

مقدمه

حوزه آبخیز دریاچه ارومیه با داشتن دشتهایی مانند دشت تبریز، ارومیه، مراغه، میاندوآب، شبستر، تسوج، سلماس، آذرشهر از کانون‌های ارزشمند فعالیت کشاورزی و دامداری در ایران به شمار می‌رود. در حال حاضر دریاچه ارومیه در خطر خشک شدن بوده و طی ۲۰ سال گذشته (۷۵-۹۵) شش متر کاهش سطح داشته است. شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک حاکم بر منطقه وسیعی از ایران و پایین بودن مقدار بارندگی سالانه، همراه با توزیع زمانی و مکانی نامناسب و توسعه سکونت‌های شهری و روستایی موجب شده است برای تأمین نیازهای زیستی جامعه فشار بیش از حد بر اکوسیستم‌ها وارد آید. در این میان، نیاز روز افزون انسان به آب سبب گردیده تا با توجه به کمبود منابع آب شیرین در سطح کره خاکی، از گذشته‌های دور روش‌های متنوعی در جمع‌آوری و استحصال سیلاب ابداع شود. در این رهگذر عدم اعمال مدیریت صحیح و نحوه بهره‌برداری از منابع آب، خاک و پوشش گیاهی که عموماً همراه با تغییر کاربری اراضی است، موجب فرسایش خاک و روان شدن هرزآب‌ها، طغیان مسیل‌ها و رودخانه‌ها می‌شود. ورود حجم زیادی از سیلاب محتوای املاح و بار معلق فراوان از یک طرف با برجا گذاردن رسوبات فراوان و از طرف دیگر با نفوذ مواد محلول و ریزدانه، به مرور زمان سبب ایجاد تغییراتی در بعضی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. در تحقیقات ماکرو و ریکتس^۳ [۱۴] فناوری رادار زمینی^۴ (GPR) ابزاری موثر در تعیین نهشته‌های رسوبی سیلابی به کار می‌رود، این فناوری به روش ژئوالکتریک کارکرده نسبت به دریافت هدایت الکتریکی برگشتی از لایه‌های زیرسطحی اقدام می‌کند بسته به دانه‌بندی رسوبات، نفوذپذیری و دارا بودن رطوبت مقادیر ثبت شده متغیر است هر چقدر دانه‌بندی ریزتر، سیلت و رس بیشتر الکتریسیته دریافتی ضعیف‌تر است. جان‌کوینه و الواس^۵ [۷] با استفاده از سیلندرهای مضاعف خاک همراه نفوذسنج و ردیاب‌های رنگی به منظور اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی (Ks) در خاک‌های سیلتی-ماسه‌ای منطقه رستوک آلمان نشان دادند سه روش نفوذ عمودی آب، نفوذ در تماس شن، و نفوذ بدون تماس با شن در افق خاک تا رسیدن به شرایط یکنواخت و ثابت ادامه می‌یابد. حبیب‌زاده [۵] در پژوهشی ژئومورفولوژی شمال دریاچه ارومیه را به کوهستان، دشت

تحلیل نفوذ سطحی نهشته‌های سیلابی در واحدهای ژئومورفولوژیکی شمال دریاچه ارومیه

احد حبیب‌زاده^۱ و مسعود گودرزی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۰

چکیده

منطقه پژوهشی در دشت آبرفتی تسوج، شمال دریاچه ارومیه قرار دارد. ارتفاع متوسط ۱۷۰۰ متر با میانگین بارش ۲۲ ساله حدود ۳۶۳/۳ میلی‌متر بوده، متوسط دمای سالانه ۱۰/۶۵ درجه سانتی‌گراد است. بررسی‌های نفوذ سطحی نهشته‌های سیلابی از نظر پروژه‌های تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها اهمیت دارد. در این پژوهش تغییرات نفوذپذیری خاک از حد کوه‌دشت تا حاشیه دریاچه با استفاده از سیلندرهای مضاعف اندازه‌گیری شده است. هدف طرح پایش نفوذپذیری در واحدهای ژئومورفولوژی دشت و جلگه است. نهشته‌های کواترنر براساس لوگ زمین‌شناسی چاه‌های حفاری و مقاطع ژئوفیزیکی به Q1، Q2 و Q3 تقسیم شده‌اند که Q3 جوان‌ترین نهشته کواترنر است. نتایج نشان داد نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ پایه از دشت سر به دریاچه در حال کاهش است. نهشته‌های دشت تسوج دارای بافت رس، ماسه و گراول بوده و خصوصیات جریان‌ات سیلابی دارد. آنالیز بافت رسوبات شامل ۱۳ درصد رس، ۱۸ درصد سیلت و ۶۹ درصد شن است. بیش‌ترین مقدار سرعت نفوذ پایه با ۸/۵ سانتی‌متر در ساعت مربوط به شمال دشت است. مقدار سرعت نفوذ پایه از ابتدای جلگه به سمت دریاچه از ۱/۳ سانتی‌متر بر ساعت به حدود ۰/۲۲ کاهش یافته است. بافت رسوبی نهشته‌های این واحد ۷۳ درصد شن و ماسه در بالادست جلگه و ۴۶ درصد در حاشیه دریاچه است.

کلیدواژه‌ها: دریاچه ارومیه، کواترنر، نفوذپذیری، نهشته‌های

سیلابی

۱- نویسنده مسئول و استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران. پست الکترونیک: ahad_habibzadeh@yahoo.com

