



ارزیابی (فنی و اقتصادی) آبخیزداری و نقش آن در ارتقا بهره برداری از اراضی و پایداری آب و خاک به منظور ارائه الگوی مطلوب گزینه مدیریتی در حوزه های آبخیز استان گیلان

علیرضا قدرتی^۱، محمد طاهر نظامی^۲

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان.

۲- گروه خاک‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

مقدمه

از آنجایی که حوزه های آبخیزداری در تعادل و توانهای محیطی و منابع تولیدی و معیشتی ساکنین حوضه ها و ارتقا بهره برداری نقش مثبتی را ایفا می کنند لازم است که عملکرد نتایج حاصل از اقدامات آبخیزداری در پایداری آب و خاک به منظور ارائه الگوی مطلوب گزینه مدیریتی در حوزه های آبخیز بررسی و ارزیابی قرار گیرد. برای ارزیابی پروژه های مختلف دستگاه های اجرایی جهت حفاظت خاک و آب آبخیزداری و همچنین ارتقا درآمد روستائیان به جهت بهبود بهره وری اراضی و نقش مدیریت انجام گرفته شده در این تحقیق مد نظر می باشد. ابتدا مطالعات قبل از اجرای طرح مورد ارزیابی قرار گرفته و پس از اجرای عملیات، ضمن تطبیق اقدامات انجام شده با عملیات پیش بینی شده، مقایسه نتایج حاصله برحسب هریک از اقدامات انجام شده در محیط طبیعی مورد بررسی قرار می گیرد و سپس تأثیر تلفیقی هریک از عملیات در کلیه زمینه های آبخیزداری از طریق آماربرداری انجام می شود. تهیه جداول استاندارد از روشهای متداول آبخیزداری جهت تعیین کارایی یا عدم کارایی کاهش فرسایش و رسوب و حفاظت خاک در ۳ فرم (شماره ۱، ۲، ۳) به پیوست مورد استفاده می گیرد. سپس با استفاده از جداول تکمیلی که از عملیات صحرایی استخراج گردیده ارزیابی های مورد نظر انجام می گیرد. در تجزیه تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزارهای Office، SAS، SPSS جهت آنالیز آماری، استفاده از نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی و نیز استفاده از تصاویر ماهواره ای جهت تشریح موقعیت های مورد نظر انجام و تجزیه و تحلیل تطبیقی و مقایسه ای حجمی و کلی عملیات و اقدامات پیش بینی شده در طرح با عملیات اجرا شده، انجام و در نتیجه، موارد تناقض های احتمالی با ذکر علت آنها مشخص خواهد شد.

مواد و روشها

مرحله اول: به منظور ارزیابی عملیات آبخیزداری ابتدا به جمع آوری نسخه ای از مطالعات شناسایی، تفصیلی و اجرایی طرح آبخیزداری منطقه، استخراج اهداف، گزینه های پیش بینی شده اجرایی، نوع اقدامات، مشخص کردن نوع عملیات پیش بینی شده و مشخصات فنی آن تکمیل و فرم (شماره ۱ و ۲) تهیه گردید (فرمها استاندارد می باشند). سپس با مشخص کردن عملیات فنی و مهندسی هر یک از اقدامات و عملیات اجرا شده و نیز مشخص کردن نوع عملیات بیولوژیکی و چگونگی انجام کار مورد بررسی قرار می گیرد. برای عملیات انجام شده آبخیز چهار حوزه نمونه از مناطق چهار گانه استان انتخاب و تاکنون، حوزه مورد نظر مورد بازدید قرار گرفت و کلیه عملیات انجام شده تاکنون از نظر شیوه اجرا و هزینه های انجام شده و نتایج حاصل از آن مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد. ارزیابی براساس روش تحقیق و کتابچه های طرح های مطالعاتی مدیریت آبخیزداری و تهیه نقشه اطلاعات رقومی و عملیات صحرایی از بررسی زیر پروژه های مختلف عملیات آبخیزداری تهیه و تدوین می شود. براساس روش تحقیق ابتدا نسخه ای از مطالعات شناسایی تفصیلی و اجرایی



طرح آبخیزداری منطقه و اهداف، نوع اقدامات و فواید اقتصادی پیش بینی شده در طرح جمع آوری شد و در مرحله بعد توسط GPS در عملیات صحرائی موقعیت مکانی هر یک از عملیات آبخیزداری مشخص و در روی نقشه های با مقیاس ۱/۵۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰۰ مشخص می شود که شامل موارد (نقشه توپوگرافی حوضه، نقشه اجرایی سازه های مکانیکی قبل از اجراء، موقعیت نقشه اجرایی سازه های مکانیکی بعد از اجراء، مقایسه و مطابقت نقشه های اجرایی قبل و بعد) می باشد. همچنین مسائل و مشکلات عمده اقتصادی و زیست محیطی مورد بررسی قرار می گیرد. سپس با توجه به اطلاعات بدست آمده از فرم شماره (۱) که مربوط به اطلاعات پیش بینی های انجام شده در طرح می باشد که طبق روش تحقیق تکمیل شده است و موارد مختلف آن مورد بررسی قرار می گیرد. مرحله دوم: پس از مشخص شدن موقعیت مکانی هر یک از اقدامات آبخیزداری، نمونه هایی از اقدامات (اقدامات فنی و مهندسی، وضعیت مهار فرسایش، عملیات بیولوژی و وضعیت ظاهری فرسایش و عملکرد آنها و بررسی وضعیت استقرار پوشش گیاهی و عملکرد بیولوژیکی) بصورت تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار می گیرد. به نحوی که در مورد اقدامات فنی مهندسی مشخصات مربوط به ابعاد آنها مستقیماً در عرصه اندازه گیری شده و وضعیت مهار فرسایش از طریق بررسی وضعیت ظاهری فرسایش با استفاده از روش تجربی USLE مورد بررسی قرار گرفته می شود. در مورد اقدامات بیولوژیکی نیز نوع اقدامات و چگونگی انجام کار شامل نوع بذر، مقدار، تعداد بوته ها، نوع بوته ها، زمان کشت گونه های درختی و درختچه ای، وضعیت نگهداری مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته که در فرم و جداول شماره (۲) که مربوط به اطلاعات اقدامات و عملیات اجرا شده در طرح است، آورده شده است. مرحله سوم: در این مرحله کلیه اقدامات از لحاظ پایداری و عملکرد آنها و ثبت صدمات و خسارات وارده به سازه ها بررسی و فرم شماره (۳) که بیشتر مربوط به وضعیت اقدامات و فعالیت اجرا شده طرح می باشد تکمیل و در گزارش آورده می شود. در مرحله بعد داده ها و اطلاعات جمع آوری شده جمع بندی (فرمهای شماره ۳ و ۲) و نتایج حاصل از عملکرد طرح آبخیزداری، کارائی یا عدم کارائی با توجه به اهداف تعیین شده مشخص می شود. همچنین میزان فرسایش و درآمد اقتصادی حاصل از این پروژه نیز مورد ارزیابی قرار می گیرد که در قسمت زیر پروژه محاسبه شده است. مرحله چهارم: با جمع بندی داده ها و مشخص کردن تناقض های عملیات پیش بینی شده و یا اجرا شده از طریق تعیین موارد تناقض و تطابق با استفاده از تجزیه و تحلیل داده های فرمهای شماره ۳ و ۲ موفقیت هر یک از عملیات مکانیکی و بیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفته که در جداول مربوط به فرم شماره ۳ آورده شده است. مرحله پنجم: جمع بندی نتایج و ارائه گزارش نهایی در قالب تعیین نقاط ضعف و قوت طرحهای آبخیزداری اجرا شده و راهکارهای رفع مسائل و مشکلات طرحها در مراحل تدوین و اجرا و معرفی مناسب ترین ملاکها و معیارهای ارزیابی عملکرد طرحهای آبخیزداری و در نهایت با مقایسه کارایی و یا عدم کارایی هر یک از معیارهای پیش بینی شده در فرمهای مربوطه مورد بحث و بررسی قرار می گیرد و ارتقا بهره برداری از اراضی و پایداری آب و خاک به منظور ارائه الگوی مطلوب گزینه مدیریتی در حوزه های آبخیز استان گیلان مشخص می گردد.

نتایج و بحث

کاربرد عملیات آبخیزداری در حفظ آب و خاک هم از نظر علمی، اقتصادی، اجتماعی اهمیت اساسی دارد. در اکثر کشورها نوع سازه و انتخاب صحیح آن و اقدامات مکانیکی و بیولوژیکی با شرایط عرصه، نقش مهمی در حفظ آب و خاک دارد. دقت ناکافی در انتخاب سازه و عدم انطباق محل اجرای آن بدون توجه به مشخصات



پیش بینی شده، ترکیب سازه ها و اقدامات بیولوژیکی و نگهداری و مراقبت نه تنها باعث جلوگیری از فرسایش نشده بلکه موجب تخریب نیز می گردد. Brown (۱۹۴۴) در مطالعات خود تحت عنوان مهار رسوب برای جلوگیری از پر شدن سدهای مخزنی که زیر نظر انجمن آبخیزداری آمریکا انجام داده است، به این نکته تأکید دارد که سازه های فنی و مکانیکی که او تحت عنوان نام Watershed Structural Measures استفاده نموده است هنگامی می توانند در مهار فرسایش و حمل رسوب موثر واقع شوند که شرایط زیر در طراحی و احداث و نگهداری آنها رعایت شده باشند. الف-منطبق با ویژگیهای حوزه های آبخیز باشند. برای دستیابی به این امر انجام مطالعات برای شناخت ویژگیهای توپوگرافی، فیزیوگرافی، زمین شناسی، آب و هوا و بهره برداران رایج و متداول منابع آب و خاک، وضعیت اقتصادی و اجتماعی الزامی است. ب-سازه های انتخابی که منطبق با ویژگیهای حوزه آبخیز می باشند بدرستی و با رعایت اصول فنی و مهندسی طراحی شده باشند. ج-سازه های طراحی شده منطبق با مشخصات هر یک از آنها به مرحله اجرا درآمده باشند. د- عملیات فنی و مهندسی با اقدامات بیولوژیک تلفیق شده باشند. ه- سازه های تنها از بعد مبارزه با فرسایش خاک و هدررفت آب مد نظر قرار نگرفته و دارای اثرات و پیامدهای متفاوت باشند به طوری که ساکنین آبخیزها از دستاوردهای آنها در کوتاه مدت و برای رفع مسائل و معضلات خود بهره مند شوند. و- سازه ها از نظر اجرایی ساده بوده و قابل فهم و اجرا توسط ساکنین آبخیزها بوده و از نظر اقتصادی با درآمد آبخیزنشینان منطبق بوده و با راهکارهای عملی برای تأمین هزینه های مورد نیاز پیش بینی شده باشند. ز- شیوه های نگهداری از اقدامات انجام شده توسط آبخیزنشینان از پیش طرحها و امکانات و نیازها قابل تأمین و پیش بینی شده باشند. اگر مدیریت و عملکرد بر روی حوضه های آبخیز اطراف و پشت سد صورت نپذیرد در آینده ای نه چندان دور شاهد مشکلات اساسی از لحاظ منابع آبی کشاورزی در منطقه و تولید نیروی برق در استان خواهیم بود. لذا بایستی تدابیر خاص و برنامه های اساسی در مورد حوضه های آبخیزداری به شکل قابل قبولی اجراء شود که می توان به کاهش مقدار فرسایش خاک و رسوب برآورد شده از $10/3$ تن در هکتار به $3/4$ تن در هکتار اشاره نمود. با توجه به شرایط موجود عملکرد کلی برآورد شده نشان می دهد که اگر مدیریت بهتری اعمال می شد در تمامی مراحل مطالعه، اجرا، حفاظت و مرمت میزان عملکرد بالاتر از این می توانست. ارزیابی نتایج در مرحله اقدامات فنی و مکانیکی نشان میدهد که بین عملیات های پیش بینی شده و به اجرا درآمده، سازه های مکانیکی اختلاف معنی داری وجود دارد، چنانکه بین سد گابیونی $76/84$ درصد، بندهای خاکی $83/53$ درصد و سد چپری $41/5$ درصد تفاوت را می توان مشاهده نمود. در ارتباط با خشکه چین بایستی اشاره کرد که مطالعات پیش بینی شده این سازه موجود نبود ولی در عرصه اجرا گردیده و کلیه اطلاعات آن در اقدامات صحرائی برداشت و اندازه گیری شده است. با توجه به اهداف اجرایی عملیات از طرف مدیریت آبخیزداری استان و ارزیابی بعمل آمده از سازه های مکانیکی می توان کنترل رسوبات آبخیز و جلوگیری از وارد شدن رسوبات به دریاچه سد سفیدرود و نیز کنترل و پیشگیری سیل بمنظور جلوگیری از تلفات خاک و خسارات وارده به روستائیان را مثبت ارزیابی شد. در ارزیابی به عمل آمده منطقه جمال آباد لوشان در مقایسه (مطالعات و اجرا)، ۱- وسعت پیش بینی شده برای بذرکاری 465 هکتار بوده که 350 هکتار اجرا شده است و $24/7$ درصد تفاوت کاری بین پیش بینی و اجرا دیده می شود. میزان موفقیت بذرکاری در منطقه مورد نظر $75/3$ درصد بوده است. بذرکاری در کلیه نقاط انجام شده اما بدلیل قرق نبودن منطقه، پوشش گیاهی و زادآوری ضعیف بوده است. ۲- وسعت در نظر گرفته شده برای نهالکاری 150 هکتار پیش بینی شده بود که 50 هکتار آن اجرا گردیده است و $66/7$ درصد تفاوت کاری پیش بینی و اجرا دیده می شود. کاشت



زیتون در بانکت ها هم جزء نهال کاری محسوب می شود که بدلیل وجود سیستم آبیاری قطره ای عملکرد مطلوبی داشته است. نهال کاری در داخل بانکت ها به طور صحیح اجرا شده اما به دلیل بی توجهی در نگهداری در مدت معین به محصول نشتسته است. میزان موفقیت نهالکاری در عرصه مورد نظر ۳۳/۳ درصد بوده است. ۳- وسعت پیش بینی شده برای بوته کاری ۵۰ هکتار است که ۳۰ هکتار آن اجرا شده است. تفاوت کاری بین پیش بینی و اجرا هم ۴۰ درصد می باشد. میزان موفقیت بوته کاری در منطقه مورد مطالعه ۶۰ درصد بوده است که بعلت عدم توجه در حفاظت و نگهداری به مرحله زادآوری نرسیده است در صورتی که روش کار و اجرای آن صحیح بوده است. بر اساس تلفیق نتایج حاصل از بررسی عملیات بیولوژیکی نشان می دهد، بین عملیات پیش بینی شده و اجرا درصد تفاوت را می توان مشاهده نمود. در مقایسه فاکتورهای پوشش گیاهی از لحاظ ظرفیت و وضعیت پوشش از صفر درصد واحد دامی (قبلی) به ۰/۲ واحد دامی (فعلی) رسیده است. مقدار تولید علوفه ۳۷ کیلوگرم در هکتار در یک دوره ۴ ماهه بدست آمده است و وضعیت پوشش از خیلی فقیر به حد فقیر و متوسط رسیده است. گرایش پوشش گیاهی قبلاً منفی و در حال حاضر مثبت ارزیابی گردیده است. مقایسه و ترکیب تراکم پوشش گیاهی قبلاً در کلاس ۳ (وضعیت بد) بوده به کلاس ۲ تبدیل شده است و تراکم پوشش از ۵۰-۲۵ به ۶۰-۳۰ رسیده است. نتایج و درصد موفقیت عملیات بیولوژیکی اجرا شده: درصد، نهال کاری ۳۳/۳ درصد، بوته کاری ۶۰ درصد، بذرکاری ۷۵/۳ درصد در حوضه مورد نظر می باشد. لذا با توجه به اهداف اجرای عملیات از طرف مدیریت آبخیزداری استان و ارزیابی بعمل آمده از اقدامات بیولوژیکی در طرح می توان کنترل رسوب آبخیز و جلوگیری از وارد شدن رسوبات به دریاچه سد سفیدرود و نیز کنترل و پیشگیری سیل بمنظور جلوگیری از تلفات خاک و خسارات وارده به روستائیان را مثبت ارزیابی کرده همچنین به کاهش رسوبات از ۱۰/۳ به ۵/۷۵ تن در هکتار اشاره نمود.

