمتهای شرق حوضه و یا حوضه دریاچه پریشان در محدوده‌های

زیر حوضه یتیم چای و سیاهرود را دارا می‌باشد . پیشنهاد می‌شود که با انتقال آب و ذخیره سازی آن با توجه به دبی آستانه و فصول و ماههای مختلف، شوری را در کنترل گرفت. نقشه شماره ۳ مسیرهای مساعد انتقال آب از حوضه‌ای مجاور را نشان می‌دهند.

۳- تغییر مسیر برخی از شعبات وسرشاخه‌های رودخانه دالکی؛ در حوضه رودخانه دالکی شعبات و زیر حوضه هایی موجود است که اولاً درکلیه فصول سال از دبی مطلوبی برخوردار نبوده و ثانیاً در تخریب کیفیت آب شعبات دیگر بسیار تأثیر دارند. از جمله زیر حوضه فراشبند است که در طبقه بندی کیفیت آب در هیچ یک از ماههای سال از دبی آستانه مطلوب برخوردار نیست. استراتژی خاصی که در این زیر حوضه (زیر حوضه فراشبند) پیشنهاد می‌شود یکی تبخیر مصنوعی آب این شاخه است زیرا به دلیل دبی بسیار کم مخصوصاً در فصول گرم سال به راحتی می‌توان از طریق حوضچه‌های مصنوعی آب آن را تبخیر داد و استراتژی دوم تغییر مسیر رودخانه فراشبند به حوضه مجاور است زیرا این زیر حوضه در طیف ارتفاعی ۱۰۰۰-۵۰۰ متر واقع گردیده و انتقال و تغییر مسیر آن به حوضه مجاور(حوضه رودخانه‌مند) با مشکلات کمتری از نظر توپوگرافی برخوردار است به عبارت دیگر با اتخاذ این روش یکی از زیرحوضه‌های دالکی بطور مصنوعی از حوضه اصلی جدا می‌شود نقشه شماره ۳ چگونگی انتقال را نشان می‌دهد همچنین پیشنهاد می‌شود که شوری شعبات و سرشاخه‌هایی همچون شیرین جره، شور جره که مستقیماً از داخل گنبدهای نمکی می‌گذرند رابا بتون ریزی و سنگ ریزی بستر این شعبات و یا انتقال آب این سرشاخه‌ها به وسیله لوله و تغییر مسیر، کنترل نمود.