۲- استادیار پژوهشگاه حفاظت خاک و آبخیزداری

3. S.J. McCuaig and M.J. Ricketts

4. Ground-penetrating radar

5. John M. Köhne, José Alves Júnior

و جلگه طبقه‌بندی کرده است، و با استفاده از مطالعات ژئوفیزیکی، پنج طبقه نهشته کوآترنر (Q1, Q2, Q3, Qal و FQm) مشخص شد، در قسمت دشت سر و مخروط افکنه ضخامت زیادی از نهشته‌های دانه درشت فاقد لایه آبدار وجود داشته به سمت دریاچه دانه‌بندی رسوبات ریز شده حاوی آب هستند. شریعتی و همکاران [۹] در مطالعات خود مشاهده نموده‌اند که درصد شن در پخش سیلاب نسبت به زمین شاهد به میزان دو برابر کاهش و درصد سیلت و رس به میزان دو برابر افزایش یافته است. تغییرات اسیدیته خاک (pH) و هدایت الکتریکی (EC) قابل ملاحظه نبوده و میزان کاتیون‌های کلسیم و منیزیم دو برابر افزایش ولی کاتیون سدیم به میزان دو برابر کاهش داشته است. خلفی و همکاران [۹] بررسی‌هایی در ایستگاه پخش سیلاب سهرین- قره چریان زنجان انجام داده‌اند. نتایج به دست آمده پس از پنج بار آبیگری (در مدت دو سال) نشان می‌دهد که مقدار متوسط نفوذپذیری از ۱۴/۶۸ به ۱۱/۰۳ سانتی‌متر بر ساعت کاهش یافته است. فرزانه و گرنچیان [۲] در مطالعات خود با بررسی اثر پخش سیلاب بر روند نفوذپذیری خاک و عمق رسوب در حوضه کلاته سبزوار مشاهده نمودند اختلاف نفوذپذیری بین عمق خاک در سطح ۱ درصد و سیلاب در سطح پنج درصد معنی‌دار است ولی اثرات متقابل عمق و سیلاب بر نفوذپذیری خاک در هیچ سطحی معنی‌دار نبود. پژوهش حیدری [۶] در عرصه پخش سیلاب آب باریک بم ضخامت رسوب باعث کاهش نفوذپذیری می‌شود به‌طوریکه هرچه ضخامت رسوب افزایش یابد، میزان کاهش نفوذپذیری کمتر شده در نهایت ضخامت رسوب بیش از ۲۰ سانتی‌متری میزان کاهش به حدی کم می‌شود که از تغییرات آن بتوان صرف‌نظر کرد. محمد زارع [۲۲] تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک در ایستگاه تحقیقاتی سرچاهان استان هرمزگان را بررسی نموده، عامل شدت نفوذپذیری را فاکتور مهم در موفقیت طرح دانسته که ورود رسوبات سیلاب موجب کاهش آن می‌شود؛ ایشان با شبکه‌بندی نوارهای پخش سیلاب در دو مرحله با ۲۷ آزمایش شدت نفوذپذیری را اندازه‌گیری نموده، نتیجه گرفتند بین نوارهای پخش سیلاب با منطقه شاهد اختلاف معنی‌دار نبوده ولی میزان نفوذ در سال دوم نسبت به سال اول به طور معنی‌دار کاهش یافته است. امیدوار و همکاران [۱۶] برای تعیین مناسب‌ترین مدل نفوذ به‌منظور بررسی مکانی پارامترهای نفوذ، از ۲۷ داده نفوذسنجی استوانه مضاعف استفاده نموده، مناسب‌ترین مدل از لحاظ برازش داده‌های مشاهداتی در حوزه آبخیز داراب کلا انتخاب گردید بر اساس نتایج، مدل گرین - امپت با مقدار RMSE کمتر به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. مشایخی و همکاران [۱۰] پارامترهای هیدرولیکی مدل ونگنوختن - معلم در سه بافت متفاوت خاک به روش معکوس را با استفاده از داده‌های نفوذ استوانه‌های دوگانه و نرم‌افزار HYDRUS-2D/3D انجام دادند؛ برای این منظور نه‌گزینه با تعداد متفاوت پارامترهای هیدرولیکی انتخاب شده برای فرایند بهینه‌سازی (۵،۴ و ۳ پارامتر) در سه گروه مجزا تعریف شد نتایج نشان داد، با کاهش تعداد پارامترهای برآوردی در هر گروه، خطای

برآورد کاهش و دقت تخمین سایر پارامترهای هیدرولیکی خاک افزایش می‌یابد. در تحقیقی، کوثر [۱۷] اظهار داشته است که مقدار زیاد رس و سیلت سیلاب که سالانه بیش از ۲۰۰۰۰ تن رسوب را به عرصه وارد می‌کند، سبب پایداری خاک سطحی در برابر باد گردیده است و خاک شن لومی دارای ۲۰ درصد شن، ۱۸ درصد سیلت و ۱۲ درصد رس را به لوم و لوم سیلت تبدیل کرده است. مقدار کربن آلی خاک نیز از ۰/۱۷ درصد به ۲/۰۶ درصد افزایش یافته است. درصد رطوبت اشباع و شوری خاک نیز در طول ۶ سال افزایش یافته است. نتایج حاصل از تحقیقات نادری [۱۵] بر روی احیای منابع طبیعی و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی دشت گربایگان فسا، حاکی از تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک بر اثر ته‌نشست رسوبات معلق است. در این تحقیق خصوصیات خاک در اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متری، پیش از گسترش سیلاب (شاهد) و چهار سال پس از پخش سیلاب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله از تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نشان دادند که پخش سیلاب از زمان شروع طرح تا زمان نمونه‌برداری (۴ سال) تنها بر روی مقدار شن و درصد سدیم تبادلی در سطح ۵ درصد اثر معنی‌دار داشته و تأثیر این عمل بر سایر ویژگی‌های مورد مطالعه از جمله مقدار SAR, pH, Ca^{+2} , Mg^{+2} چشمگیر نبوده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار شن در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر ۷/۹ درصد کاهش داشته است. اما سیلت در عمق مذکور ۳۳/۴ درصد افزایش یافته است. مقدار رس خاک به طور جزئی افزایش داشته است. در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک مقدار شن به طور متوسط ۳/۸ درصد کاهش نشان می‌دهد که این تغییر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است. مقدار سیلت در همین عمق به طور متوسط ۲۱/۴ درصد افزایش داشته و مقدار رس نیز به طور جزئی افزایش از خود نشان می‌دهد. برآبادی و همکاران [۱] تأثیر پخش سیلاب در تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک را بررسی نموده، نتایج بیانگر کاهش هدایت الکتریکی، سدیم، کربنات، درصد مواد خنثی‌شونده، گچ و اسیدیته و افزایش مواد آلی، پتاسیم، فسفر و بی‌کربنات در اکثر نمونه‌ها است. در مورد بافت خاک در اکثر نمونه‌ها شن در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر افزایش و رس خاک کاهش یافته است. در پژوهشی کمالی [۸] با تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک بندسار و مقایسه آماری ۲۰ مورد از خصوصیات آن معنی‌دار بودن تغییرات عوامل شش‌گانه میزان درصد لای، شن، سنگ‌ریزه، رطوبت اشباع، اندازه قطر میانه (D50) و مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در نتیجه استحصال سیلاب نشان داده است. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک پس از هفت سال اجرای پخش سیلاب تنگستان در استان بوشهر توسط فخری [۳] نشان‌دهنده کاهش در تخلخل کل خاک و نیز معنی‌دار نبودن تغییرات مقدار هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، ماده آلی، آهک معادل و هم‌چنین افزایش درصد رس و سیلت از نتایج این تحقیق است.

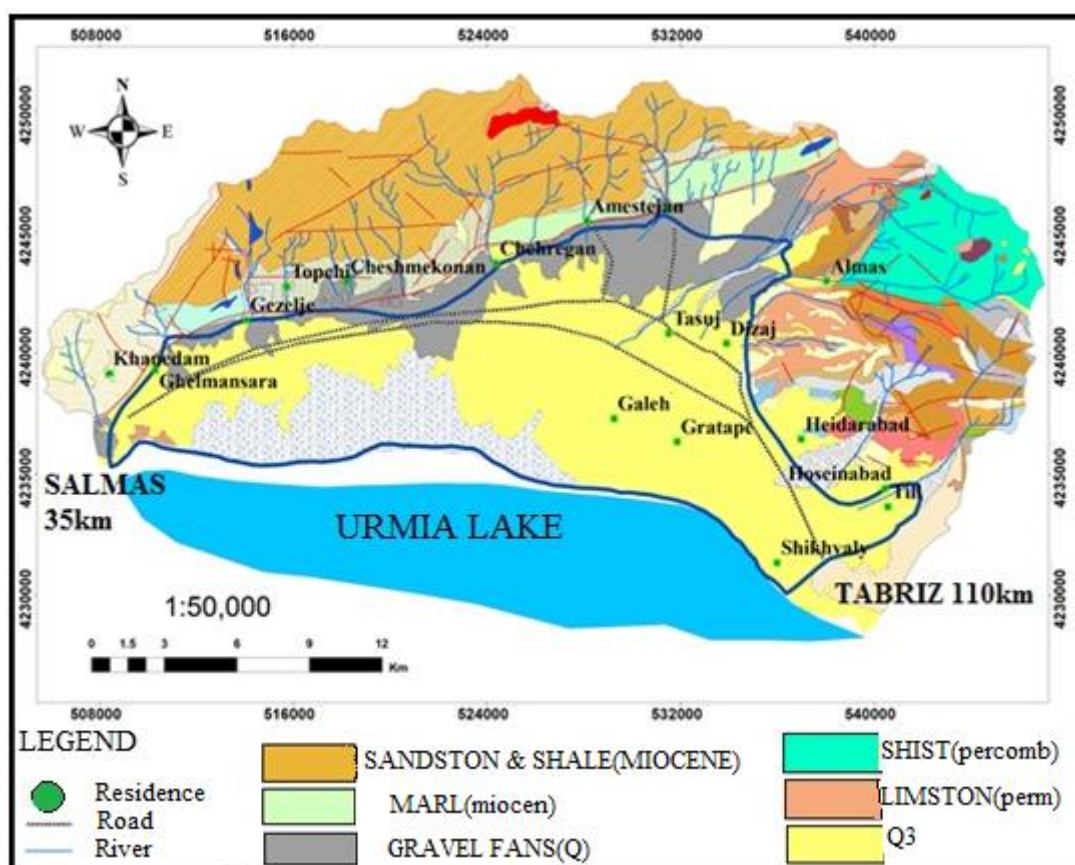
مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی

طرح آبخوانداری تسوج در ۱۱۰ کیلومتری تبریز و در شمال دریاچه ارومیه، حوضه‌های آبخیز مشرف به شهر تسوج در محدوده ۴۵ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط محل ۱۷۰۰ متر با میانگین بارش ۲۲۰ میلی‌متر در حدود ۳۶۳/۳ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۰/۶۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. از نظر آب و هوایی منطقه تحت تاثیر توده هوای قطبی بری از شمال، توده هوای قطبی بحری از شمال غرب، و توده هوای حاره بحری از جنوب است (شکل ۱).

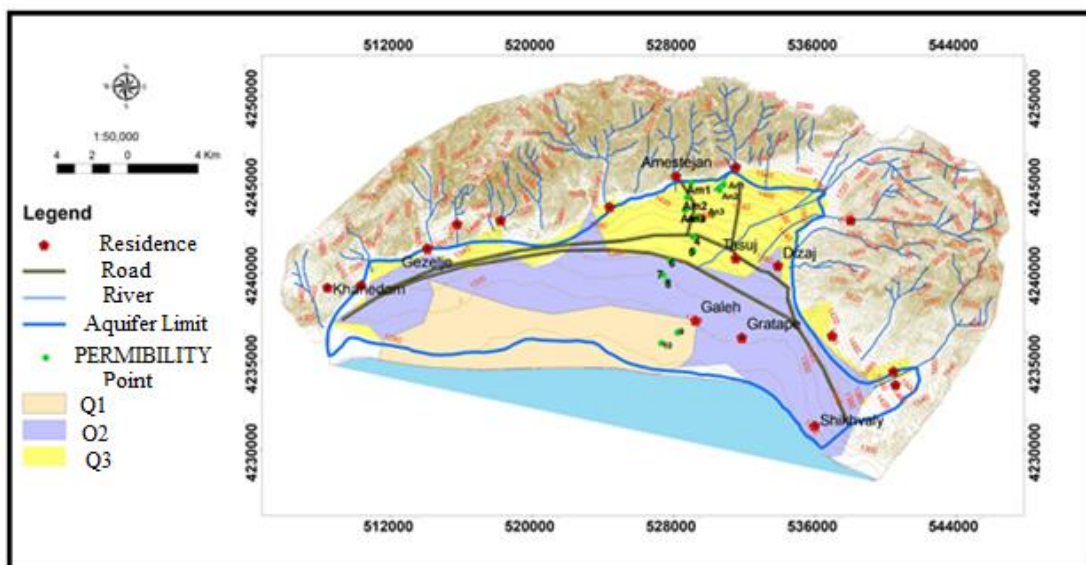
فیزیوگرافی و هیدرولوژی منطقه

منطقه شامل ده زیرحوضه بوده که مشرف به شهر تسوج و روستاهای انگشتجان و امستجان هستند. مساحت زیرحوضه‌ها ۹۶۱۶/۷۹ هکتار است. نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی نشان می‌دهد که مسیل‌ها از جهت شمال به جنوب به هم پیوسته و در نهایت در خروجی به زیر حوضه شماره ۱۰ عرصه متصل می‌شوند. با توجه به عملیات اجرایی آبخوان تسوج در دشت آبرفتی رودخانه امستجان (زیرحوضه ۱) و رودخانه انگشتجان (زیرحوضه ۲)، مطالعات بیشتر پیرامون این زیرحوضه‌ها بوده و اندازه‌گیری نفوذ در امتداد این زیرحوضه‌ها انجام شده است. شکل ۲ موقعیت نقاط اندازه‌گیری و آبراهه‌های منطقه و شکل ۳ زیرحوضه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی

Fig1. Location & Geology of study area



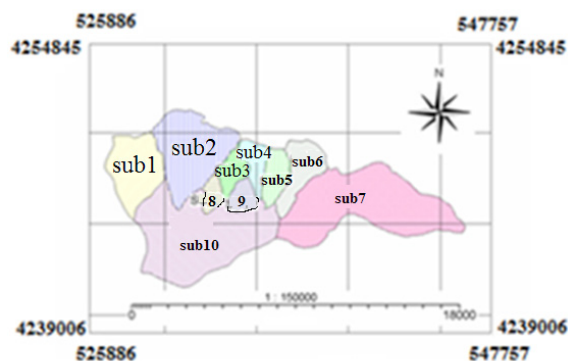
شکل ۲- موقعیت نقاط اندازه‌گیری نفوذپذیری نهشته‌های سیلابی شمال دریاچه ارومیه

Fig2. Position of measurement points of permeability of flood deposits in northern Lake of Urmia

کواترن دارند. رسوبات دوران پالئوژوئیک شامل سازندهای باروت، زاگون و لالون با سنگ‌شناسی ماسه‌سنگی، در مسیر دره علمدار مشاهده می‌شود. رسوبات کواترنری شامل تراس‌های آبرفتی، دشت‌های آبرفتی، مخروط‌افکنه‌ها و آبرفت‌های عهد حاضر هستند. آبرفت‌های عهد حاضر جدیدترین ته‌نشست‌های رودخانه‌ای هستند. منشاء نهشته‌ها از سازندهای زمین‌شناسی بالادست حوزه آبخیز بوده و تاثیر فرایندهای سیستم پریگلاسیری زمان کواترنری در تولید، انتقال و ته‌نشست آن‌ها مهم بوده است. نهشته‌های کواترنر به منظور پهنه‌بندی مناطق مناسب برای پخش سیلاب به سه طبقه Q1, Q2, Q3 تقسیم شده‌اند، Q3 جوان‌ترین ته‌نشست‌های کواترنر است. گسترش عمودی نهشته‌های Q3 بیشتر در نواحی شمالی دشت به خصوص شمال شرقی است، از خصوصیات این نهشته‌ها می‌توان به نفوذپذیری شدید، عدم ناخالصی رسی اشاره نمود این واحد در اغلب نواحی به خصوص بالادست دشت فاقد لایه آبدار بوده ولی به علت قابلیت نفوذ مناسب و هدایت هیدرولیکی بالا به عنوان مکان‌های مناسب تغذیه آبخوان به شمار می‌آیند. نهشته‌های کواترنر Q2 از نفوذپذیری متوسط و بالا برخوردار بوده دارای سفره آب زیرزمینی شیرین هستند که در بعضی نواحی به دلیل وجود لایه های نمکی و در مناطق جنوب شرقی به دلیل تداخل با سفره شور از کیفیت پایین برخوردار است. در شکل ۲ گسترش و موقعیت این نهشته‌ها آمده است.