منابع

- قدوسی، جمال، ۱۳۸۱، گفتگو، نشریه داخلی علمی و پژوهشی
- گلرنگ، محمد، ۱۳۷۶، بررسی عملیات آبخیزداری در حوزه سد لار
- مدیریت آبخیزداری، ۱۳۷۲، گزارش طرح تفضیلی آبخیزداری حوزه آبخیز جمال آباد
- معدنچی، پیمان، ۱۳۸۱، بررسی تلفیق روشهای مکانیکی و بیولوژیکی در کاهش رواناب و رسوب اراضی مرتعی، مجموعه مقالات ارائه شده در اولین گردهمایی طرحهای انجام شده با کرتهاهای فرسایشی، ص ۹۲-۸۲
- نجفی نژاد، علی، ۱۳۷۶، راهنمای آبخیزداری، انتشارات دانشگاه گرگان
- Comprehensive Watershed Management 1998.Prc. International Conf on Comprehensive Watershed Management.1998.Bijieng.China.
- Onal-H.,Algozin-KA,Isik-M,Hornbaker-RH.1998.Economically efficient watershed mnagement with environmental impact and income distribution goals.
- Pawar-PB.1998.Prospect and problems in use of vetiver for watershed management in sub mountain and scarcity zones(Maharashtra,India).
- Ranade,R.1996.Predicting run off from vertisols of malwa region (india),crop Res:9-16
- Hallsworth,E.G. 1987. Anatomy, physiology and psychology of erosion. John wiley & Sons Network N.V
- Hurngjyuhn, W. Suchern, H. chiehchich., K. Wang,H .Kao-c.c.1998.An economic evaluation of two watershed management practices in Taiwan



جمع آوری آب باران و افزایش ذخیره رطوبتی خاک در باغات دامنه‌ای مناطق خشک و نیمه خشک

محمد نکویی مهر^۱، حیدر غفاری^۲

۱- هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری

۲- دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران

مقدمه

بخش بزرگی از کشور ما را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهند. در این مناطق کمبود رطوبت ذخیره شده در خاک، بارندگی محدود و نامنظم از عوامل اصلی در کاهش تولیدات گیاهی می‌باشد. بیشتر بارندگی در این مناطق زمانی رخ می‌دهد که گیاه در خواب بوده (اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار) و نیازی به آب ندارد. در حالیکه در فصل رشد گیاه تحت تنش خشکی قرار گرفته و منجر به کاهش و ناپایداری تولید می‌گردد (لی و گنگ، ۲۰۰۲). تحقیقات چند سال گذشته نشان می‌دهد که برخی تکنیکهای عملی جمع‌آوری باران (لی و همکاران، ۲۰۰۰؛ ۲۰۰۲؛ ۲۰۰۷) و آبیاری تکمیلی می‌تواند برای بهبود عملکرد محصول و پایداری تولید اکوسیستمهای کشاورزی مفید می‌باشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۷). کاربرد سامانه‌های آبیگر باران در مقیاس‌های کوچک و بزرگ مبنی بر حصول و تمرکز رواناب برای استفاده گیاه از جمله این تکنیکها بشمار می‌رود که کارایی آن در مناطق مختلف جهان گزارش شده است (ریچ و همکاران ۱۹۸۸؛ وانگ و همکاران ۲۰۰۹؛ ژانگ و همکاران ۲۰۱۳). برای مثال لی و همکاران (۲۰۰۰؛ ۲۰۰۲) و تیان و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که سیستم جمع‌آوری آب باران سیستم جمع‌آوری آب بشکل جوی و پشته‌ای براحتی قابل اجراست و عملکرد محصول را بهبود می‌بخشد. کارایی این تکنیک به مقدار بارندگی در طول فصل رشد محصول بستگی دارد. لی و همکاران (۲۰۰۰) اثر سامانه آبیگر باران و مالچ را بر عملکرد ذرت و همچنین اثرات نسبتهای مختلف جوی و پشته بر کارایی حصول آب باران بررسی کردند. آنها دریافتند که کاربرد مالچ سطحی به همراه سامانه‌های سطوح آبیگر توانست بطور قابل توجهی عملکرد ذرت و کارایی آب را افزایش دهد. نسبت‌های مختلف جوی و پشته بر عملکرد ذرت تاثیرگذار بود اما تاثیر محسوسی بر کارایی مصرف آب نداشت. با این حال در مناطقی که در تمام طول فصل رشد گیاه بارندگی وجود ندارد ممکن است کاربرد این نوع سیستم‌ها به تنهایی و بدون آبیاری تکمیلی پاسخگوی نیاز گیاه نباشد. مهمترین مزیت این نوع سامانه‌ها، سادگی، کم هزینه بودن، تکرار پذیر بودن، کارآمد و قابل تعدیل بودن آنها می‌باشد (ریچ و همکاران ۱۹۸۸). استفاده از سامانه‌های سطوح آبیگر باران و سنگ ریزه‌ای پوشش سنگ ریزه‌ای از جمله این اقدامات می‌باشند. استفاده از پوشش سنگ ریزه‌ای بمنظور جلوگیری از تبخیر و حفظ رطوبت خاک در مناطق کم باران بطور گسترده در سراسر جهان گزارش شده است (لی و همکاران ۲۰۰۰؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۱). مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد پوشش سنگ ریزه‌ای در کاهش تبخیر و رواناب و همچنین بهبود نفوذ آب و دمای خاک موثر می‌باشد (رانندی و همکاران، ۱۹۹۷؛ لی و همکاران، ۲۰۰۰). نظر به این که وسعت قابل توجهی از کشور را مناطق خشک و نیمه خشک به خود اختصاص داده، لذا به کارگیری علمی سیستم‌های استحصال نزولات جوی، افزایش تولید در باغات دیم را تا سطحی بالاتر از ۲۰ درصد امکان پذیر خواهد ساخت (حسینی و همکاران ۱۳۸۶). هدف از این پژوهش، ترکیب سامانه‌های سطوح آبیگر باران کوچک و فیلتر سنگ ریزه‌ای برای بهینه سازی نفوذ آب و ذخیره رطوبتی خاک و تامین



بخشی از نیاز آبی درخت بادام در اراضی دامنه در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد.

مواد و روشها

این طرح در قطعه زمینی با وسعت تقریبی یک هکتار در محدوده ایستگاه قلعه قارک (وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری) واقع در شهرستان شهرکرد در سال ۱۳۸۷ بمنظور بررسی کاربرد سامانه های سطوح آبیگیر و نقش فیلتر سنگ ریزه ای در بهبود ذخیره رطوبتی خاک در باغات اراضی دامنه اجرا گردید. اقلیم منطقه طبق روش آمبرژه نیمه خشک سرد، میانگین سالیانه بارندگی منطقه با استفاده از داده های ایستگاه هواشناسی تحقیقات کشاورزی فرخ شهر، ۳۲۰ میلیمتر و ارتفاع از سطح دریا ۲۱۶۲ متر می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

EC dS/m	pH	K _s cm/h	D _b g/cm ³	ماده آلی (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	عمق (cm)
۰/۴۸	۷/۶	۱/۴۲	۱/۴۸	۰/۶۷	۱۹	۴۸	۳۳	۲۵
۰/۴۹	۷/۶	۱/۳۱	۱/۴۶	۰/۵۷	۲۷	۴۵	۲۸	۵۰
۰/۵۱	۷/۷	۱/۳۷	۱/۵۲	۰/۳۸	۳۵	۴۲	۲۳	۷۵

سامانه های سطوح آبیگیر در پنج تیمار شامل شاهد، جمع‌آوری پوشش گیاهی و سنگریزه سطح سامانه با و بدون فیلتر سنگریزه‌ای، عایق پلاستیکی با و بدون فیلتر سنگریزه‌ای هر کدام با ابعاد یکسان ۴×۳ متر در ۵ تکرار در اراضی دامنه با شیب ۲۰٪ احداث گردید. سه رقم بادام شامل ربیع، مامایی و شاهرود انتخاب شد و نهال آنها در سال ۱۳۸۷ در پایین دست هر سامانه کشت گردید. فیلترهای سنگریزه ای با استفاده از لوله هایی از جنس PVC با قطر ۲۰ سانتیمتر و ارتفاع ۵۰ سانتیمتر ساخته شد و قسمت پایین آنها بمنظور نفوذ افقی آب مشبک گردید و تعداد ۲ عدد در پای هر نهال نصب گردید. همچنین بمنظور اندازه گیری رطوبت خاک، در کنار هر نهال یک لوله شیشه‌ای مخصوص TDR به ارتفاع ۷۵ سانتیمتر کار گذاشته شد. به منظور اندازه‌گیری رواناب تولید شده توسط هر سامانه، تعداد ۹ سامانه شامل شاهد، جمع‌آوری پوشش گیاهی و سنگریزه سطح سامانه و عایق پلاستیکی با سه تکرار در مجاورت منطقه ساخته شد و در پایین دست هر کدام یک مخزن برای جمع‌آوری رواناب تعبیه گردید و بلافاصله بعد از هر واقعه بارندگی مقدار رواناب تولید شده اندازه‌گیری شد. بر اساس گزارشات هواشناسی استان رطوبت خاک قبل از هر بارندگی و یک روز پس از آن در هر کدام از تیمارها توسط داده بردار رطوبت خاک (TDR) در اعماق ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتیمتری اندازه‌گیری شد. همچنین مشخصات هر بارندگی شامل مدت و مقدار نیز از ایستگاه هواشناسی فرخ‌شهر واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی تهیه گردید. شاخص‌های گیاهی شامل قطر یقه، ارتفاع گیاه و سطح پوشش تاج سالانه در انتهای هر فصل رویش تعیین گردید. نتایج طرح در دو بخش تجزیه و تحلیل شدند: (۱) نقش سامانه‌های سطوح آبیگیر و نقش فیلتر سنگریزه‌ای در تولید رواناب و افزایش نفوذ و ذخیره رطوبتی خاک و (۲) اثر سامانه‌های مختلف سطوح آبیگیر و فیلتر سنگریزه-

ای در رشد و نمو درخت بادام. نتایج آزمایش بشکل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل گردید.

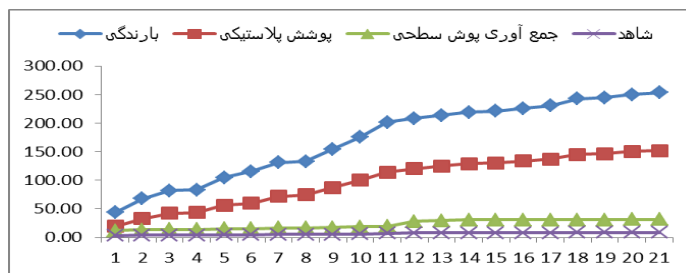


شکل ۱- جمع آوری رواناب و نصب فیلتر شنی در پای هر نهال.