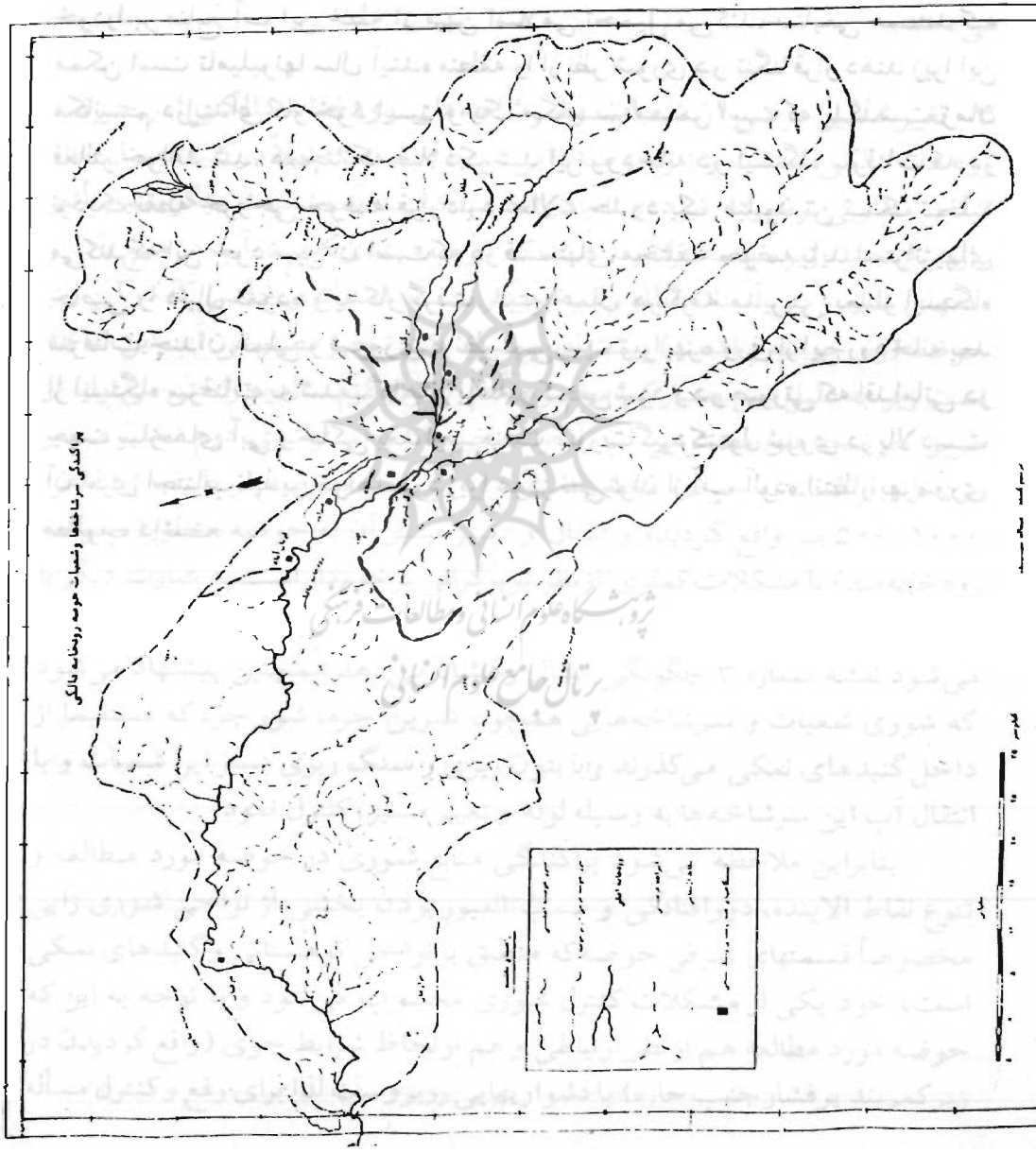
بنابراین ملاحظه می‌شود پراکندگی منابع شوری در حوضه مورد مطالعه و تنوع نقاط آلاینده، دورافتادگی و صعب العبور بودن بخشی از نواحی شوری زایی مخصوصاً قسمتهای شرقی حوضه که منطبق بر نواحی کوهستانی وگنبدهای نمکی است، خود یکی از مشکلات کنترل شوری محسوب می‌شود و با توجه به این که حوضه مورد مطالعه هم از نظر ارتباطی و هم از لحاظ شرایط جوی (واقع گردیدن در زیرکمربند پرفشار جنب حاره) با دشواریهایی روبروست لذا برای رفع و کنترل مسأله

شوری محتاج نوعی برنامه ریزی همه جانبه و جامع هستیم. ضرورت این امر بیشتر بدان خاطر است که منابع شوری مخصوصاً تشکیلات سری هرمز که تحت عنوان گنبدهای نمکی از گرده تاقدیسها و یا یال ناودیسها و نیز از طریق گسلها آثار سوء خودرا بر منابع آب این خطه از میهن اسلامی تحمیل می‌کند، منابعی هستند که ممکن است تامیلیونها سال آینده منطقه را از نظر شوری در تنگنا قرار دهند زیرا این مکانیسم درابتدای کار خود است و یک مکانیسم مستمر است که با گذشت زمان فعالتر خواهد شد. همچنانکه قبلاً ذکر شد این رودخانه در ایستگاه سرقنات که در نزدیک نقطه خروجی حوضه قرار دارد سالانه حدود یک میلیون تن نمک تخلیه می‌کند که این خود مبین آن است که در قسمتهای مختلف حوضه باید استراتژیهای خاصی را دنبال نموده و به کار گرفت. البته اعمال هرگونه مدیریتی بعداز ایستگاه سرقنات چندان عملی و ضروری به نظر نمی‌رسد. زیرا بهره وری از این رودخانه بعد از ایستگاه سرقنات به شدت کاهش یافته و کم می‌شود و در صورتی که اقداماتی در جهت سازه‌های آبی و خاکی بعد از سرقنات صورت گیرد کنترل شوری در بالا دست آن امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود زیرا هرگز نمی‌توان از آب آلوده انتظار بهره وری مطلوب داشت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