خاک‌شناسی منطقه

مطالعات خاک‌شناسی منطقه نشان می‌دهد بیش از ۹۵ درصد اراضی در واحد دشت و ۸۰ درصد اراضی در واحد جلگه دارای



شکل ۳- زیر حوضه‌های مطالعاتی منطقه

Fig3. Sub-basin of study in the region

زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

از لحاظ ژئومورفولوژیکی عرصه مطالعاتی، حوضه‌ای کشیده شمالی- جنوبی که از شمال به خط الراس ارتفاعات میشوداغ، از جنوب به شهر تسوج و از شرق به روستای الماس منتهی می‌شود. منطقه از سه واحد کوهستانی، فلات یا دشت و واحد جلگه تشکیل یافته است که به ترتیب از میزان ارتفاعات کاسته می‌شود. سازندهای زمین‌شناسی نشان می‌دهد ارتفاعات شمال شرقی حوضه در کوه علمدار از رسوبات شیل، شیل ماسه‌ای و ماسه‌سنگ به نام سازند کهر دوران پرکامبرین پوشیده شده در ارتفاعات شمالی مشرف به دشت سازندهای معادل قم و قرمز فوقانی با لیتولوژی مارنی، آهکی و ماسه‌سنگ قرمز برونزد دارند که بیش‌ترین سهم در نهشته‌های

با استفاده از پتک مخصوص در زمین کوبیده می‌شود پس از آن سیلندر کوچک در وسط آن با فاصله یکسان متحدالمرکز قرار داده، به روش اول در زمین فرو می‌رود. بین دو سیلندر برای کنترل نفوذ عمودی مقداری آب (تا یک سوم ارتفاع سیلندرها) ریخته می‌شود سیلندر کوچک کاملاً پر آب شده و همزمان خط‌کش فلزی در آن قرار داده می‌شود سپس زمان صفر را ثبت نموده و براساس توالی زمان‌های نفوذ پذیری (۶ مرحله ۵ دقیقه‌ای، ۴ مرحله ۱۵ دقیقه‌ای، ۲ مرحله ۳۰ دقیقه‌ای و ۲ مرحله ۱ ساعته) مقدار نفوذ به میلی‌متر اندازه‌گیری می‌شود.

با استفاده از نرم‌افزار نفوذپذیری طراحی شده در نرم‌افزار Excel مقادیر مربوط به زمان صفر، زمان‌های متناوب اندازه‌گیری، زمان تجمعی، مقدار نفوذ به میلی‌متر محاسبه شده و منحنی‌های نفوذ ترسیم و در نهایت معادله نفوذپذیری طبق رابطه (۱) بدست می‌آید.

$$D = C \cdot t^m \quad (1)$$

$C =$ میانگین نفوذ اولیه در دو استوانه به سانتی‌متر
 $m =$ زاویه شیب $t =$ زمان به دقیقه



شکل ۴- عملیات نفوذپذیری در واحد دشت
 Fig4. Permeability operations in the plain

نتایج

نفوذپذیری نهشته‌های سیلابی واحد دشت

داده‌های نفوذپذیری نهشته‌های سیلابی در واحدهای ژئومرفولوژیکی دشت و جلگه در جدول‌های ۲ و ۳ ابتدا به صورت صحرایی اندازه‌گیری شده پس از استخراج مقادیر مربوط به سرعت نفوذ پایه و لحظه‌ای، محاسبات آماری در نرم‌افزار انجام شد. براساس سرعت نفوذ پایه خاک‌ها در هفت طبقه نفوذپذیری طبق جدول ۲ تقسیم‌بندی می‌شوند.

چنان که در جدول مشاهده می‌شود مقادیر مربوط به R^2 (بالای ۰/۹۸) نمایانگر دقت و همبستگی بالای داده‌ها بوده و در هر مورد معادله نفوذ ارائه شده است که در نمودارهای اشکال ۵ تا ۸ آمده است بررسی‌ها نشان داد که مقدار نفوذ تجمعی سطحی خاک و سرعت نفوذ پایه از دشت سر به سمت دریاچه در حال کاهش بوده،

بافت سبک^۱ درافق بالا و پایین می‌باشند. از نظر رده‌بندی خاک‌های منطقه رده انتی‌سول‌ها هستند، انتی‌سول‌ها خاک‌هایی هستند که نشانه‌ای از تکامل افق‌های پیدایشی در آن‌ها دیده نمی‌شود و یا بسیار کم است. علاوه بر این، اراضی فوق‌الذکر مقدار قابل توجهی سنگ و سنگ‌ریزه در افق‌های سطحی و تحتانی دارند (۵). اراضی بالادست دارای فرسایش واریزه‌ای بوده که در اثر یخبندان و ذوب شدن بوجود آمده، در انتهای دره‌های تنگ انباشته شده‌اند. زمانی که بارندگی با شدت زیاد و مدت کم اتفاق افتد (۶). بر اثر سیلاب رسوبات به پایین دست حمل می‌شوند عمق خاک در این مناطق به علت وجود شیب‌های تند و فرسایش آبی زیاد بسیار کم است در بخش مخروط‌افکنه خاک‌ها دارای عمق زیادی هستند آبرفت‌های ناشی از این سیلاب‌ها در محدوده کم شیب انباشته شده و مخروط‌افکنه را بوجود آورده است مطالعات اولیه نشان می‌دهد که بافت خاک سطحی در مخروط افکنه به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف- بافت سطحی مربوط به بخش شرقی مخروط‌افکنه که به واسطه وجود مارن‌های سبز در بالادست محتوی رسوبات ریزدانه در سطح بوده ولی عمق این لایه زیاد نیست.

ب- بافت خاک سطحی قسمت غربی منطقه به علت وجود تشکیلات ماسه سنگ قرمز در بالادست مخروط افکنه بسیار درشت و مملو از سنگ‌ریزه و قلوه سنگ می‌باشد، به طوری که عملاً خاک کاملی را نمی‌توان در آن مشاهده نمود.