نتایج و بحث

استحصال آب باران

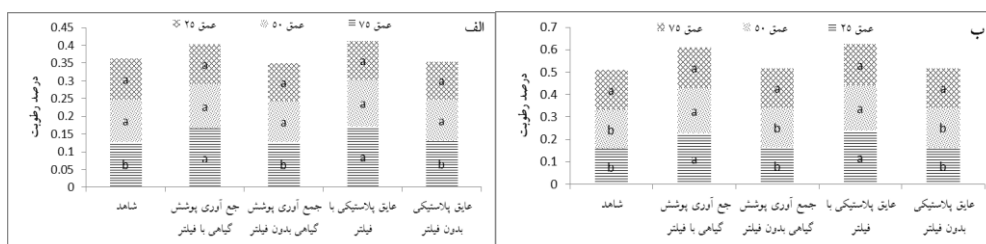
طی سال‌های آبی ۸۸-۸۹ و ۸۹-۹۰ تعداد ۲۱ واقعه بارندگی منجر به تولید رواناب در سامانه‌های سطوح آبخیز ثبت گردید. ارتفاع تجمعی بارش باران در این دو سال ۲۵۰ سانتیمتر گزارش گردید. نتایج نشان می‌دهد از این تعداد بارندگی در تیمار شاهد تعداد ۱۰ رخداد و در تیمار جمع آوری پوشش سطحی ۱۳ رخداد به ترتیب ۸ و ۳۱ میلیمتر رواناب تولید گردید. اما در تیمار پوشش پلاستیکی تمام ۲۱ رخداد مقدار ۱۵۲ میلیمتر رواناب تولید شد. ارتفاع تجمعی باران و رواناب تولید شده در نمودار (۱) نشان داده شده است. متوسط کارایی پوشش پلاستیکی در تولید رواناب (نسبت رواناب به بارندگی) حدود ۶۰٪ بدست آمد. در حالیکه این پارامتر در تیمار جمع آوری پوشش سطحی و شاهد به ترتیب ۱۲٪ و ۳٪ می‌باشد. معادلات رگرسیون بین مقدار بارندگی و تولید رواناب برای هر تیمار نشان داد حد آستانه شروع رواناب برای سطوح عایق، جمع آوری پوشش سطحی و پوشش طبیعی به ترتیب بارش‌هایی با مقادیر حدود ۱، ۵ و ۷ میلیمتر بدست آمد. از طرف دیگر بررسی درصد فراوانی بارش‌های روزانه ایستگاه هواشناسی فرخشهر طی یک دوره سیزده ساله نشان می‌دهد که ۶۸ درصد فراوانی بارش‌های روزانه، مربوط به بارش‌های کمتر از ۵ میلیمتر می‌باشد. بنابراین استفاده از پوشش پلاستیکی در این منطقه به عنوان تکنیکی مناسب و کارآمد برای جمع آوری آب باران‌های کم عمق توصیه می‌گردد. این نتایج با یافته‌های مطالعات انجام شده در استان زنجان مطابقت دارد [۳]. متوسط حجم رواناب سالانه تولید شده در تیمارهای شاهد، جمع آوری پوشش سطحی و عایق به ترتیب برابر ۶۲/۵، ۱۸۰/۴ و ۸۱۴/۳ لیتر می‌باشد. به این ترتیب در هر سال از هر متر مربع سطح عایق پلاستیکی، به طور متوسط ۶۷/۲ لیتر آب استحصال شده است. این یافته نشان می‌دهد که استفاده از سطوح عایق می‌تواند نقش مهمی در استحصال آب باران و جمع آوری حجم آب کافی در راستای اهداف مختلف آبخیزداری ایفا نماید.



شکل ۲- ارتفاع بارندگی و رواناب تولید شده در هر سامانه آبخیز

افزایش ذخیره رطوبتی خاک

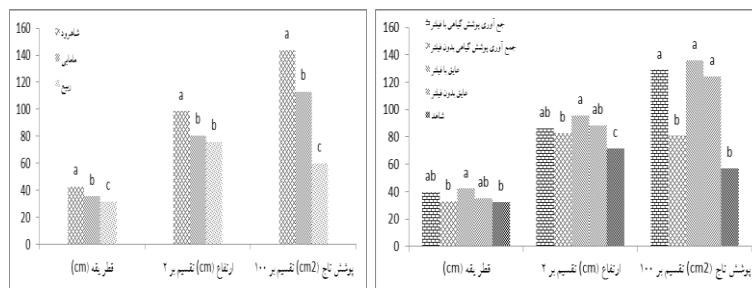
در سال زراعی ۹۱-۹۰ تعداد ۷ رخداد بارندگی منجر به رواناب در ماههای اسفند، فروردین و اردیبهشت ثبت گردید. رطوبت خاک قبل و بعد از هر بارندگی توسط دستگاه TDR در اعماق مختلف (۱۵، ۵۰ و ۷۵ سانتیمتر) اندازه‌گیری گردید. نتایج تجزیه واریانس رطوبت اندازه‌گیری شده بعد از بارندگی در اعماق مختلف حاکی از آن است که اثر سامانه و فیلتر سنگریزه‌ای در افزایش نفوذ و ذخیره رطوبتی خاک در اعماق ۵۰ و ۷۵ سانتیمتری معنی دار است ($p < 0.01$). بطوریکه رطوبت در این اعماق در سامانه‌های آبخیز دارای فیلتر سنگریزه‌ای در مقایسه با سامانه‌های بدون فیلتر و شاهد بطور معنی دار بیشتر بود. این نتیجه بیانگر نقش فیلتر سنگریزه‌ای در نفوذ عمقی آب و جلوگیری از تبخیر آن و در نتیجه افزایش ذخیره رطوبتی خاک می‌باشد (رانندی و همکاران ۱۹۹۷). خیو-ین لی (۲۰۰۰) نیز در مطالعه خود بیان کردند در ماههایی از سال که بارندگی زیاد بود، در پلاتهای دارای پوشش پلاستیکی (روی پشته‌ها) و پوشش سنگریزه‌ای (درون کرت) رطوبت بیشتری ذخیره گردید. با توجه به گنجایش تبخیر بالای منطقه مورد مطالعه، بافت سنگین خاک و در نتیجه نفوذپذیری کم و همچنین غالب بودن بارندگیهایی با مقدار و شدت کم، استفاده از پوشش پلاستیکی برای جمع‌آوری آب باران و فیلتر سنگریزه‌ای برای نفوذ آب به اعماق می‌تواند راهکاری مناسب و کارآمد به منظور افزایش ذخیره رطوبتی خاک برای تامین بخشی از نیاز آبی درختان مثمر در اراضی شیبدار می‌باشد.



شکل ۲- تاثیر سامانه‌های آبخیز و فیلتر سنگریزه‌ای بر ذخیره رطوبتی خاک. الف) قبل از بارندگی ب) بعد از بارندگی

تاثیر سامانه آبخیز باران و فیلتر سنگ ریزه‌ای بر شاخص‌های رشد و نمو بادام نتیجه تجزیه و تحلیل شاخص‌های گیاهی نشان می‌دهد شاخص‌های گیاهی اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، قطر یقه و سطح پوشش تاج درخت در پلاتهای دارای پوشش پلاستیکی و فیلتر سنگریزه‌ای بطور معنی داری بیشتر بود. بطور کلی شاخص‌های گیاهی با نتایج ذخیره رطوبتی مربوط به هر سامانه سازگار است. پوشش پلاستیکی و فیلتر سنگریزه‌ای علاوه بر افزایش ذخیره رطوبتی، بطور غیر مستقیم باعث بهبود دمای خاک و

فعالیت میکروارگانیسم ها می‌شوند (خیو-یان لی، ۲۰۰۰). بین رقم های مختلف نیز رقم شاهرود با رشد بیشتر به عنوان رقم مناسب منطقه انتخاب گردید. در سالهای بعد عملکرد میوه آنها نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



شکل ۳- نقش سامانه و فیلتر سنگریزه‌ای بر رشد و نمو (ب) مقایسه رشد و نمو ارقام مختلف بادام

منابع

- حسینی، م. ۱۳۸۶. بررسی روش های کاهش تبخیر از سطح خاک سامانه های سطوح آبگیر لوزی شکل در استان تهران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، ۳۶ ص.
- Li, X.-Y., 2003. Gravel-sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. *Catena* 52 (2), 105-127.
- Li, X., Su, D., Yuan, Q., 2007. Ridge-furrow planting of alfalfa (*Medicago sativa* L.) for improved rainwater harvest in rainfed semiarid areas in Northwest China. *Soil Tillage Res.* 93, 117-125.
- Li, X.Y., Gong, J.D., 2002. Compacted microcatchments with local earth materials for rainwater harvesting in the semiarid region of China. *J. Hydrol.* 257, 134-144.
- Li, X.Y., Gong, J.D., Wei, X.H., 2000. In situ rainwater harvesting and gravel mulch combination for corn production in the dry semi-arid region of China. *Arid Environ.* 46, 371-382.
- Li, X.Y., Gong, J.D., Gao, Q., Li, F., 2001. Incorporation of ridge and furrow method of rainfall with mulching for crop production under semiarid conditions. *Agric. Water Manage.* 50, 173-183.
- Tian, Y., Su, D., Li, F., Li, X., 2003. Effect of rainwater harvesting with ridge and furrow on yield of potato in semiarid areas. *Field Crops Res.* 84 (3), 385-391.
- Li, X.Y., Gong, J.D., Wei, X.H., 2000. In situ rainwater harvesting and gravel mulch combination for corn production in the dry semi-arid region of China. *Arid Environ.* 46, 371-382.
- Reij, C., Mulder, P. & Begeman, L. (1988). *Water harvesting for plant production*. World Bank Technical paper 91. Washington: World Bank. 123 pp.
- Roundy, B.A., Abbolt, L.B. & Livingston, M. (1997). Surface soil water loss after summer rainfall in a semidesert grassland. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 11: 49-62.
- Wang, Y., Xie, Z., Malhi, S.S., Vera, C.L., Zhang, Y., Wang, J., 2009. Effects of rainfall harvesting and mulching technologies on water use efficiency and crop yield in the semi-arid Loess Plateau. China. *Agric. Water Manage.* 96 (3), 374-382.
- Zhang, J., Sun, J., Duan, A., Wang Jinglei, S.X., Liu, X., 2007. Effects of different planting patterns on water use and yield performance of winter wheat in the Huang-Huai-Hai plain of China. *Agric. Water Manage.* 92, 41-47.
- S. Zhang, Carmi, G., Berliner, P., 2013. Efficiency of rainwater harvesting of microcatchments and the role of their design. *Journal of Arid Environment.* 95, 22-29.



ارزیابی هیدرولوژی ایزوتوپی تالاب‌های استان گیلان با استفاده از مدل‌سازی

ایزوتوپهای پایدار اکسیژن-۱۸ و دوتریوم

میر احمد موسوی شلمانی^۱، علی خراسانی^۲، نجات پیرولی بیرانوند^۱، اعظم برزویی^۳، ابراهیم مقیسه^۳، علی شیرزادی گلزار^۲، و نازنین پورمحمد^۲

۱- مربی (دانشجوی دکتری تخصصی) پژوهشکده توسعه کاربرد پرتوها (پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای)

۲- کارشناس پژوهشکده توسعه کاربرد پرتوها

۳- استادیار پژوهشکده توسعه کاربرد پرتوها

مقدمه

علی‌رغم بارندگی فراوان در نوار باریک از اراضی واقع در امتداد خط ساحلی (بین دریای خزر و رشته کوه البرز)، حتی در این بخش نیز در طول ماه‌های گرم تابستان، کمبود آب برای آبیاری مزارع برنج غرقابی ملاحظه می‌شود. در این رابطه، آبگیرهای طبیعی می‌تواند گزینه مناسب برای نگهداری، ذخیره و استفاده از آب در شرایط گرم سال به شمار رود. در استان گیلان یکی از مهم‌ترین انواع مخازن ذخیره‌سازی آب، تحت عنوان آب‌بند نام گذاری شده است. این منابع تعدادی از تالاب‌های طبیعی و یا آبگیرهای ساخته دست بشر را شامل می‌گردد. این مخازن کم عمق، در اندازه‌های مختلف از ۳ تا ۱۰۰۰ هکتار، به عنوان آب‌انبار موقت تامین آب برای آبیاری مزارع برنج در طول فصل گرم سال کاربری یافته است. تحقیقات اخیر توسط سازمان محیط زیست نشان می‌دهد که هم اکنون حدود ۲۱۶۰ آب‌بند در استان گیلان وجود دارد که در مجموع ۸۳۵۳ هکتار اراضی را تحت پوشش قرار می‌دهد. یکی از مهم‌ترین مشکلات آب‌بندها، ظرفیت ذخیره‌سازی کم آب و کیفیت شیمیایی نامناسب آنها از نظر ملاحظات زیست محیطی است. در این راستا، مطالعات هیدرولوژی ایزوتوپی می‌تواند با ثبت داده‌های توده‌ای آب و شناسایی تعادلات آن، کاربرد کمی و کیفی این منابع ذخیره‌سازی آب را در حوزه‌های آبریز افزایش دهد. Wassenaar و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار هیدروژن و اکسیژن منابع آب دریاچه‌های مختلف در غرب کانادا را ارزیابی نمودند. آنها گزارش کردند که ^{18}O و ^2D موجود در آب‌های سطحی از مقادیر متوسط بارش‌های سالانه بیشتر بوده است. این امر نشان دهنده انجام فرایند تبخیر در سطح حوزه آبریز در آب‌های سطحی منطقه می‌باشد. Ogrinc و همکاران (۲۰۰۸) با اندازه‌گیری ایزوتوپ‌های پایدار ^{18}O و ^2D در آب باران و رودخانه‌ها، مسیر هیدرولوژیکی حوزه آبریز و زمان بازداری را در اسلوونی مورد مقایسه قرار دادند. آنها گزارش کردند که آب رودخانه‌های موجود در مناطق کوهستانی بالادست، به علت ارتفاع بالاتر ناحیه تغذیه، درجه حرارت پایین‌تر و مقدار بارش بیشتر، از نظر ^{16}O غنی می‌گردد. Jonsson و همکاران (۲۰۰۹) شاخص‌های ایزوتوپی در دریاچه‌های قطبی شمال سوئد را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. آنها گزارش کردند که این دریاچه‌ها عمدتاً توسط آب‌های زیرزمینی کم عمق تغذیه می‌شوند و فرایند تبخیر نیز تاثیر جزئی در بارش‌های منطقه‌ای باران بر جا می‌گذارد. در این رابطه، برای ارزیابی کیفیت و کمیت ذخیره‌سازی آب و ترکیب شیمیایی آب آبیاری، در راستای کاربری بلند مدت آن در تولید محصولات کشاورزی، ۳۰ آب‌بند در شمال ایران انتخاب شد. هدف از مطالعه حاضر استفاده از ایزوتوپ‌های اکسیژن و هیدروژن در بررسی تغییرات فصلی ^{18}O و ^2D در ارتباط با خواص شیمیایی و هیدروبیولوژیکی آب تالابها و مدل‌سازی پارامترهای موثر در پیش‌بینی ترکیبات ایزوتوپی آب آب‌بند در فصول مختلف، توسط آزمون رگرسیون خطی چندمتغیره بوده است.