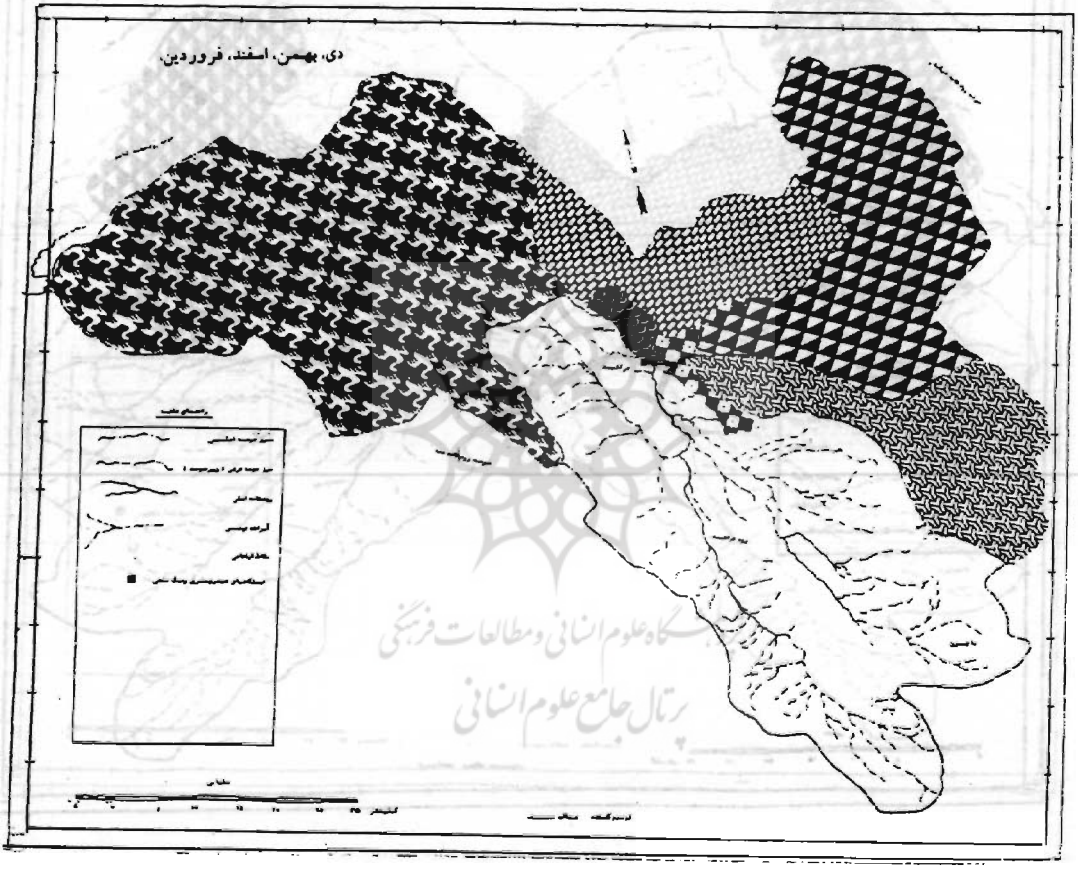
نقشه شماره ۱

پراکندگی سرشاخه‌ها و شعبات حوضه رودخانه دالکی

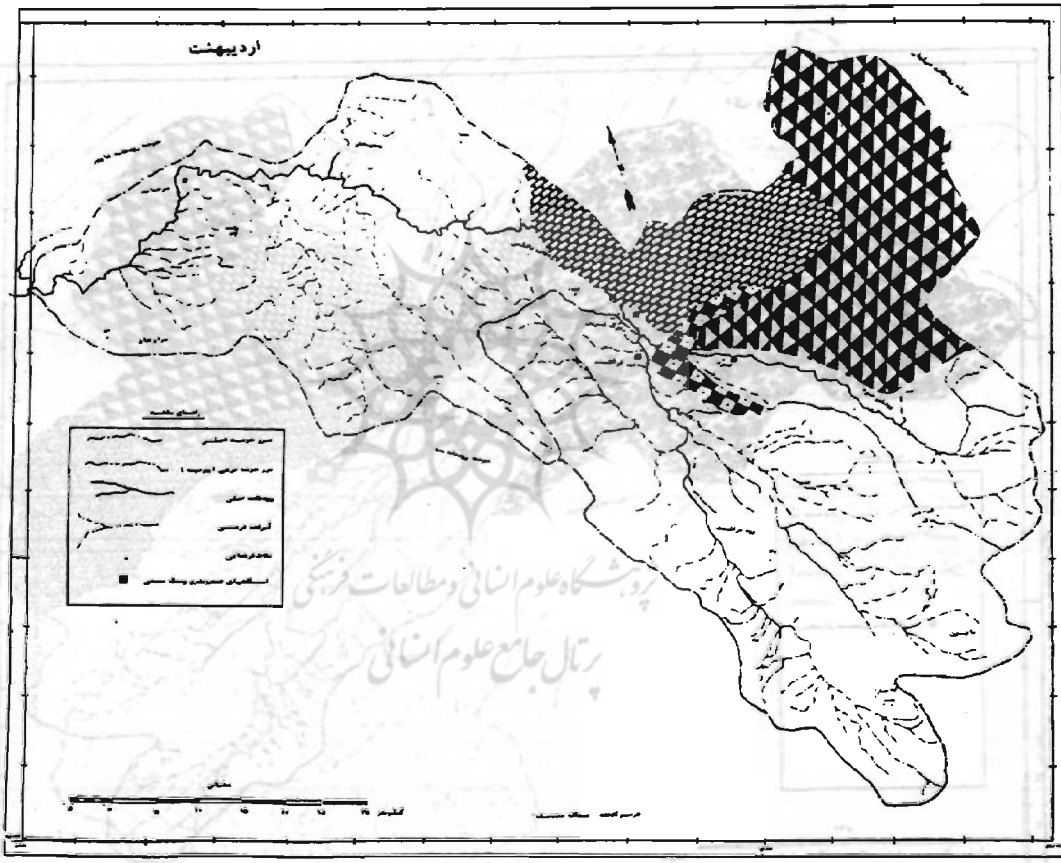