در اراضی دشت دو لایه مشخص وجود دارد که شامل یک لایه تیره و یک لایه روشن هستند و حدوداً در عمق ۱/۵ متری سطح خاک واقع شده‌اند. ضخامت لایه تیره رنگ حدود ۱۰ سانتی‌متر بوده دارای ساختمان توده‌ای است. جنس این لایه از اکسیدهای فلزی تیره بویژه همتایت و به طور موضعی از اکسید منیزیم می‌باشد. در این لایه درز و ترک‌های فراوانی وجود دارد و کل توده حالت شبیه به اسفنج دارد. لایه روشن نیز در عمق حدود ۱/۵-۲ متر واقع شده حاصل شستشوی رس‌ها و کربنات‌ها از خاک سطح و تجمع در اعماق پائین‌تر است بافت این خاک ریز، ولی وجود سنگ‌ریزه بسیار فراوان باعث افزایش تخلخل و نفوذپذیری آن شده است. خاک‌های واحد جلگه ادامه روند رسوب‌گذاری در پائین دست بوده و به واسطه دور شدن از منطقه پرشیب دارای خاک‌های ریز بافت و عمیق هستند. اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی نهشته‌های کواترنر به روش استوانه‌های مضاعف عمل گردید و در امتداد عمود بر ساحل دریاچه، از ناحیه دشت سر تا واحد جلگه در ۷ نقطه انتخابی بر اساس ارتفاع و شیب منطقه اندازه‌گیری انجام شد، شکل ۲ موقعیت نقاط اندازه‌گیری نفوذپذیری و شکل ۴ استوانه‌های مضاعف را نشان می‌دهد. گسترش نهشته‌های کواترنر در شکل ۲ نشان می‌دهد که محدوده شیخ‌ولی تا قلعه مراغوش فاقد رسوبات دانه‌ریز بوده و نفوذپذیری رسوبات در این محدوده بالا است. در بررسی نفوذپذیری با استفاده از سیلندرهای مضاعف، سیلندر بزرگ

1. Sandyloam

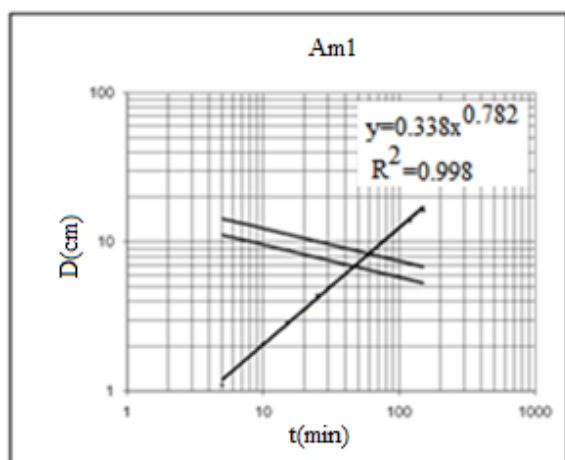
مؤید رده آنتی سول ها و تسلط فعالیت کندوکاو بر نهشته گذاری است. این موضوع با روند تکاملی مخروط افکنه ها در منطقه سازگاری دارد. نهشته های دشت دارای رس، ماسه و گراول به صورت مخلوط بوده و از جریانات سیلابی یا رسوبات خرده دار حکایت دارد، دانه بندی رسوبات شامل ۱۳ درصد رس، ۱۸ درصد سیلت و ۶۹ درصد شن است نمونه ۴ مربوط به پایین دست دشت کنار کارخانه گونی بافی تسوج است (۶). بر اساس محاسبات نفوذ بیشترین مقدار سرعت نفوذ پایه با ۸/۵ سانتی متر در ساعت مربوط به نمونه An1 در شمال دشت، پایین دست روستای انگشتجان بوده از نظر طبقه بندی توصیفی، طبقه نفوذ سریع را نشان می دهد (شکل ۵). اندازه گیری های

ژئوفیزیکی ضخامت نهشته های سیلابی دانه درشت این قسمت را بالغ بر ۱۳۰ متر نشان می دهد، که بهترین شرایط برای اجرای پروژه های تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی یا پخش سیلاب را مهیا ساخته است. در نواحی پایین دست دشت آبرفتی سرعت نفوذ به تدریج کاسته شده، نفوذپذیری سطحی، در حال کاهش است (شکل ۷). کمترین نفوذ پایه در اراضی قلعه مراغوش مربوط به حاشیه دریاچه است. بررسی نفوذپذیری نمونه Am1 (شکل ۶) که در اراضی امستجان برداشته شده و هم عرض جغرافیایی با نمونه An1 است در طبقه نفوذپذیری متوسط واقع شده، نشان می دهد که سرعت نفوذ پایه از شرق به غرب کاهش می یابد.

جدول ۱- طبقه بندی توصیفی نفوذپذیری سطحی خاک (موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه ۴۶۶، ۱۳۸۵)

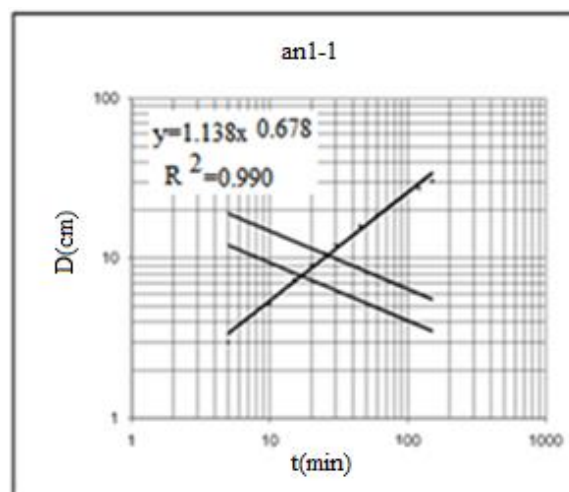
Table1. Descriptive classification of soil surface permeability (swri, 466.2006)

ردیف Row	طبقه نفوذپذیری Permeability class	سرعت نفوذ پایه cm/h IB cm/h
1	Very rapid	>25.4
2	rapid	25.4-12.7
3	low rapid	12.7-6.33
4	medium	6.33-2
5	low slow	2-0.5
6	slow	0.5-0.127
7	Very slow	<0.127



شکل ۶- نفوذ تجمعی ابتدای دشت امستجان

Fig6. Cumulative Influence at the Beginning of the Amestajan Plain



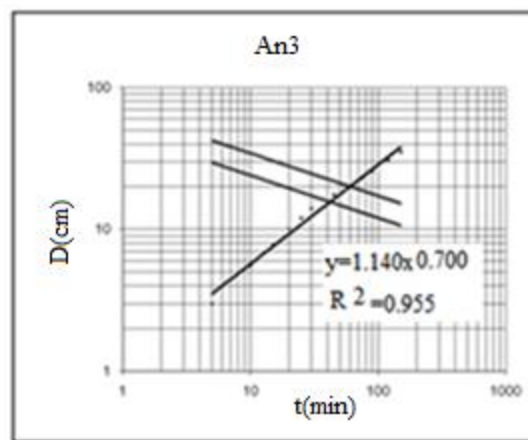
شکل ۵- نفوذ تجمعی ابتدای دشت انگشتجان

Fig5. Cumulative Influence at the Beginning of the Angshtajan Plain

جدول ۲- محاسبات آماری داده‌های نفوذ سطحی واحد دشت

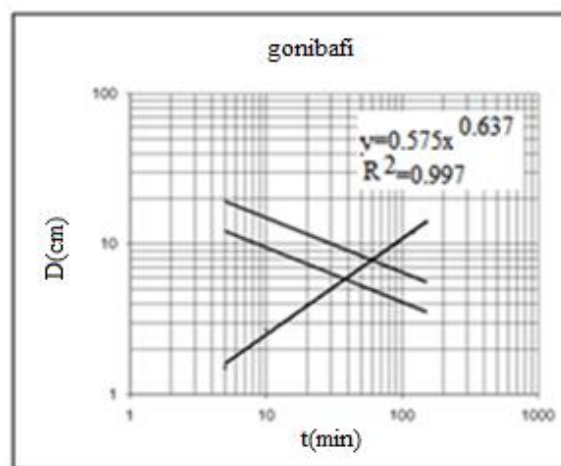
Table2. Statistical analysis of permeability data from surface the plains