مواد و روشها

آزمایش در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در ۳۰ آب‌بند در استان گیلان (۴ آب‌بند رشت، ۷ آب‌بند آستانه، ۳ آب‌بند لاهیجان، ۲ آب‌بند سیاهکل، ۶ آب‌بند لنگرود، ۶ آب‌بند املش و ۲ آب‌بند رودسر) به مختصات جغرافیایی X: ۳۶۸۳۷۶ تا ۴۳۳۵۸ و Y: ۴۱۰۴۳۷۰ تا ۴۱۳۹۵۲۲ انجام شد. ارتفاع متوسط حوزه آبریز با استفاده از منحنی-های طرح منظری عوارض نمایی^۱ و بر اساس مدل ارتفاع دیجیتال (۵۰×۵۰) DEM مترمربع سازمان نقشه-برداری کشور فراهم گردید. کلیه اطلاعات مربوط به آب و هوا، هیدرولوژی و فیزیوگرافی از ایستگاه‌های آب و هوایی مجاور آب‌بندهای مورد مطالعه جمع‌آوری شد. نمونه آب در سه فصل مختلف (بهار، تابستان و زمستان) جمع‌آوری گردید. تجزیه‌های شیمیایی آب، در آزمایشگاه گروه پژوهشی کشاورزی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران و تجزیه ایزوتوپی ($\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{D}$) نیز با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جرمی نسبت ایزوتوپی^۲ (IRMS) در مقیاس فراوانی طبیعی، توسط آزمایشگاه کشاورزی و بیوتکنولوژی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی انجام شد. در نهایت با استفاده از آزمون رگرسیون خطی چندمتغیره، مدل‌سازی تغییرات فصلی ایزوتوپ‌های پایدار ^{18}O و ^2D در آب‌بندهای انتخاب شده در استان گیلان انجام شد. در روش فوق با استفاده از رگرسیون گام به گام^۳، روابط بین متغیرهای مورد مطالعه با میزان $\delta^{18}\text{O}$ موجود در آب‌بند به عنوان تابع، به کمک نرم افزار SPSS به صورت جداگانه در فصول مختلف نمونه‌برداری (و همچنین برای کل داده‌ها) پس از آزمون چند متغیره برازش گردید.

نتایج و بحث

داده‌های ایزوتوپی نشان می‌دهد که آب‌بندها طیف وسیعی از مقادیر $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{D}$ (به ترتیب $-9/54\%$ تا $5/26\%$ و $-60/91\%$ تا $18/57\%$) را شامل گردیده است و این شاخص‌های ایزوتوپی توسط آب و هوا، هیدرولوژی و پارامترهای فصلی محلی تحت تاثیر قرار گرفته است. در شکل ۱ توزیع الگوی ایزوتوپی $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{D}$ آب‌بندها در فصول مختلف (زمستان، بهار و تابستان) ارائه گردیده است. داده‌ها موید این مطلب می‌باشد که در اغلب آب‌بندها، شاخص ایزوتوپی در فصل زمستان، پایین‌تر از فصول دیگر است. همانطور که ملاحظه می‌گردد ترکیب ایزوتوپی اغلب آب‌بندها در طی فصول بهار و تابستان، زیر خط بارندگی جهانی (GMWL) قرار گرفته است که این امر موید این مطلب می‌باشد که آب در این آبگیرها در این فصول تحت تاثیر تبخیر قرار دارد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که اکثر این آب‌بندها برای کاهش اثرات تبخیر در تابستان (با متوسط $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{D}$ به ترتیب برابر با $-4/08\%$ و $-29/05\%$) ورودی کافی آب دریافت نمی‌نمایند. شکل ۲ تغییرات فصلی $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{D}$ را در ۳۰ آب‌بند انتخاب شده در طول فصول مختلف سال نشان می‌دهد. همانطوری که ملاحظه می‌گردد در بسیاری از آب‌بندها مقدار $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{D}$ مشاهده شده در بهار کمتر از تابستان بوده است. البته بطور استثنا در آب‌بندهای ۲، ۱۲، ۱۴ و ۲۵ کاهش قابل توجهی در ایزوتوپ‌های سنگین از بهار به تابستان ملاحظه گردیده است. این امر نشان می‌دهد که احتمال اختلاط منابع آب در این حوزه‌ها وجود داشته و دلیل اصلی برای این فرایند، ورودی آب با مقادیر ایزوتوپی سبک از یک منبع سبک (مانند آب زیرزمینی) عنوان گردیده است. بررسی‌های به عمل آمده نشان داده است که کشاورزان در این مناطق با پمپاژ آب‌های

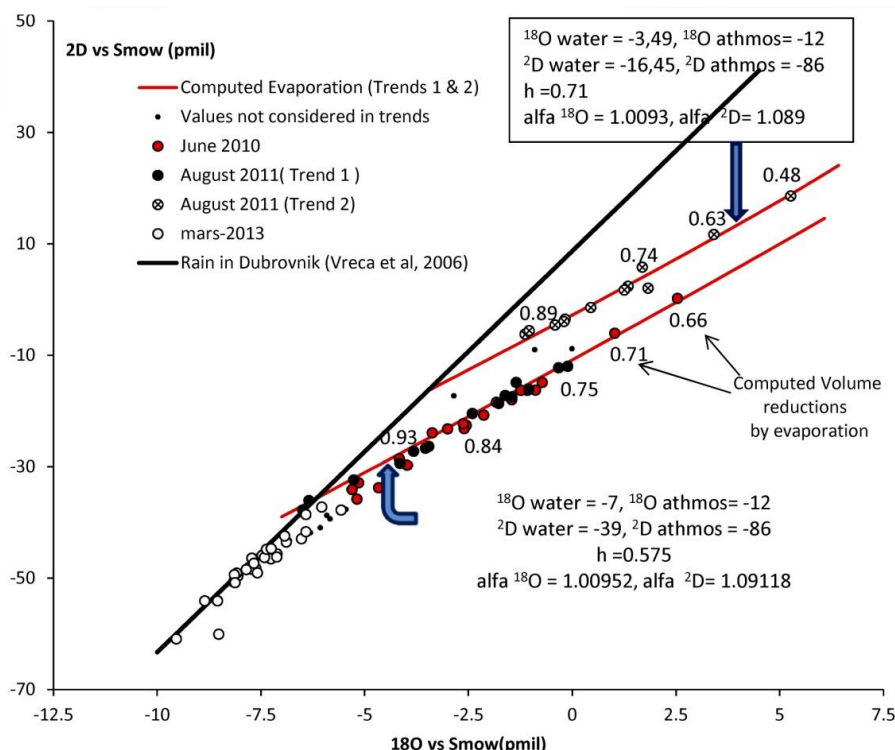
¹ - Hypsometric

² - Isotopic Ratio Mass Spectrometer (IRMS)

³ - Stepwise regression



زیرزمینی (به این آب‌بندها) سعی در برقراری مجدد سطح آب در حد بهینه کاربری نموده‌اند. در این راستا مقدار ورودی آب سبک به آب‌بندهای ۱۲ و ۲۵ بیش از ۲ و ۱۴ بوده و بدین ترتیب شاخص ایزوتوپی این آب‌بندها در فصل تابستان به سبکترین ارزش خود، معادل با سطح ایزوتوپی زمستانی رسیده است. داده‌ها همچنین نشان می‌دهند که ترکیب ایزوتوپی در آب‌بندهای شهرستان سیاهکل (۲۵ و ۲۶) دارای کمترین مقدار $\delta^{18}\text{O}$ و $\delta^2\text{D}$ (به ترتیب $-۵/۸۸\%$ و $-۳۵/۱۲\%$) بوده است.



شکل ۱- نمودار خطی تغییرات شاخص ایزوتوپی در ۳۰ آب‌بند استان گیلان در مقایسه با خط بارندگی جهانی

نتایج آزمون رگرسیون خطی چندمتغیره نشان می‌دهد بین متغیرهای وارد شده در مدل، با میزان $\delta^{18}\text{O}$ بیشترین ارتباط در فصل بهار وجود دارد و توانسته است ۶۳ درصد از تغییرات ^{18}O را در آب‌بندها توجیه نماید. در این فصل بین میزان فیتوپلانکتون موجود در آب، غلظت پتاسیم، مساحت حوزه آبریز و میانگین بارندگی سالیانه با مقادیر $\delta^{18}\text{O}$ یک رابطه خطی وجود دارد، به نحوی که با افزایش متغیرهای میزان فیتوپلانکتون، مساحت حوزه آبریز و میانگین بارندگی سالیانه، مقادیر $\delta^{18}\text{O}$ افزایش و با افزایش غلظت پتاسیم آب، این مقدار به شدت کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد فضولات پرندگان مهاجر یکی از منابع عمده تجمع پتاسیم در آب‌بندهای مورد مطالعه بوده است.

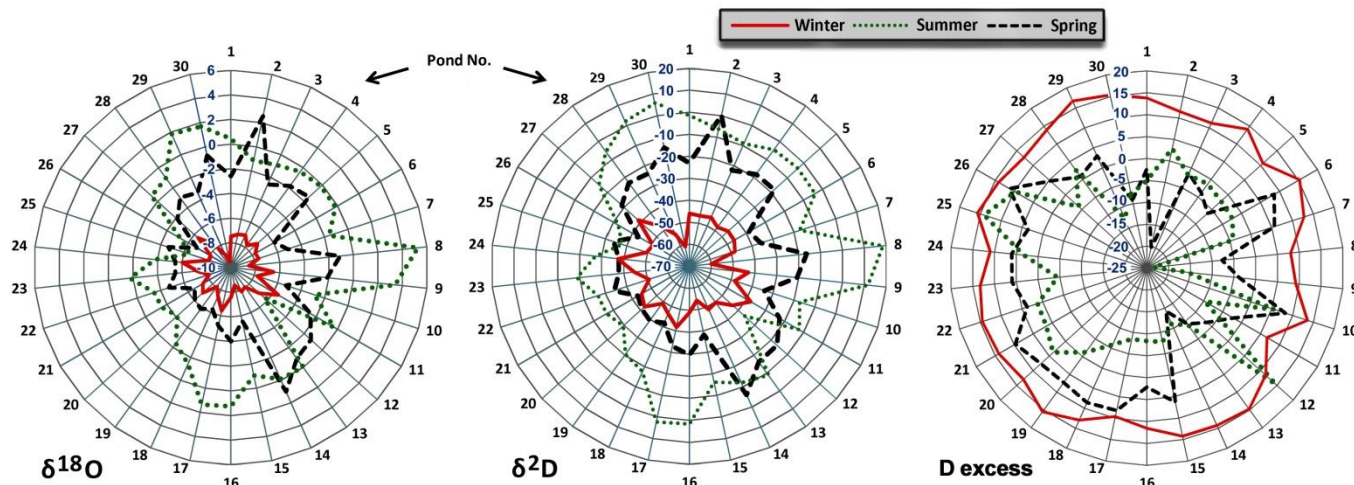
$$\delta^{18}O_{Spring} = -12.40 + 0.0058 PhC - 21.86 K + 0.0013 CA + 0.0065 AR$$

PhC: میزان فیتوپلانکتون موجود در آب (گرم بر متر مکعب)

K: غلظت پتاسیم در آب (میلی اکیوالان در لیتر)

CA: مساحت حوزه آبریز (هکتار)

AR: میانگین بارندگی سالیانه (میلی متر)



شکل ۲- تغییرات فصلی ایزوتوپ‌های ^{18}O و 2D در ۳۰ آب‌بند استان گیلان (واحد شعاع دایره: ارزش دلتا ‰)

با توجه به الگوی توزیع ایزوتوپی و نظر به نتایج آزمون رگرسیون خطی چندمتغیره می‌توان نتیجه‌گیری نمود که اولاً از حدود ۳۰ متغیر مورد مطالعه در آبگیرها، تنها چند مورد در شناسایی تغییرات ^{18}O و 2D می‌تواند مورد استفاده کاربردی قرار گیرد. ثانیاً در بین متغیرهای مورد مطالعه، میزان فیتوپلانکتون موجود در آب (به عنوان عامل مشترک) می‌تواند به عنوان شاخص بیولوژیکی در ارزیابی ^{18}O و یا 2D مورد استفاده قرار گیرد. ثالثاً جهت بررسی ^{18}O و یا 2D استفاده از نمونه‌های آب در بهار، به دلیل توجه بیشتر تابع توسط متغیرهای مورد مطالعه و وجود متغیرهای بیشتر در مقایسه با دو فصل دیگر پیشنهاد می‌گردد.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان به این نکته اشاره نمود که از طریق تجزیه و تحلیل اطلاعات در راستای بهینه‌سازی آب و عناصر غذایی در آینده‌های مختلف شمال ایران به ارائه پیش‌مدل ارزیابی ایزوتوپی نایل گردید. با این حال ارزیابی در مقیاس بزرگتر نیاز به جمع‌آوری اطلاعات بیشتر از کل حوزه‌های آبریز، ایجاد ارتباط قویتر بین داده‌ها و در نهایت مدل‌سازی در مقیاس وسیعتر دارد. لذا به منظور توسعه دانش در پیوند رویدادهای اقلیمی قدیم و جدید و برقراری ارتباط منسجم با معادلات جرم‌سنجی آب در حوزه‌های آبریز، به توسعه نمونه‌برداری‌های ایزوتوپی در خصوص باران، آب‌های زیرزمینی و برف (در طی فصول مختلف سال و در ارتفاعات متفاوت) نیاز خواهد بود.

منابع

- 1- Jonsson, C., Leng, M., Rosqvist, G., Seibert, J., Arrowsmith, C. 2009. Stable oxygen and hydrogen isotopes in sub-Arctic lake waters from northern Sweden, *Journal of Hydrology* 376: 143–151.
- 2- Ogrinc, N., Kanduc, T., Stichler, W., Vreč̃a, P. 2008. Spatial and seasonal variations in $d^{18}O$ and dD values in the River Sava in Slovenia, *Journal of Hydrology* 359: 303–312.



- 3- [Wassenaar, L.I., Athanasopoulos, P., Hendry, M.J.](#) 2011. Isotope hydrology of precipitation, surface and ground waters in the Okanagan Valley, British Columbia, Canada, *Journal of Hydrology* 411: 37–48.



تهیه نقشه تغییرات لندیوز و لندکاور حوضه آبخیز چهل گزی با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجنده TM

صلاح الدین زاهدی

دانشجوی دکترای رشته آبخیزداری دانشکده علوم کشاورزی ساری، پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان

مقدمه

طبقه‌بندی اتوماتیک داده‌های سنجش از دور به منظور استخراج نقشه‌های پوشش و کاربری زمین در مناطق وسیع اهمیت بسیاری دارد چرا که رقومی کردن دستی نقشه‌های طبقات کاربری مختلف کاری بسیار پرمشقت، خسته‌کننده و پرهزینه است [Bolstad و همکاران، ۱۹۹۰]. مطالعات پیشین نشان داده است که تصاویر سنجنده نقشه‌بردار موضوعی (TM) ماهواره لندست ۵ با قدرت تفکیک زمینی ۳۰ متر از قابلیت خوبی برای طبقه‌بندی عناصر مختلف زمینی مناطق جغرافیائی مختلف، از مناطق همگن استوایی گرفته تا مناطق غیرهمگن مدیترانه‌ای و نیمه مدیترانه‌ای برخوردار است [Sader و همکاران، ۱۹۹۵].