نقشه شماره ۲

نقشه‌های سالانه طبقه بندی زمانی مطلوبیت کیفیت آب حوضهٔ رودخانه دالکی

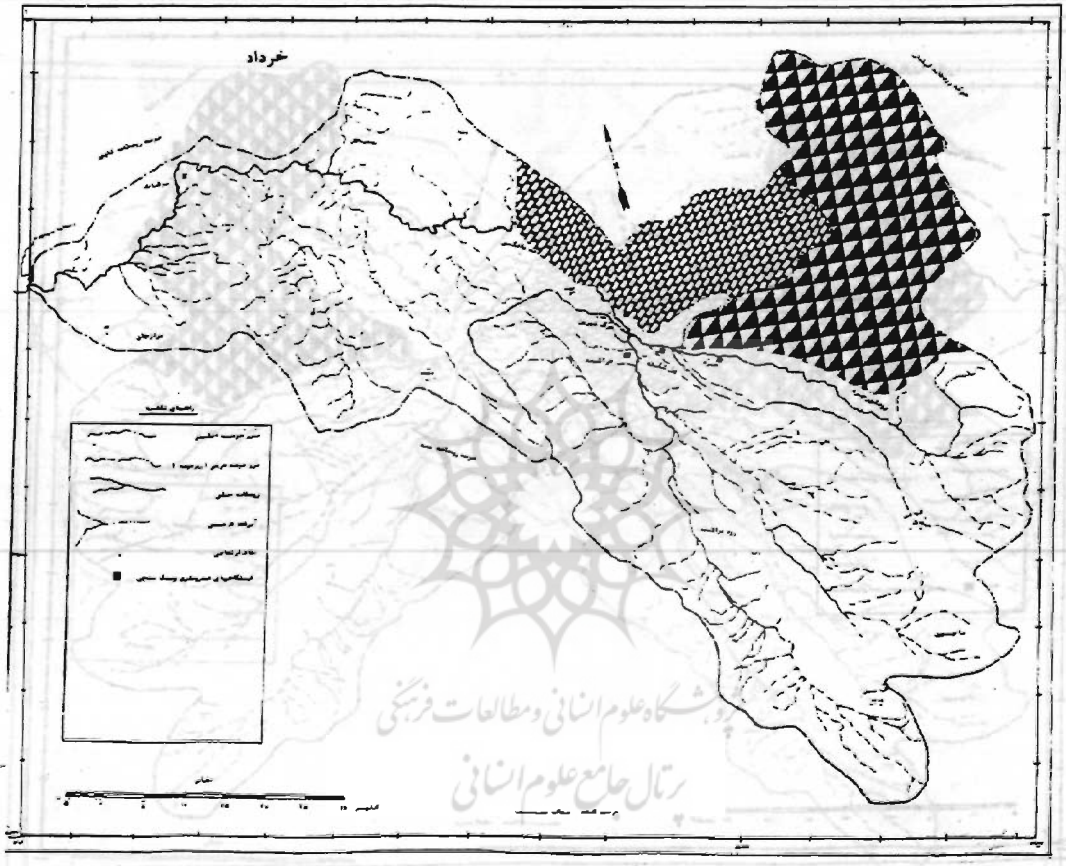