مختصات نقاط UTM	سرعت نفوذ لحظه‌ای I cm/h	نفوذ میانگین cm/h lav	زمان نفوذ دقیقه TB mm	IB cm/h	سرعت نفوذ پایه	R ²	معادله نفوذ Penetration equation
X=529086 Y=4242030 (Gonibafi)	12.12	19					
	9.43	14.8					
	8.14	12.77					
	7.33	11.51					
	6.76	10.61					
	6.33	9.93	193		8.5	0.93	$Y=1.138 X^{0.678}$
	5.46	8.57					
	4.92	7.72					
	4.54	7.12					
	4.25	6.67					
	3.83	6					
	3.53	5.54					
	11.17	14.28					
	9.60	12.28					
	8.79	11.24					
	8.25	10.55					
	7.76	10					
	7.56	9.66	130		5.5	0.99	$Y=0.338 X^{0.782}$
	6.92	8.84					
	6.50	8.31					
X=528951 Y=4245065 (Am1)	6.19	7.91					
	5.95	7.6					
	5.58	7.14					
	5.32	7.8					
	11.17	14.28					
	9.60	12.28					
	8.79	11.24					
	8.25	10.55					
	8.76	10					
	7.56	9.66	180		10	0.98	$Y=1.140 X^{0.700}$
	6.92	8.84					
	6.50	8.31					
	6.19	7.91					
	5.95	7.6					
	5.58	7.14					
	5.32	6.8					
	12.25	19.24					
	9.53	14.96					
	8.22	12.91					
	7.41	11.63					
X=529086 Y=4242030 (Gonibafi)	6.83	10.72	217		3.12	0.99	$Y=0.575 X^{0.637}$
	6.39	10					
	5.52	8.66					
	4.97	7.80					
	4.58	7.20					
	4.29	6.74					
	3.87	6					
	3.56	5.60					



شکل ۷- نفوذ تجمعی انتهای دشت انگشتجان

Fig7. Cumulative Influence at the end of the Angshtajan Plain



شکل ۸- نفوذ تجمعی انتهای دشت امستجان

Fig8. Cumulative Influence at the end of the Amestajan Plain

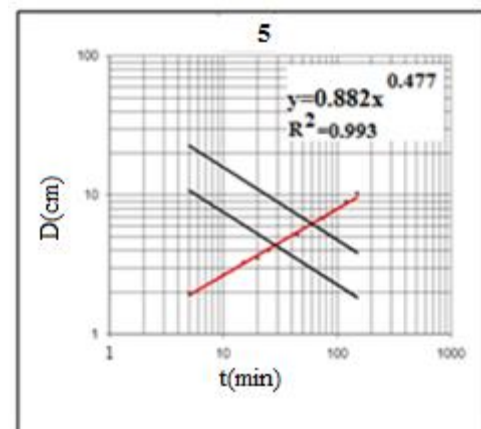
نفوذپذیری نهشته‌های سیلابی در واحد جلگه

بررسی نفوذپذیری واحد جلگه در چهار نقطه انجام گردید که نتایج داده‌ها در جدول ۳ و نمودارهای اشکال ۹ تا ۱۲ آمده است. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد مقدار سرعت نفوذ پایه از ابتدای جلگه در موقعیت پنج که در ابتدای جلگه است به سمت دریاچه در حال کاهش بوده به طوری که از $1/3$ سانتی‌متر بر ساعت (طبقه آهسته) در این ناحیه به $0/22$ (طبقه خیلی آهسته) در حاشیه دریاچه می‌رسد. در ناحیه جلگه در محدوده تحت تسلط جریان رودخانه‌ای و حریم دشت‌های سیلابی به علت ته‌نشست‌های دانه‌درشت میزان نفوذپذیری بالا می‌باشد. نتایج نمونه‌های مربوط به شماره‌های ۷ و ۶ مربوط به نهشته‌های Q2 و نمونه نه مربوط به نهشته‌های Q1 در حاشیه دریاچه است. آنالیز بافت رسوبی نهشته‌ها در این واحد که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد شامل ۷۳ درصد شن و ماسه در بالادست جلگه و ۴۶ درصد در حاشیه دریاچه است.

جدول ۴- تجزیه بافت رسوبی نهشته‌های جلگه

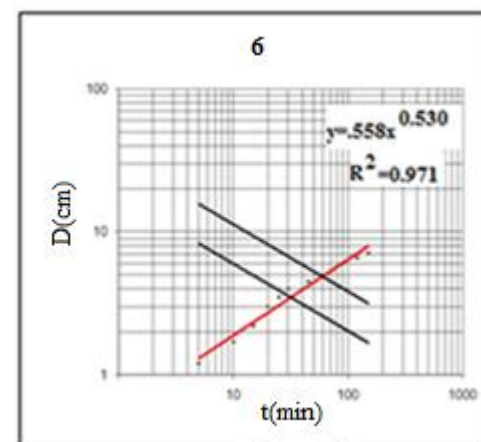
Table4. Analysis sediment plain deposits

وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی					شماره آزمایشگاه Lab. No	
Clay %	Silt %	Sand %	پتاسیم قابل جذب K (ava.) p.p.m	فسفر قابل جذب P (ava.) p.p.m	توصیف نمونه Description	عمق Depth
13	18	69			T1 5	
8	19	73			T2 6	
24	30	46			T4 7	



شکل ۹- نفوذ تجمعی بالادست جلگه انگشتجان

Fig9. Cumulative Influence flood deposits in the upstream of flatland angoshtajan



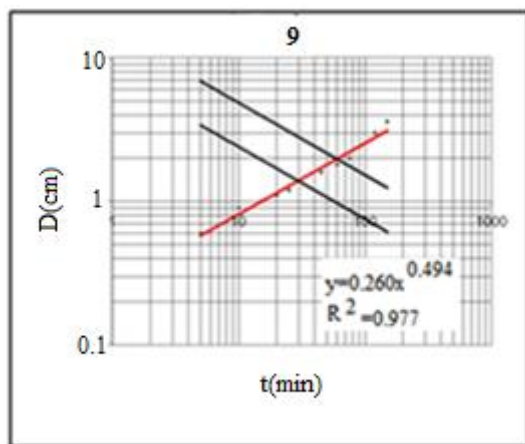
شکل ۱۰- نفوذ تجمعی بالادست جلگه امستجان

Fig10. Cumulative Influence flood deposits in the upstream of flatland Amestajan

جدول ۳- محاسبات آماری داده‌های نفوذ سطحی واحد جلگه

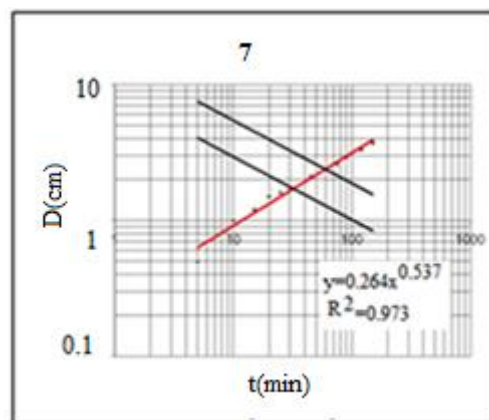
Table3. Statistical analysis of permeability data from surface the plains