لندست ۵ بصورت بسیار گسترده برای طبقه‌بندی کاربری زمین در مقیاس منطقه‌ای، بدلیل هزینه پائین، تاریخچه طولانی و فراوانی بالای داده‌های آرشیو در مقایسه با سایر سنجنده‌ها و ماهواره‌ها مورد استفاده قرار گرفته است [Wulder و همکاران، ۲۰۰۸].

آذری و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای روند کاهش مناطق کشاورزی و باغات و تبدیل آنها به کاربری مسکونی و صنعتی در حوزه شهر مراغه را طی سال‌های ۱۹۸۴-۲۰۱۱ با استفاده از داده‌های سنجنده‌های TM و ETM+ و داده‌های GIS منطقه مطالعه کردند.

کارملو و همکاران (۲۰۱۲) به منظور مشخص کردن دینامیک تغییرات در یک دوره ۵۰ ساله (۱۹۵۴-۲۰۰۴) از تصاویر چندزمانه تصاویر لندست و عکس‌های هوایی (۱۹۵۴) در جنوب ایتالیا استفاده کردند. در این مطالعه الگوی پوشش زمین و تغییرات آن با دو فرآیند طبیعی و اجتماعی منطقه که نقش پیش‌برنده داشتند ارتباط داده شدند.

محمودزاده (۱۳۸۳) با استفاده از آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی و شاخص‌های گیاهی بر روی تصاویر لندست روند تغییرات و نتایج توسعه فیزیکی شهر تبریز را مورد مطالعه قرار داد.

مواد و روشها

منطقه پژوهش با مساحتی حدود ۳۵۰۰۰ هکتار بین طولهای جغرافیائی ۶۶۰۴۴۷ تا ۶۸۰۳۳۵ و عرض‌های جغرافیائی ۳۹۲۰۷۲۲ تا ۳۹۴۴۶۲۸ در ۲۵ کیلومتری شمال غرب سنندج واقع شده است. میزان بارندگی سالانه ۴۷۰ میلی‌متر است. کاربری عمده منطقه مرتع و دامداری شغل اصلی مردم می باشد. دام غالب گوسفند سپس بز و ترکیب دام و نژاد آن گوسفند کردی و گوسفند لری به میزان ۹۰ درصد و ۱۰ درصد باقیمانده را بز تشکیل میدهد. فصل رویش بر حسب سال متغیر بوده و معمولاً از اواخر اسفند تا اواسط مرداد می باشد. شروع فصل چرا از اوایل اردیبهشت و در صورت مساعد بودن عرصه بسیار زودتر از این تاریخ است و پایان فصل چرا اواخر مرداد



است هرچند که عملاً تا شروع بارندگی ها در پائیز دام در مرتع دیده می شود و به طبع آن معمولاً شدت چرای دام در منطقه سنگین می باشد.

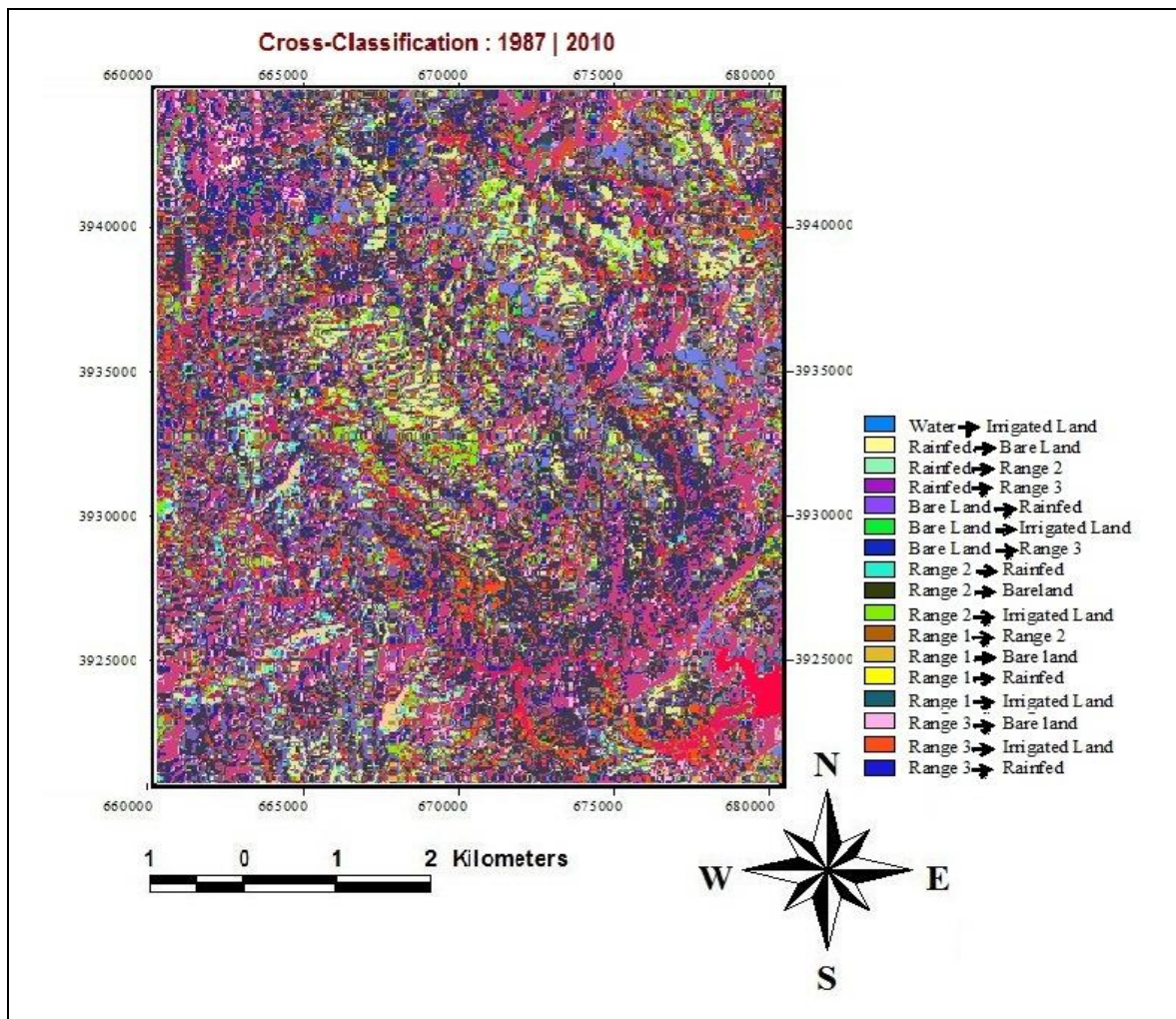
بعد از پردازش های اولیه، برای انجام طبقه بندی نظارت شده، طبقات کاربری و پوشش اراضی زمین تعیین گردید تا برای هر طبقه از منطقه نمونه های آزمایشی تهیه شود. در این مطالعه طبقات کاربری های فعلی منطقه با انجام عملیات میدانی، با استفاده از نتایج طبقه بندی نظارت نشده و هم چنین آنالیز طیفی باندها در ۷ گروه کاربری و پوشش شامل ۱) اراضی فاریاب و باغات ۲) مراتع با پوشش خوب یا کلاس یک ۳) مراتع با پوشش متوسط یا کلاس دو ۴) مراتع با پوشش ضعیف یا کلاس سه ۵) اراضی دیمزار ۶) دیمزارهای رها شده و اراضی بدون پوشش ۷) منابع آب شناسایی و تعریف شدند.

تهیه نقاط تعلیمی از تاریخ ۲۰ اردیبهشت لغایت ۱۵ شهریور ۱۳۸۹ انجام گرفت. پس از تعیین هر نقطه نمونه - برداری، دستگاه مکان یاب را در مرکز آن قرار داده و موقعیت جغرافیایی آن ثبت گردید. در مرحله بعد هر یک از این نقاط بعنوان مرکز یک مربع فرضی (۹۰*۹۰ متر) منظور گردید. مربع مذکور به صورت یک شبکه فرضی ۳*۳ با ضلع ۳۰ متر بوده است که نه پیکسل را روی تصاویر سنجنده نقشه بردار موضوعی پوشش می دهد. این نقاط بصورت پلی گون تهیه شده و جهت استفاده بعنوان نقاط تعلیمی در طبقه بندی استفاده گردید. در ادامه طبقه بندی نظارت شده با استفاده از نقاط آموزشی تهیه شده بر روی تصاویر ترکیبی رنگی کاذب ۳ زمان مختلف اجرا گردید. به منظور افزایش صحت نقشه تولیدی، از نقشه رقومی ارتفاع منطقه با فاصله خطوط تراز ۲۰ متر جهت اصلاح تصاویر استفاده گردید. نقشه های شیب و جهت تولید شدند و با استفاده از آنها و باز دیده های میدانی کاربری های مختلف پوششی بر روی نقشه تفکیک و هم چنین بیشترین تداخل پیکسل های کلاسهای مختلف پوششی بررسی و نقاط تعلیمی جدید تهیه شدند.

در ادامه به منظور ارزیابی صحت و دقت نقشه های تولیدی از کل منطقه بازدید بعمل آمد و ۳۵۰ نقطه تصادفی با احتساب پلی گونهای آموزشی که در مطالعات میدانی تهیه شده بودند، بطور میانگین ۵۰ نقطه برای هر کلاس کاربری انتخاب و با استفاده از جی پی اس مختصات آن تعیین و بر روی نقشه های تولیدی موقعیت محل مشخص گردیده و بصورت پلی گون بر روی نقشه ها اضافه گردید.

نتایج و بحث

تغییرات صورت گرفته در منطقه با استفاده از مقایسه نتایج طبقه بندی دو زمان انجام شد. مساحت کاربری های مختلف در دو زمان مختلف و تغییر آنها با استفاده از آنالیز طبقه بندی نظارت شده استخراج گردید که بر این اساس بیشترین میزان تغییر کاربری با مساحت ۴۸۵۷ هکتار کاهش مربوط به کاربری مراتع کلاس ۲ می باشد، در رتبه های بعدی مراتع کلاس ۳ با رقم ۲۹۸۳ هکتار و اراضی آبی کشاورزی با ۱۶۴۱ هکتار افزایش قرار گرفته اند. با توجه به حجم تغییرات صورت گرفته، این تغییرات بخوبی و با مقایسه چشمی دو نقشه قابل تشخیص می باشد. در شکل شماره (۱) نقشه تغییرات با استفاده از آنالیز کراس تاب نشان داده شده است.



شکل ۱- نقشه تغییرات پوشش زمین منتج از آنالیز کراس تاب

سطح بخشی از مخزن سد که در داخل منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است کمتر از ۱ درصد کل منطقه را تشکیل می‌دهد. جدول شماره (۱) نشان دهنده کمترین میزان تغییر در این کاربری و تغییرات سایر کاربری‌هاست که بخش بسیار ناچیزی از تغییر سطح مخزن احتمالاً ناشی از افت سطح آب مخزن است که در سال ۲۰۱۰ به کاربری اراضی لخت و بدون پوشش تبدیل شده است. کاربری کشاورزی دیم منطقه نیز از تغییر کمی برخوردار است و افزایش ۰/۵ درصدی داشته است. با توجه به وجود دریاچه سد رویکرد به تبدیل اراضی به دیم کم است و در بعضی نقاط حوزه نیز دیم‌زارهای کم بازده رها شده و به اراضی بایر تبدیل شده‌اند. اراضی بدون پوشش و لخت نیز از افزایش ۱/۲ درصدی برخوردار است که بخشی از آن دیم‌زارهای رها شده و بخشی نیز مراتع کلاس ۳ است که بر اثر چرای شدید تخریب شده‌اند. اراضی فاریاب و باغ در حوزه افزایش ۳/۵ درصدی دارند که با توجه به افزایش پمپاژ آب از دریاچه سد و تغییر کاربری بخشی از مراتع و دیم‌زارها، قابل انتظار می‌باشد. مراتع کلاس ۱ عمدتاً در نقاط مرتفع حوزه و دور از مناطق مسکونی واقع شده‌اند لذا امکان تغییر کاربری آنها به کشاورزی بسیار محدود است اما با این وجود این مراتع با کاهش ۱/۲ درصدی مواجه شده‌اند که



بیشتر ناشی از افت کیفیت این مراتع بر اثر چرای مفرط و خارج از فصل دام است. مراتع کلاس ۲ با افت ۱۰/۲ درصدی از بیشترین سطح تغییر و کاهش برخوردارند. به نظر می‌رسد نزدیکی این مراتع به مناطق مسکونی و همجواری با اراضی کشاورزی، عمده‌ترین عامل تغییر کاربری این مراتع است.