ادامه نقشه شماره ۲



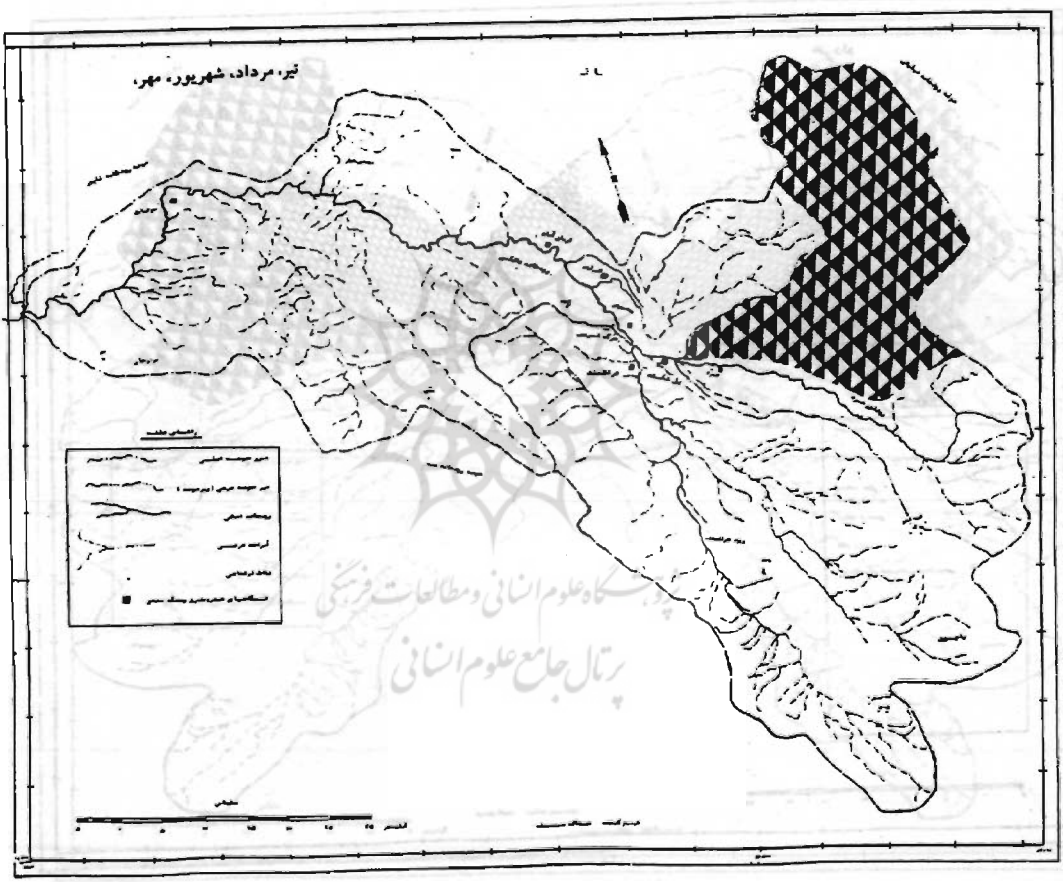
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ادامه نقشه شماره ۲