مختصات نقاط UTM	سرعت نفوذ لحظه‌ای I cm/h	نفوذ میانگین Iav cm/h	TB mm	زمان نفوذ دقیقه IB cm/h	سرعت نفوذ پایه R ²	معادله نفوذ Penetration equation
(5) X=529096 Y=4241227	10.88	22.81				
	7.57	15.87				
	6.12	12.84				
	5.27	11.05				
	4.69	9.85				
	4.26	8.93	313	1.3	0.99	$Y=0.882X^{0.477}$
	3.45	7.23				
	2.97	6.22				
	2.64	5.53				
	2.40	5.03				
	2.06	4.33				
	1.84	3.85				
	8.33	15.71				
(6) X=527799 Y=4240701	6.01	11.34				
	4.97	9.38				
	4.34	8.19				
	3.91	7.37				
	3.59	6.77	282	1.252	0.971	$Y=0.558X^{0.530}$
	2.97	5.59				
	2.59	4.89				
	2.33	4.40				
	2.14	4.04				
	1.87	3.53				
	1.68	3.18				
	4.04	7.52				
(7) X=527392 Y=4239890	2.93	5.45				
	2.43	4.52				
	2.12	3.96				
	1.92	3.57				
	1.76	3.28	278	0.70	0.973	$Y=0.264X^{0.537}$
	1.46	2.72				
	1.28	2.38				
	1.15	2.15				
	1.06	1.97				
	0.93	1.73				
	0.84	1.56				
	3.41	6.91				
(9) X=528225 Y=4236622	2.40	4.76				
	1.96	3.96				
	1.69	3.43				
	1.51	3.06	313	1.3	0.99	$Y=0.882X^{0.477}$
	1.38	2.79				
	1.12	2.27				
	0.97	1.97				
	0.87	1.76				
	0.79	1.60				
	0.68	1.38				
	0.61	1.24				

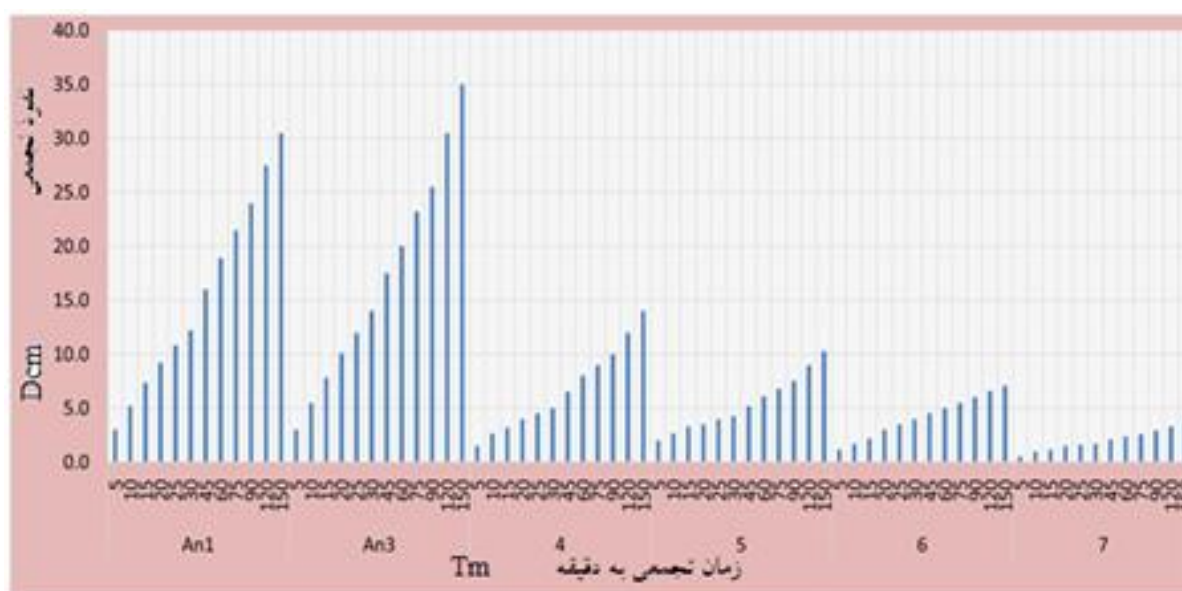


شکل ۱۲- نفوذ تجمعی نهشته‌های سیلابی در حاشیه دریاچه

Fig12. Cumulative Influence flood deposits
Margin Lake



شکل ۱۱- نفوذ تجمعی پایین دست جلگه
Fig11. Cumulative Influence in the down of flatland



شکل ۱۳- روند نفوذ تجمعی سطحی خاک نسبت به زمان از دشت سر به سمت دریاچه

Fig13. The cumulative penetration amount of soil compared to the plain head to the lake

در این قسمت از دشت آبرفتی موید این مطلب است. نفوذپذیری واحد جلگه در پنج نقطه نشان می‌دهد مقدار سرعت نفوذ پایه از ابتدای جلگه به سمت دریاچه در حال کاهش بوده به طوری که از ۱/۳ سانتی‌متر بر ساعت در این ناحیه به ۰/۲۲ در حاشیه دریاچه می‌رسد. در ناحیه جلگه در محدوده تحت تسلط رودخانه‌ها و حریم دشت‌های سیلابی میزان نفوذپذیری بالا می‌باشد. آنالیز بافت رسوبی نهشته‌ها در این واحد شامل ۷۳ درصد شن و ماسه در بالادست جلگه و ۴۶ درصد در حاشیه دریاچه است. باتوجه به شرایط خاص سفره‌های آب زیرزمینی در حاشیه دریاچه ارومیه و اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی خاک همراه با داده‌های ژئوفیزیکی از ضخامت نهشته‌های کواترنر شرایط مناسبی برای تغذیه مصنوعی آبخوان در این ناحیه به وجود آورده است.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان داد که مقدار نفوذ تجمعی سطحی خاک و سرعت نفوذ پایه از دشت سر به سمت دریاچه در حال کاهش بوده که موید رده انتی‌سول‌ها بوده، تسلط فعالیت کندوکاو بر نهشته‌گذاری است این موضوع با روند تکاملی مخروط افکنه‌ها در منطقه سازگاری دارد. نهشته‌های دشت تسوج دارای رس، ماسه و گراول در کنار همدیگر و به صورت مخلوط بوده از جریانات سیلابی حکایت دارد. اندازه‌گیری‌های سرعت نفوذ پایه نشان داد نهشته‌های دشت آبرفتی با دارا بودن بیشینه مقدار نفوذ پایه سطحی خاک ۸/۵ سانتی‌متر در ساعت در طبقه نفوذ سریع آب بوده با دارا بودن ضخامت آبرفت دانه درشت بالغ بر ۱۳۰ متر بهترین شرایط را برای تغذیه جریانات سطحی و سیلابی به سفره‌های آب زیرزمینی فراهم نموده است و اجرای طرح پخش سیلاب بر آبخوان

8. Kamali, K. 1998. The source of alluvium deposited assessment on soil infiltration in bansar Khorasan province, M.Sc thesis. Islamic Azad University of Tehran, Iran. (In Persian)

9. Khalafi, j. Abdi, P. and Zanjani, J. 2003. Flood water spreading effects on infiltration changes of the soil surface of Sahrin Station, Zanjan. Proceedings of the Third Conference on aquifer management. Urmia, Iran. Pp.269-276. (In Persian).