جدول ۱- پراکنش آماری سطوح مختلف کاربری در حوزه در طی سالهای ۱۹۸۷ و ۲۰۱۰

	نوع کاربری	۱۹۸۷		۲۰۱۰		تغییر (هکتار)	تغییر (درصد)
		مساحت (هکتار)	درصد از کل منطقه	مساحت (هکتار)	درصد از کل منطقه		
۱	منابع آب	۲۵۷	۰/۵۴	۲۵۲	۰/۵۳	-۵	-۰/۰۱
۲	دیم‌زار	۱۶۹۵	۳/۵۵	۱۹۱۰	۴	۲۱۵	۰/۴۵
۳	اراضی لخت	۸۸۷۸	۱۸/۶۱	۹۴۸۶	۱۹/۹	۶۰۸	۱/۲۹
۴	اراضی فاریاب	۶۳۸۲	۱۳/۳۸	۸۰۲۳	۱۶/۸۲	۱۶۴۱	۳/۴۴
۵	مراتع کلاس ۱	۴۶۹۵	۹/۸۴	۴۱۵۵	۸/۷	-۵۴۰	-۱/۱۴
۶	مراتع کلاس ۲	۹۵۰۳	۱۹/۹۳	۴۶۴۶	۹/۷۴	-۴۸۵۷	-۱۰/۱۹
۷	مراتع کلاس ۳	۱۶۲۷۹	۳۴/۱۵	۱۹۲۱۷	۴۰/۲۹	۲۹۸۳	۶/۱۴
کل		۴۷۶۸۹	۱۰۰	۴۷۶۸۹	۱۰۰		

منابع

- ۱- محمود زاده، ح.، ۱۳۸۳. کاربرد داده های ماهواره ای چند زمانه در محیط GIS با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- 2- Azari. M, Ahadnejad. Reveshty, M. J, Kamelifar, Ranjbar. B, 2012, Land Use Change Detection of Maragheh City and Its Implication for Agricultural Area and the Orchards by Using the Multi-Temporal Satellite Imagery. Journal of Civil Engineering and Urbanism, Volume 2, Issue 4: 154-158
- 3- Bolstad. P. V, Gessler. P & Lillesand. T. M, 1990. Positional uncertainty in manually digitized map data. International Journal of Geographical Information Systems, 4: 399-412
- 4- Carmelo. R. F, Giuseppe. M and Maurizio. P, 2012, land cover classification and change- detection analysis using multi temporal remote sensed imagery and landscape metrics, European Journal of Remote Sensing, 45: 1-18
- 5- Sader. S. A, Ahl. D & Liou. W, 1995. Accuracy of landsat-TM and GIS rule-based methods for forest wetland classification in Maine. Remote Sensing of Environment, 53: 133-144
- 6-Wulder, M. A., White, J. C., Goward, S. N., Masek, J. G., Irons, J. R., Herold, M., Cohen, W. B., Loveland, T. R. and [10] Woodcock, C. E., 2008. Landsat continuity: issues and opportunities for land cover monitoring. Remote Sensing of Environment, 112: 955-969.



اهمیت مدیریت کاربری زمین در تولید رواناب سطحی در حوزه آبخیز تهم زنگان

محمد عباسی^۱، علیرضا واعظی^۲، مهدی طاهری^۲، میثم طاهری^۱

۱- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

۲- استادیار گروه خاک شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۳- استادیار و هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

مقدمه

نفوذ مهمترین مشخصه فیزیکی خاک از نظر کشاورزی می باشد (فلیپ، ۱۹۵۷). نفوذ نقش بسیار موثری در چرخه آب، نوع پوشش گیاهی، میزان رواناب و فرسایش و تخریب خاک دارد (وان و همکاران، ۲۰۰۹). نفوذپذیری خاک نشان دهنده چگونگی رفتار خاک در برابر آب رسیده به سطح خاک است. این فرآیند تعیین کننده سرنوشت آب رسیده به سطح خاک بوده و مقدار تلفات بارش را به شکل رواناب مشخص می کند (کاو و هیونت، ۱۹۹۶). رواناب سطحی و فرسایش خاک حاصل از بارندگی، علاوه بر شدت بارندگی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و خاک، به کاربری اراضی نیز وابسته است (موسوی و رئیسیان، ۱۹۹۹). متین (۱۳۸۲) در بررسی میزان فرسایش در اراضی دیم، آیش و مرتع تخریب شده در استان اصفهان به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح پوشش گیاهی چه از طریق کنترل چرا و چه از طریق احیای مراتع و تبدیل اراضی کم بازده دیم به مرتع میزان رواناب کاهش یافت. دلیل آن بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری بود. لل و همکاران (۱۹۹۶) در تحقیقی به بررسی خصوصیات کاربری اراضی مرتع در بالکان و روتردام پرداختند. تحقیق در بیش از ۴۰ قرق مطالعاتی که به مدت ۱۲ سال تحت قرق قرار داشتند انجام گرفت. نتایج نشان داد که وزن مخصوص ظاهری خاک در افق سطحی در خارج قرقها ۱۳ درصد بیش از وزن مخصوص ظاهری خاک داخل قرقها می باشد. متوسط وزن مخصوص ظاهری در تمام قرقها از ۱/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب به ۱/۴ گرم بر سانتی متر مکعب در خارج از قرقها افزایش نشان داد. تراکم حاصل از چرا در خارج از قرقها اثرات مستقیمی بر کلیه فعالیت‌های حیاتی و غیر حیاتی مفید در خاک داشت. در خارج از قرق، چرا باعث کاهش نفوذپذیری لایه سطحی خاک شده و از فعالیت‌های بیولوژیکی و حیاتی خاک کاست. در مقابل به کارگیری سیستم‌های بهره برداری صحیح و علمی از جمله چرای تحت کنترل توانست در احیاء منابع طبیعی و حفظ آنها تاثیر بسزایی داشته باشد. یونال و جامس (۲۰۰۲) در تحقیقی به بررسی شماره منحنی (SCS-CN) برای مزارع بینس در شمال دانشگاه دکار امریکا پرداختند. در این تحقیق حوضه به دو زیر حوضه تقسیم شد. در زیر حوضه یک تراکم احشام ۸۴/۷ متر مربع برای هر حیوان و حوضه دوم ۳۴/۹ متر مربع برای هر حیوان بود. شماره منحنی برای حوضه یک ۸۸ و برای حوضه دوم ۹۶ بدست آمد. دلیل تفاوت آن تفاوت تراکم احشام برای این دو حوضه بود. تراکم حیوانات در حوضه دوم دو برابر حوضه اول بود. رابطه بین بارش و رواناب برای کل حوضه دارای همبستگی ۰/۷۳ بود. تراکم زیاد احشام موجب افزایش فشردگی خاک شده، با افزایش فشردگی و کاهش نفوذپذیری، میزان تولید رواناب افزایش یافت. بوسچی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی خصوصیات خاک در برخی خاکهای مدیترانه‌ای از شاخصهای اندازه ذرات، تراکم، پایداری خاکدانه‌ها و وزن مخصوص ظاهری استفاده کردند و نتیجه گرفتند که در اثر تخریب اراضی تراکم و وزن مخصوص ظاهری خاکها دچار تغییرات معنی داری گردید به صورتی که در این اراضی خاک به شدت متراکم شده و وزن مخصوص ظاهری آن افزایش و خلل و فرج خاک کاهش یافت. نتایج



بررسی‌های دیون و همکاران (۲۰۱۱) در مراتع کنیا نشان داد که چرا در فصل بهار به شدت موجب تخریب خاک و افزایش فشردگی خاک و در نتیجه کاهش نفوذ گردیده است. علاوه بر این موجب کاهش پوشش گیاهی در مراتع شده که نتیجه آن افزایش فرسایش بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مدیریت کاربری زمین یکی از عوامل مهم در تولید رواناب بوده و تراکم احشام یکی از عوامل تاثیر گذار بر تولید رواناب در مرتع می‌باشد. چرای مفراط یکی از عوامل فشردگی خاک بوده و فشردگی زیاد موجب کاهش نفوذپذیری شده و سرعت تشکیل رواناب را افزایش می‌دهد. هدف از این تحقیق بررسی اهمیت مدیریت در کاربری‌های مختلف و تاثیر آن بر میزان نفوذپذیری و تولید رواناب در حوزه آبخیز تهم‌چای بود.

مواد و روشها

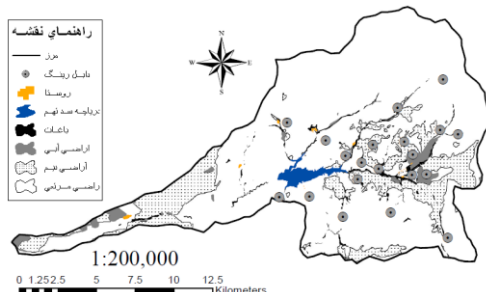
حوزه آبخیز تهم‌چای یکی از زیر حوزه سفید رود است. این حوزه در شمال غربی زنجان (طول جغرافیایی $48^{\circ}17'$ تا $48^{\circ}37'$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ}46'$ تا $36^{\circ}53'$) قرار گرفته است. مساحت حوزه حدود 22816 هکتار است و جزء حوزه‌های متوسط تقسیم می‌شود. میانگین بارندگی سالیانه حدود 378 میلی‌متر بوده و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. پوشش گیاهی غالب منطقه از نوع مرتعی بوده که تاثیر زیادی در حفاظت خاک در ارتفاعات حوزه دارد. سطح وسعت گونه‌های مرتعی حدود 14142 هکتار ($61/9$ درصد از سطح حوزه) است. اراضی دیم رها شده و یا کم بازده که قسمت عمده فرسایش را به خود اختصاص می‌دهد با مساحتی در حدود 7463 هکتار، $32/7$ درصد از سطح حوزه را در بر می‌گیرد. کشت دیم عمدتاً گندم و جو می‌باشد. دیگر سطح حوزه در حاشیه شاخه‌های اصلی آبراهه‌ها بصورت باغ و یا کشت آبی است که حدود 1211 هکتار ($5/4$ درصد از سطح) است. در جدول (۱) میزان کاربری اراضی در حوزه تهم نشان داده شده است.

جدول ۱- میزان کاربری اراضی در حوزه تهم

نوع کاربری	سطح زیر کشت (هکتار)	درصد
مرتع	۱۴۱۴۲	۶۱/۹
زراعت دیم	۷۴۶۳	۳۲/۷
زراعت آبی	۱۲۱۱	۵/۴
مجموع	۲۲۸۱۶	۱۰۰

در این تحقیق با استفاده از نقشه کاربری اراضی و درصد سطوح زیر کشت هر کاربری (زراعت آبی، زراعت دیم و مرتع) تعداد ۲۰ نقطه برای آزمایش انتخاب شد. انتخاب نقاط با توجه به درصد سطوح زیر کشت هر کاربری مشخص شد. بر این اساس ۱۰ نقطه در کاربری مرتع، سه نقطه در کاربری آبی و هفت نقطه در کاربری دیم در نظر گرفته شد. شکل (۱) نقشه کاربری اراضی و پراکنش نقاط مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نفوذپذیری خاک با استفاده از استوانه مضاعف به روش بار افتان، با دو تکرار در هر نقطه اندازه‌گیری شد (کلوت و دیرکسن، ۱۹۸۶). با استفاده از مقدار نفوذپذیری هر کاربری گروه هیدرولوژیک خاک مشخص شد (SCS، ۱۹۷۳). شماره منحنی هر واحد همگن در مساحت تحت پوشش آن کاربری ضرب شد و مجموع اعداد مربوط به کاربری‌ها بر مساحت کل حوزه تقسیم شد و از آن متوسط شماره منحنی حوزه به روش وزنی بدست آمد. با توجه به

وضعیت استفاده از زمین، پوشش گیاهی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک، شمار منحنی رواناب متوسط حوضه بر طبق دستورالعمل SCS و جداول موجود با توجه به عوامل موثر یاد شده از روش میانگین‌گیری وزنی محاسبه شد. برای محاسبه میانگین وزنی مساحت مربوطه به هر واحد کاربری از بارندگی پنج روز پیش، شرایط رطوبتی ایجاد شد توسط آن باران استفاده گردید (مادمنت، ۱۹۹۲). میزان رواناب برآورد شده از ۵۸ رخداد بارندگی بین سالهای (۱۳۶۶-۱۳۸۰) انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱- نقشه کاربری اراضی و نقاط مورد مطالعه در حوضه آبخیز تهم

نتایج و بحث

نتایج نفوذپذیری خاک در کاربری‌ها و مقایسه میانگین‌ها بین آنها در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج نشان داد که میزان نفوذپذیری مرتع با سایر کاربری‌ها تفاوت معنی داری در سطح $0/001$ دارد. بیشترین میزان نفوذ ($6/08$ سانتیمتر در ساعت) در بین سه کاربری (منابع طبیعی)، در کاربری آبی بود. نفوذ بیشتر در این کاربری به دلیل وجود ماده آلی بالا و ساختمان مناسب خاک بود. وجود نفوذ بالا در این کاربری موجب کاهش رواناب و تولید رسوب می‌تواند باشد. همچنین نتایج نشان داد که کمترین میزان نفوذ ($1/7$ سانتیمتر در ساعت) مربوط به کاربری مرتع می‌باشد. تفاوتی معنی‌دار بین نفوذپذیری خاک در این کاربری با کاربری زراعت آبی و دیم وجود داشت. پایین بودن نفوذپذیری خاک در این کاربری را می‌توان به دلیل تخریب ساختمان خاک و فشرده شدن لایه‌های سطحی در اثر چرای بیش از اندازه دانست. چنین تاثیر چرای بی‌رویه بر کاهش نفوذپذیری در مراتع در تحقیقات اسکندری (۱۳۷۴) نیز نشان داده شده است. نتایج این تحقیق همچنین با یافته‌های وارن و همکاران (۱۹۸۶) و بیلوس (۲۰۰۳) مطابقت دارد. این تحقیقات نشان داد که چرای مفرط و عبور مداوم احشام باعث لگدکوب شدن و در نتیجه متراکم شدن خاک سطحی می‌شود. این مسئله منجر به کاهش نفوذ آب به خاک و کاهش تولید گیاهی شده، موجب تشدید فرسایش می‌شود. نتایج ون و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که طی دو دوره متوالی چرا، خصوصیات فیزیکی خاک تغییر قابل توجهی نشان داد بطوری که میزان تراکم خاک 50% کاهش یافته و میزان نفوذ نیز کاهش یافت و در نتیجه موجب افزایش رواناب شد.

جدول ۳- نفوذپذیری خاک در کاربری‌ها و بررسی آماری تفاوت بین آنها

نوع کاربری	میانگین نفوذپذیری خاک (سانتی‌متر بر ساعت)	انحراف معیار	F	سطح معنی داری	گروه معنی داری
مرتع	۱/۷۳	۰/۶۹			b
زراعت آبی	۶/۰۸	۰/۲۴	۸/۴۵۱	۰/۰۰۱	ab
زراعت دیم	۵/۱۰	۲/۸۳			a



این تحقیق نشان داد که در کاربری مرتع نسبت به دو کاربری طبیعی دیگر (زراعت آبی و زراعت دیم) نفوذپذیری کمتر می باشد. علت آن تراکم زیاد خاک در اثر تراکم احشام در واحد سطح، چرای مفرط و چرای زود هنگام در کاربری مرتع بود. نفوذپذیری کم موجب افزایش رواناب خواهد بود. این امر نشان می دهد که در حوزه آبخیز تهم چای کاربری مرتع بیشترین پتانسیل را برای تولید رواناب دارد.