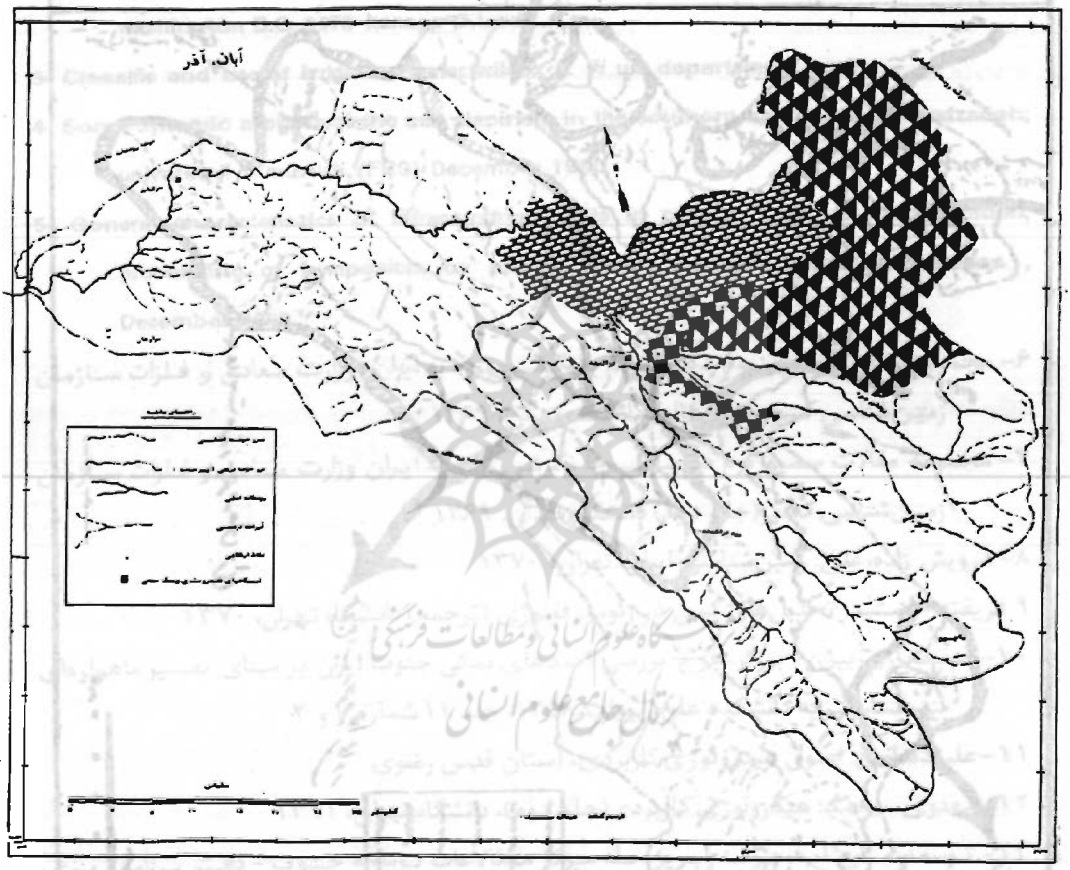
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ادامه نقشه شماره ۲