10. Khani, M.2008. Investigating the effects of flood spreading on soil characteristics through monitoring at Tasuj Research Station. Soil Conservation and Watershed Management Institute. (In Persian)

11. Khalilpure, A.2005. Quantitative and qualitative study of accidental floods and relationship of sediment content with different flood factors (Case study: Hadiagdam Station). Third conference watershed management, Urmia.26 August.318-329(In Persian)

12. Marios, S .2002. Interactions between groundwater and surface water. Hydrogeology journal. 10:52-67. Mashayekhi,P .Gorbani,S.2017. Estimation of soil Hydraulic Parameters by Reverse Method Using Intrusion Double Cylinders. Iran Water and Soil Research journal. No.47(4), winter pp: 829-838

13. McCuaig, S. Ricketts, M.2004. Ground-penetrating RADAR: A tool for delineating aggregate-resource deposits. Geological Survey, Report 04-1, pages 107-115

14. Naderi, A.1990. The effect of flood spreading on some propertiesPhysical and chemical sandy soil of Fasa Gerbigan. M.Sc thesis. Tarbiat Modarres University of Tehran, Iran. (In Persian)

15. Omidavar,E .Kavian, A.soleimani, K.2016. Identification of the Best Infiltration Model in Order to Investigation of Spatial Variability of Infiltration Parameters (Case Study: Darabkola River Basin). Environmental Erosion Researches. No. 13, spring 2014, pp: 1-16

16. Qosar, A.1997. Introduction to flood control and their optimal efficiency. Institute of Forest and Rangeland Research.pp530

17. Rahimi, H.2007.Soil mechanics. Danesh and fan press. pp624

18. Shariati, M.H., Hosaini A., Mahdian. M.H. and the infiltration changes of the soil surface, in Flood water spreading area of Ghosheh, Damghan, The Second International Conference on achievements of flood water spreading stations. Tehran, Iran. Pp.17-28.

19. Soil&water reaserch institute. 2006, Instructions for soil studies, No466

20. Thomas J.2002. Remote sensing of soil moisture: implications for groundwater recharge- Hydrogeology journal 10:40-51.

21. Zare, M.Mahdian, M.Barkhordari, J.2016. Flood water spreading effects on infiltration changes of the soil surface of Sarchahan Station. Iran-Watershed Management Science & Engineering. 20(7).1-8(In Persian)

بررسی طبقات نفوذپذیری در واحدهای ژئومورفولوژیکی و تطابق آن با نوع نهشته‌های کواترنر نشان دهنده ارتباط آن‌ها با سازندهای زمین‌شناسی حوزه‌های آبخیز بالادست انگشتجان و امستجان در شمال دریاچه ارومیه بوده که در اثر تخریب و فرسایش توسط آبراهه‌های فوق به دشت آبرفتی و جلگه حاشیه دریاچه توسط روان‌آب‌های سطحی و سیلاب‌ها منتقل و نهشته شده‌اند.

سازندهای موثر در واحدهای ژئومورفولوژیکی رسوبات مارنی، آهکی، شیلی و ماسه‌ای مربوط به میوسن فوقانی هستند که به‌طور متناوب باهم قرار گرفته‌اند، همین امر موجب ایجاد رسوبات واریزه‌ای می‌شود شیب توپوگرافی بالا، بارش‌های با شدت بالا موجب ایجاد سیلاب‌های وحشی شده، آورد بالای رسوب در خروجی کوهستان، ناحیه مخروطافکنه با دانه‌بندی غیریکنواخت می‌شود به علت عریض شدن مسیل‌ها و کاهش توان رودخانه به سمت پایین دشت رسوبات ریزتر شده ته نشست‌های عمدتاً شیلی و سیلتی انباشته می‌گردد این موضوع به خصوص در ناحیه جنوب غربی، پایین دست حوزه آبخیز امستجان بیشتر به چشم می‌خورد کاهش سرعت نفوذ پایه در نقاط اندازه‌گیری و طبقات نفوذ از موقعیت An به Am و نهایتاً نقاط شش و هفت موید این مطلب است.

منابع

1. Borabadi,H. Zehtabian,G. Tavili,A and Dadras,A. 2014. The effect of flood spreading on some propertiesPhysical and chemical soil. Desert Ecosystem Engineering Journal.2(1): 37-46(In Persian).

2. Farzane, H.Gazanchiyan, A.2012. Survey effect of flood spreading on permeability of soil and sediment depth in Kalate Sadat Sabzevar. Iran-Watershed Management Science & Engineering. 17(5).1-6

3. Fakhri, F.2004. The effect of flood spreading on some propertiesPhysical and chemical sandy soil of Tangestan Boshehr. M.Sc thesis. Tehran University of Tehran, Iran. (In Persian)

4. Habibzadeh, A.2004. Survey of erodibility of Northwest Tasuj watersheds used GIS and fuzzy theory. MSc. Dissertation. Faculty of Sciences. Azade Eslamic Tehran University, 90 pages. (In Persian).

5. Habibzadeh, A.2016. Investigation of hydrogeomorphological quaternary deposits in north Urmia Lake. (Case study: Tasuj plain). Journal management system. 2(3).1-15(In Persian)

6. Hydari Morchekhorti, F. 2003. Investigating effect of sediment depths on soil infiltration in floodwater spreading of Abbarik Bam. Proceedings of the Third Conference on Aquifer Management, (In Persian).

7. John, M. Köhne2, José Alves Júnior. 2011. Double-Ring and tension infiltrometer measurements of hydraulic conductivity and mobile soil regions www.agro.ufg.br/pat - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 3, p. 336-347

Investigation of Surface Penetration of Flood Deposits in Geomorphologic Units North Urmia Lake

A.Habibzadeh¹ and M.Goodarzi²

Received: 09-03-2019 Accepted: 11-07-2019

Abstract

The study area is located north of Urmia lake and Tasuj plain. The average height of 1700m and average rainfall in the area about 363mm. The average annual temperature 10/65°C. Investigations on the surface penetration of flood deposits are important for the implementation of artificial recharge aquifers. In this study, soil permeability changes from Plain to lake were measured using double cylinders. One of the objectives project is permeability monitoring in the plain geomorphology units. Quaternary deposits Were classified of three classes (Q1, Q2, Q3) with using wells log and geophysical sections showed, Q3 is the youngest deposition. The results showed that the amount of surface cumulative penetration and the rate of penetration of the base was decreasing from the plain to the lake. Plain deposits are mixed clay, sand and gravel. The texture analysis contains 13 percent clay, 18 percent silt and 69 percent sand. The highest rate of penetration of the base with 8.5cm/h corresponds to the north of the plain. The rate of base infiltration from the beginning of the plain to the lake has decreased from 1.3cm/h to about 0.22. The analysis in this unit contains 73 percent of sand in the upper plain and 46 percent on the margin of the lake.

Keywords: *Flood deposits, Permeability, Quaternary, Urmia lake*

1. Corresponding author and Ass.Professor, Agriculture & Natural Resources Research Center of East Azerbaijan, Tabriz, Iran. Email: ahad_habibzadeh@yahoo.com

2. Ass.Professor, Soil Conservation & Watershed Management Research Institute (SCWMRI)