منابع

- اسکندری، ذ.، ۱۳۷۴. تاثیر چرای بی رویه دام بر خصوصیات فیزیکی خاک و مراتع ییلاقی در استان اصفهان. صفحه های ۳۲۹-۳۲۵. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. تهران، ایران. ۶-۹ شهریور.
- متین، م.، ۱۳۸۲. بررسی میزان فرسایش در اراضی دیم، و آیش و مراتع تخریب شده از خاکهای غرب و جنوب اصفهان. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه رشت، رشت.
- Bellows B C, 2003. Managed grazing in riparian areas, National Center for Appropriate Technology. USDA.
- Boschi V, Chisci G and Ghelfi R, 2004. Effeto regimante del medicaio sul rusecllamento delleacque elerosione del suolo negli avvi cendamenti collinari. Agronomia, 33 (314) 199 – 215.
- Dunne T, Western D and Dietrich WE, 2011. Effects of cattle trampling on vegetation, infiltration, and erosion in a tropical rangeland. Journal of Arid Environments 75: 58-69.
- Klute A and Dirksen C, 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods .In:A. Klute(ed). Method of soil analysis ,Part 1. Agronomy 9 Soil Science Society of America Madison.W. I. 687-734.
- Lal R, Sanchez P A and ummings R C, 1996. Land clearing and Devlope ment in the Tropics.Balkema, Rottedam, Netherlands.
- Maidment D, 1992. Handbook of Hydrology, McGraw Hill Book Company USA, 551.
- Mousavi S F and Raisian R, 1999. Effect of vegetation cover, slope rainfall intensity on runoff in some watersheds of Chaharmahal and Bakhtiary Province. Iran Agric, Res. 169-184.
- Philip J R, 1957. The theory of infiltration. The infiltration eguations and its solution. Soil Science, 83: 345-357.
- Soil Conservation Service, 1973. A Method for Estimating Volume and Rate of Run off in Small watersheds. SCS, Water Resources Publications. Washington, D C, Tech. 149.
- Unal K and James A L, 2002. Determination of Runoff Curve Number for a Bison Feedlot. The Society for engineering in agricultural, food, and biological systems. PN: 02-302, 12-22.
- Van G, Toit L, Snyman H A and Malan P J, 2009. Physical impact of grazing by sheep on soil parameters in the Nama Karoo subshrub grass rangeland of South Africa. Journal of Arid Environments 73: 804–810
- Warren S D, Thurow T L, Blackburn W H and Garza N E, 1986. The influence of livestock trampling under intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. Journal Range Manage 39: 491-495.



طبقه بندی و تعیین گروه هیدرولوژی حوزه آبخیز قره درق در استان زنجان

جلال بازرگان^۱، مهدی ظاهری^۲، محمد عباسی^۳، محمد اسماعیلی^۳

۱- هیئت علمی دانشگاه زنجان

۲- استادیار و هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

۳- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

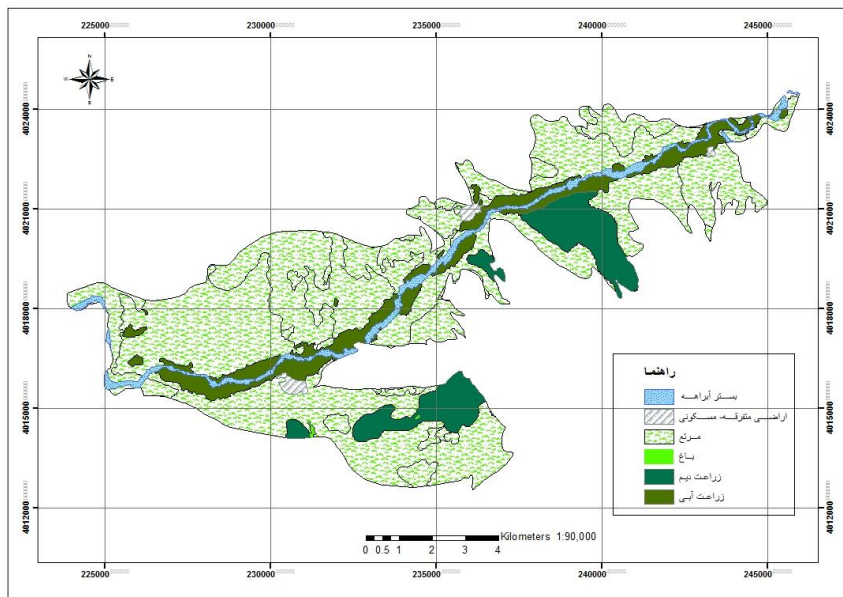
مقدمه

نفوذ مهمترین مشخصه فیزیکی خاک از نظر کشاورزی می‌باشد. وارد شدن آب به داخل خاک را نفوذ می‌گویند (فلیپ، ۱۹۵۷). نفوذ نقش بسیار موثری در چرخه آب، نوع پوشش گیاهی، میزان رواناب و فرسایش و تخریب خاک دارد (وان و همکاران، ۲۰۰۹). نفوذپذیری خاک نشان دهنده چگونگی رفتار خاک در برابر آب رسیده به سطح خاک است. این فرآیند تعیین کننده سرنوشت آب رسیده به سطح خاک بوده و مقدار تلفات بارش را به شکل رواناب مشخص می‌کند (کاو و هیونت، ۱۹۹۶). رواناب سطحی و فرسایش خاک حاصل از بارندگی، علاوه بر شدت بارندگی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی به خاک بسیار وابسته است (موسوی و رایسین، ۱۹۹۹). حداقل سرعت نفوذ ماندابی سالیانه سطح لخت یک خاک مشخص کننده گروههای هیدرولوژیکی آن خاک خواهد بود. زمان حفاظت خاک آمریکا برای محاسبه زمان تمرکز و شماره منحنی از گروههای هیدرولوژیکی خاک و نوع پوشش حوضه استفاده کرده است (SCS 1973). کاربرد گروههای هیدرولوژیکی خاک و در نهایت محاسبه CN در تعیین تلفات هیدرولوژیکی خاک نقش مهمی بر عهده دارد. با توجه به بافت خاک تعیین شده و با بهره گیری از روش تجربی وجدول مربوطه، گروههای هیدرولوژیک خاک مشخص می‌شود. البته لازم به ذکر است که در اراضی کوهستانی و تپه‌ها، علاوه بر بافت خاک، خصوصیات همچون سیستم درزه ای سازندهای زمی شناسی، ترکیب سنگ شناسی و وضعیت فیزیکوشیمیائی رسوبات سازندها و فعالیتهای خاک سازی سازندهای تشکیل دهنده این اراضی در تعیین گروههای هیدرولوژیکی خاکها مؤثر می‌باشد. هدف از این تحقیق تعیین مناطق حساس به تولید رواناب با استفاده از اندازه گیری نفوذ آب به خاک و تعیین گروه هیدرولوژی حوزه آبخیز قره درق می‌باشد.

مواد و روشها

محدوده مطالعاتی به مساحت ۸۷۸۴ هکتار در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهر زرین آباد مرکز شهرستان ایجرود بر شیب جنوبی یک رشته از ارتفاعات زاگرس قرار گرفته است و طیف ارتفاعی آن از ۱۵۶۰ متر تا ۲۷۶۰ متر از سطح دریا تغییر می‌نماید. حوضه آبریز رودخانه خوئین در محل ساختگاه سد قره درق یکی از زیر حوضه های رودخانه قزل اوزن می‌باشد. متوسط میزان بارندگی سالیانه ۲۴۳/۴ میلی متر گزارش گردیده که توزیع بیشتر آن در ماه‌های آبان تا اردیبهشت می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۲/۷ درجه سانتی گراد و معدل حداقل درجه حرارت ۵/۷ و معدل حداکثر درجه حرارت سالیانه ۱۹/۶ درجه سانتی گراد برآورد گردیده است. از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. پوشش گیاهی غالب منطقه از نوع مرتعی بوده که تاثیر زیادی در حفاظت خاک در ارتفاعات حوضه دارد. از گونه‌های مهم مرتعی می‌توان چکن، کاکوتی، تپاله گون، چای کوهی، ختمی، زبان پس قفا، خاکشیر، گلایل، ورک، خارشتر، لاله، سنگ و استپیا را نام برد. سطح

وسعت گونه‌های مرتعی حدود ۶۶۰۱ هکتار (۷۵/۱۵ درصد از سطح حوزه) است. اراضی دیم با مساحتی در حدود ۸۷۹ هکتار، ۱۰/۰۱ درصد از سطح حوزه را در بر می‌گیرد. کشت دیم عمدتاً گندم و جو می‌باشد. دیگر سطح حوزه در حاشیه شاخه‌های اصلی آبراهه‌ها بصورت کشت آبی است که حدود ۸۸۰ هکتار (۱۰/۲۰ درصد از سطح) است. باغ که حدود ۸ هکتار (۰/۰۹ درصد از سطح) و اراضی مسکونی و متفرقه که حدود ۱۰۳ هکتار (۱/۱۷ درصد از سطح) و بستر آبراهه که حدود ۳۱۳ هکتار (۳/۵۶ درصد از سطح) را شامل می‌شود. شکل (۱) نقشه کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

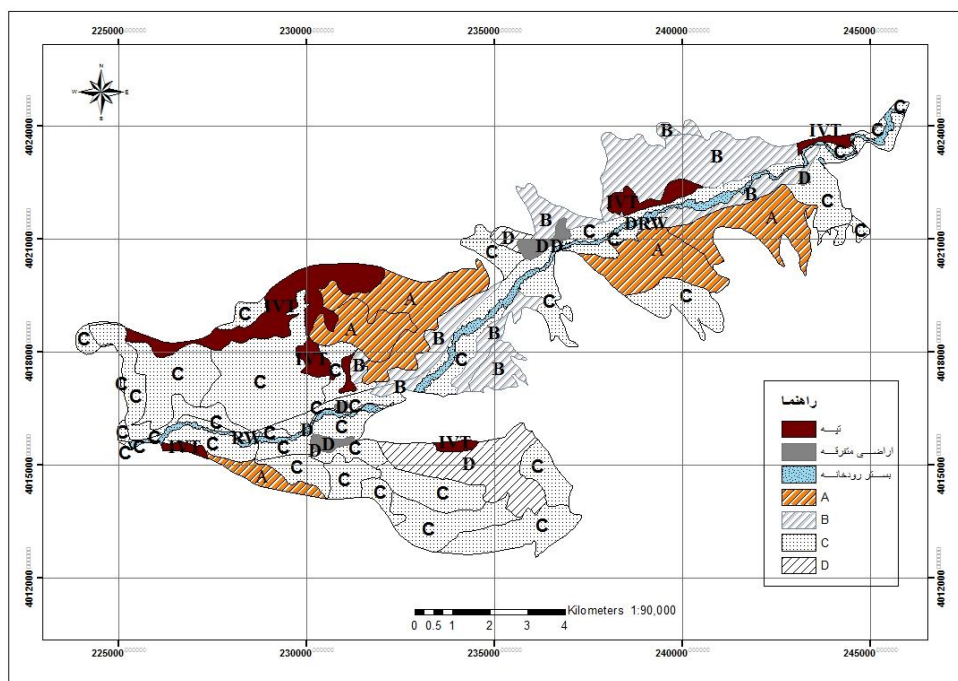


شکل ۱- نقشه کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه

از نظر زمین شناسی بخش عمده محدوده مطالعاتی مربوط به تشکیلات قرمز فوقانی و تحتانی دوره اتوسن می‌باشد. این طبقات شامل لایه‌هایی از شیل، ماسه سنگ، مارن، کنگلومرا، سیلتستون سنگهای آهکی، اندزیت، بازالت و توف می‌باشد. به منظور تشخیص خاک‌های موجود در محدوده مورد بررسی و تعیین عوامل محدودکننده در رابطه با آبیاری براساس نوع مطالعات (نیمه تفصیلی دقیق) تعداد ۲۰۴ نقطه مطالعاتی به فواصل ۷۵۰×۷۵۰ متر حفر و نسبت به تشریح آنها اقدام گردید. در محدوده مورد مطالعه ۹ سری خاک شناسایی و از پایگاههای شاهد نمونه برداری شد. آزمایشات شامل واکنش خاک (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی و تعیین بافت خاک بر روی نمونه خاک‌های نیم رخ‌های شاهد انجام گردید (پیچ، ۱۹۸۲). نفوذپذیری خاک با استفاده از استوانه مضاعف به روش بار ثابت با دو تکرار در پایگاههای شاهد اندازه‌گیری شد (کلوت و دیرکسن، ۱۹۸۶). واحدهای فیزیوگرافی شناسائی شده در محدوده مطالعاتی شامل دشت‌های مرتفع و تراس‌های فوقانی (plateaux&upper Terraces) و تراس رودخانه‌ای (River Terrace) می‌باشند.

نتایج و بحث

پوشش گیاهی و خاک نقش اساس بر میزان ایجاد رواناب دارد. نتایج نفوذ پذیری آب به خاک نشان داد که گروه هیدرولوژی A و B در کاربری مرتع قرار دارند. این گروه خاکهایی هستند که رواناب کم تا متوسط تولید می کنند. قسمت جزئی از کاربری مرتع دارای خاک با گروه هیدرولوژی C است. این گروه خاک هایی هستند که آبدوی نسبتا زیاد تولید می کنند. همچنین قسمتی از مراتع که شامل خاک سری چهار می باشد. بدلیل اینکه خاکی است کم عمق (۲۵-۵۰ سانتی متر) با نفوذپذیری $1/15$ سانتیمتر در ساعت خاکی است که رواناب زیاد تولید می کند و در گروه هیدرولوژی D قرار دارد. تمام کاربری های زراعت آبی و دیم و باغ در گروه هیدرولوژی C است. این گروه خاک هایی هستند که آبدوی نسبتا زیاد تولید می کنند. دلیل این امر را می توان به شخم و کشت کار در این اراضی که موجب تخریب ساختمان خاک و در نتیجه کاهش نفوذ آب به خاک نسبت داد. کاهش نفوذ آب به خاک موجب افزایش فرسایش و کاهش توانایی نگهداری آب و خاک و تولید رواناب گردد. اراضی مسکونی و متفرقه نیز بدلیل وجود سطوح اسفالت پشت بام ها و سطوح خیابان و اراضی فشرده شده تمام بارندگی صورت گرفته بصورت رواناب از این محدوده خارج می شود. بطور کلی نتایج نشان می دهد که قسمت عمده ای از سطح حوزه دارای قابلیت نفوذ نسبتا کم می باشد. نفوذ پذیری این محدوده از حوزه آبخیز بین $1/3$ تا $3/8$ سانتیمتر در ساعت می باشند که در هنگام بارندگی آبدوی نسبتا زیادی تولید می کنند. عمده از این اراضی دارای بافت سنگین تا نسبتا سنگین در خاک سطحی یا افق زیرین خود می باشند. شکل (۲) نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک منطقه را نشان می دهد. جدول (۱) پتاسیل تولید رواناب بر اساس نفوذ پذیری و گروه هیدرولوژی را نشان می دهد.