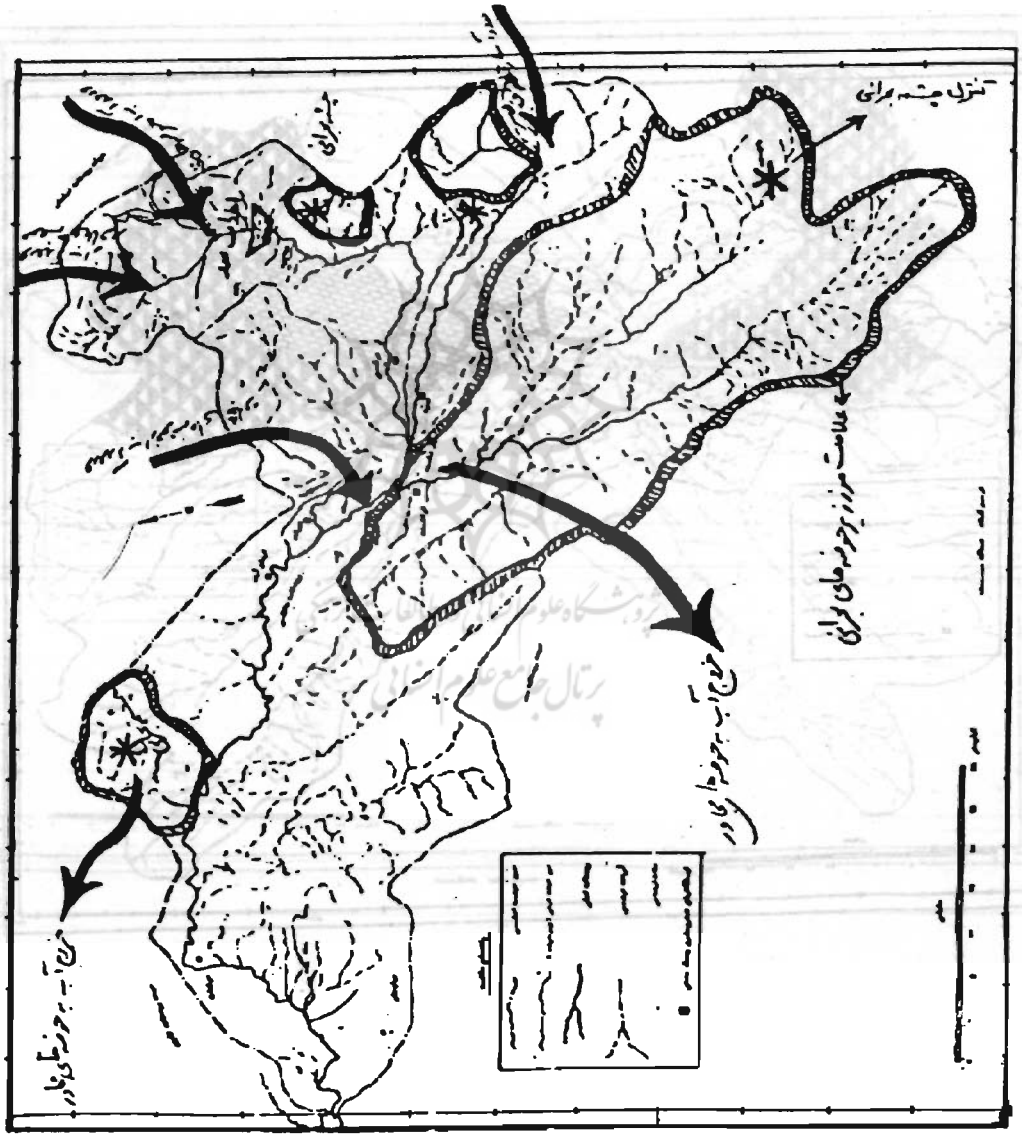
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ادامه نقشه شماره ۲



نقشه شماره ۳

مسیرهای مساعد انتقال آب از حوضه‌های مجاور



منابع و یاداشتها

1- F.A.O water qality for agriculture, irrigation and dranage paper No. 29-1976

2- Artificial recharge of ground water. water research scientific information center washington D.C 1973 kanapp C.L.ed.

3- Classific and use of irrigation water(wilcox L. W u.s departement agri)

4- Some dynamic aspects of the salt diapirism in the southern Iran. by M. Davoudzadeh; university of munich (FRG) December 1990

5- General characteristics of infracambrian salts in persian Gulf; Ali Darsishzadeh, proceeding of symposium on pirism Islamic Republic ofiran Bandarabas , December 1990

۶- مجموعه مقالات سمپوزیوم دیاپیریسم با نگرشی ویژه به ایران، وزارت معادن و فلزات سازمان زمین‌شناسی کشور (جلد اول) دانشگاه تهران، ۱۳۶۹

۷- مجموعه مقالات سمپوزیوم دیاپیریسم با نگرشی ویژه به ایران وزارت معادن و فلزات سازمان زمین‌شناسی کشور(جلد دوم) دانشگاه تهران، ۱۳۶۹

۸- درویش زاده، علی: زمین‌شناسی ایران، تهران، ۱۳۷۰

۹ فریفته، جمشید: تحلیل‌های کمی در ژئومورفولوژی (ترجمه) دانشگاه تهران، ۱۳۷۰

۱۰- اسفندیاری، بیژن : برزگر، فرح: بررسی گنبدهای نمکی جنوب ایران بر مبنای تفسیر ماهواره‌ای لندست، نشریه دانشکده علوم تهران، ۱۳۵۸، جلد ۱۱ شماره ۱ و ۲

۱۱- علیزاده،امین: اصول هیدرولوژی کاربردی، آستان قدس رضوی

۱۲- مهدوی ، محمد: هیدرولوژی کاربردی(جلد دوم)، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱

۱۳- توسعه منابع آب حوضه آبریز حله مرکز مطالعات توسعه جنوب - دفتر برنامه ریزی، زمستان ۱۳۷۱

۱۴- مایل، پرایس: مقدمه‌ای بر آب زیر زمینی، ترجمه سعداله ولایتی و شهریار رضایتی، انتشارات خراسان، ۱۳۷۰

۱۵-ژیلبرت، کاستانی: شناخت آب سالم، ترجمه محمد محمدی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۴

۱۶- شمس - مصباح: شیمی و تصفیه آب، دانشگاه تهران، ۱۳۴۷

۱۷-دبلیو ـ اس. فایف: ژئوشیمی(جلددوم)،ترجمه - مهرداداسفندیاری،جهاددانشگاهی،۱۳۶۸
۱۸- شینبرگ و واستر، کیفیت آب در آبیاری، ترجمه امین علیزاده، سازمان چاپ مشهد، ۱۳۶۴
۱۹-مدنی ، حسن: زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک، جهاد دانشگاهی
۲۰- مهندسین مشاور آبرفت: بررسی و ارزیابی مقدماتی طرحهای بارز آب و خاک بوشهر (جلد اول) وزارت کشاورزی و عمران روستایی ۱۳۶۲
۲۱-گزارشات مشاور یکم در حوضه رودخانه شاپور و دالکی - سازمان آب منطقه‌ای فارس، گزارشات منتشر نشده است.
۲۲- آمار ایستگاههای باران سنجی، حرارت سنجی و تبخیر سنجی، وزارت نیرو و سازمان آب منطقه‌ای فارس، مستقر در حوضه مطالعاتی
۲۳-آمار کیفیت شیمیایی رودخانه‌های ایران، سازمان آب منطقه‌ای فارس و سالنامه‌های وزارت نیرو