شکل ۲- نقشه گروه هیدرولوژی حوزه آبخیز قره درق



جدول ۱- پتانسیل تولید رواناب بر اساس نفوذ پذیری و گروه هیدرولوژی

ردیف	شماره خاک	نفوذ پذیری (سانتی متر بر ساعت)	قابلیت نفوذ	گروه هیدرولوژی	مساحت (هکتار)	پتانسیل تولید هرز آب
۱	۱	۷/۵۵	زیاد	A	۱۵۸۷	آبدوی کم
۲	۲	۷/۴۸	متوسط	B	۱۳۹۵	آبدوی متوسط
۳	۳	۵/۲۵				
۴	۵	۲/۱۰				
۵	۶	۲/۹۳	نسبتا کم	C	۴۱۸۲	نسبتا زیاد
۶	۷	۱/۶۲				
۷	۸	۱/۳۶				
۸	۹	۲/۵۹				
۹	۴	۱/۱۵	کم	D	۹۱۵	زیاد
۱۰	بستر رودخانه	-				
۱۱	اراضی متفرقه و مسکونی	صفر				
۱۲	اراضی تپه ای	-	-	-	۷۰۵	
	جمع				۸۷۸۴ هکتار	

منابع

- رفاهی، ح.، ۱۳۸۲. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه تهران.

- Klute A and Dirksen C, 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In: A. Klute(ed). Method of soil analysis, Part 1. Agronomy 9 Soil Science Society of America Madison.W. I. pp. 687-734.
- Mousavi S F and Raisin R, 1999. Effect of vegetation cover, slope rainfall intensity on runoff in some watersheds of Chaharmahal and Bakhtiary Province. Iran Agric. Res. 169-184.
- Philip J R, 1957. The theory of infiltration. The infiltration equations and its solution. Soil Science. 83: 345-357.
- Kao CS and Hunt JR, 1996. Prediction of wetting front movement during one-dimensional infiltration into soils. Water Resour. Res., 9(2): 384-395.
- Van G, Toit L, Snyman HA and Malan PJ, 2009. Physical impact of grazing by sheep on soil parameters in the Nama Karoo subshrub grass rangeland of South Africa. Journal of Arid Environments 73: 804-810
- Soil Conservation Service. 1973. "A Method for Estimating Volume and Rate of Run off in Small watersheds"SCS, Tech. pap. 149 Water Resources Publications. Washington, D.C.
- Page, A. L. 1982. Methods of soil analysis. Part2: Chmical and microbiological properties. Soil Sci. Soc. AM. Madison, Wisconsin, USA.

کاربرد SHETRAN در برآورد میزان رواناب و شبیه‌سازی آبراهه‌های موجود در یک حوضه آبخیز

یونس گروسی^۱ و محسن شکل آبادی^۲

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲- استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

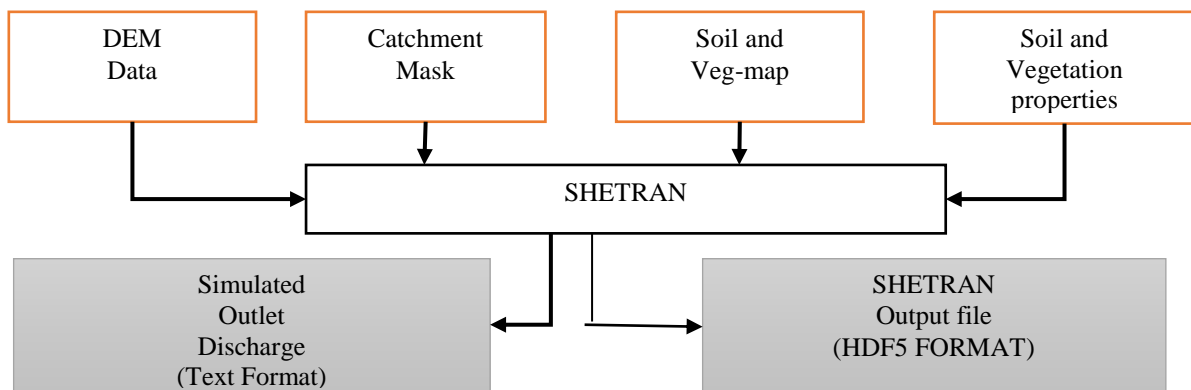
مقدمه

استفاده بهینه از منابع آب مستلزم شناخت پدیده‌های هیدرولوژیکی می‌باشد و رواناب سطحی یکی از مهمترین و کاربردی‌ترین فازهای چرخه هیدرولوژیکی به شمار می‌رود. برآورد دقیق رواناب به عنوان یکی از عملیات‌های محوری و اساسی در زمینه مدیریت منابع آب محسوب می‌شود (رهنما، ۱۳۷۸). سیستم مدل‌سازی فیزیکی، توزیع بارندگی و رواناب SHETRAN، یک شبیه‌سازی دقیقی را در مورد جریان آب، انتقال رسوبات و مواد حل‌شونده در یک حوزه آبخیز ارائه می‌دهد. بنابراین یک ابزار قدرتمندی برای مطالعه اثرات محیطی و هیدرولوژیکی همراه با تغییرات کاربری اراضی و اقلیم می‌باشد (بیرکینشاو و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین SHETRAN یک توصیف دقیقی هم از لحاظ مکان و هم زمان برای جریان آب و انتقال مواد در حوزه آبخیز ارائه می‌دهد که با استفاده از نمایشگرهای رایانه‌ای گرافیکی قابل رؤیت می‌باشند. این باعث می‌شود که SHETRAN به عنوان یک ابزار قدرتمند در مطالعه اثرات محیطی حاصل از فرسایش خاک، آلودگی و اثرات حاصل از تغییر کاربری اراضی، اقلیم و همچنین مطالعه و مدیریت منابع آب سطحی و زیرسطحی مورد استفاده قرار گیرد (ایون و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین هدف از این مطالعه برآورد مقدار رواناب خروجی یک حوضه و مقایسه آن با مقدار واقعی و همچنین تولید اتوماتیک شبکه آبراهه‌ی رودخانه با استفاده از نرم افزار SHETRAN می‌باشد.

مواد و روشها

برای اجرای مدل از اطلاعات حوضه آبخیز Gais Gill استفاده شد. این حوضه در محدوده جغرافیایی بین 54° عرض شمالی و $26^{\circ} 2'$ طول شرقی به مساحت ۱ کیلومتر مربع در منطقه Upper Eden در شمال کشور انگلستان واقع شده است، از لحاظ زمین شناسی این حوضه به طور کامل دارای ماسه سنگ نفوذ ناپذیر مربوط به دوران پالئوزوئیک می‌باشد و میانگین بارندگی سالیانه موجود در منطقه مورد نظر بسته به ارتفاع، بین ۲۰۰-۶۵۰ میلی‌متر می‌باشد (کیندن و چاپل، ۲۰۱۱).

عملکرد کلی و داده‌های مورد نیاز مدل SHETRAN به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است.

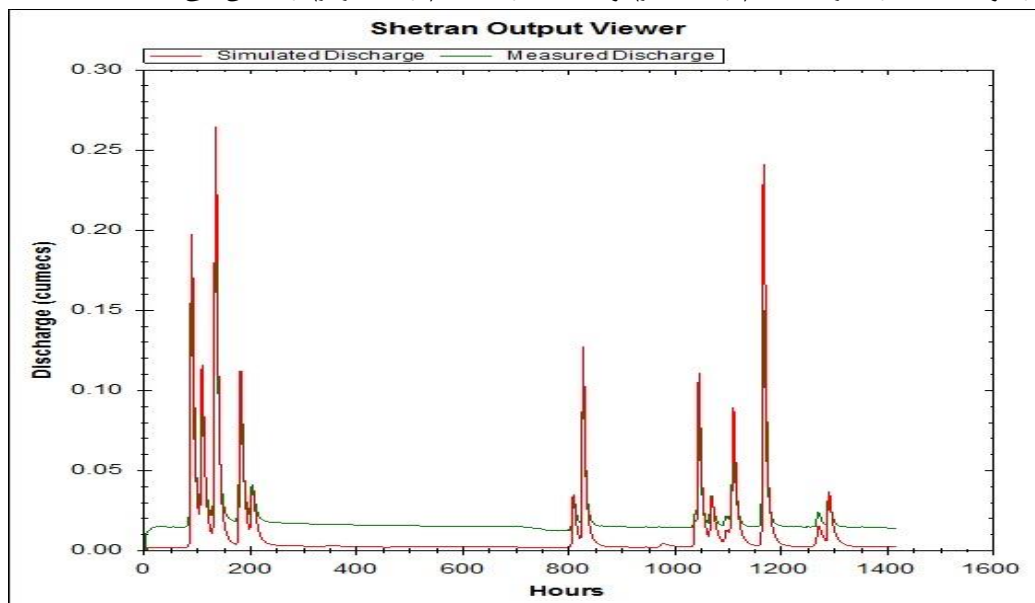


شکل ۱- طرح کلی عملکرد مدل SHETRAN

با توجه به شکل ۱ ابتدا داده‌های ورودی مورد نیاز مدل را که شامل نقشه‌های رقومی ارتفاع (DEM)، MASK، خاک و پوشش گیاهی منطقه مورد نظر است با استفاده از نرم افزار Arc-GIS با فرمت مخصوص مدل SHETRAN که فرمت ASCII می‌باشد تهیه و میزان رواناب و بارندگی در نقطه خروجی حوضه را که برای مدت دو ماه برحسب ساعت اندازه‌گیری شده بود به فرمت قابل پردازش برای مدل (TEXT) تهیه نموده همچنین تبخیر تعرق روزانه برای مدت دو ماه شبیه‌سازی یکسان با میزان رواناب و بارندگی تهیه و به فرمت مخصوص نرم افزار (TEXT) تبدیل شد. که از طریق این داده‌های ذکر شده و یک سری اطلاعات مربوط به ویژگی‌های خاک (بافت خاک، عمق خاک، درصد اشباع و هدایت هیدرولیکی اشباع) و پوشش گیاهی (نوع پوشش گیاهی، ظرفیت ذخیره آسمانه گیاهی، شاخص سطح برگ، حداکثر عمق نفوذ ریشه و نسبت تبخیر واقعی به تبخیر پتانسیل) منطقه مورد نظر، مدل را اجرا کرده و دواخروجی مهم یعنی شبیه‌سازی میزان رواناب و شبکه آبراهه موجود در حوضه از طریق مدل بدست آمد.

نتایج و بحث

بعد از تهیه نقشه‌ها، داده‌های اقلیمی و محاسبه برخی ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی حوضه مورد نیاز برای مدل، میزان رواناب توسط مدل برای یک دوره دوماهه از اول ژانویه تا اول مارس سال ۲۰۰۵ پیش بینی و نیز با مقدار اندازه‌گیری مقایسه، که نتایج آن در شکل ۲ ارائه شده است، در این شکل در محور عمودی مقدار رواناب خروجی حوضه بر حسب cumecs^1 و در محور افقی زمان خروج یک مقدار مشخص رواناب بر حسب ساعت در دو حالت اندازه‌گیری شده (رنگ سبز) و شبیه‌سازی شده (رنگ قرمز) را نشان می‌دهد.



شکل ۲ - مقدار رواناب مشاهده شده (رنگ سبز) و پیش بینی شده (رنگ قرمز) در نقطه خروجی حوضه Gais Gill

به منظور ارزیابی دقت مدل در پیش بینی میزان رواناب از شاخص Nash Sutcliffe efficiency استفاده شد. این شاخص به منظور تعیین قدرت پیش بینی مدل‌های هیدرولوژیکی استفاده و به صورت زیر تعریف می‌شود

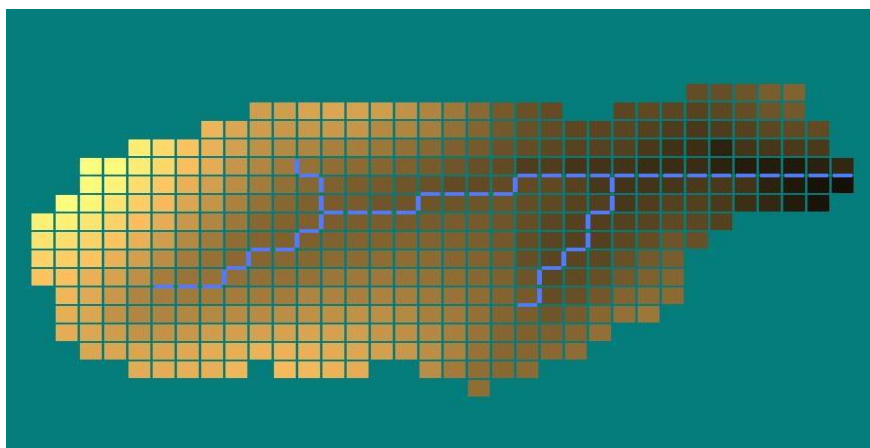
1- Cubic Meter per Second

$$E = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - Q_0^-)^2} \quad [1]$$

که Q_0 مقدار رواناب اندازه‌گیری شده، Q_m مقدار رواناب برآورد شده، Q_0^t مقدار رواناب اندازه‌گیری شده در زمان t می‌باشد.

مقدار این شاخص از $-\infty$ تا ۱ می‌تواند تغییر کند، بدین صورت که مقدار یک، این شاخص نشان دهنده این است که مقدار رواناب پیش بینی شده دقیقاً برابر با مقدار اندازه‌گیری شده است و مقدار صفر نشان دهنده این است که مقدار شبیه سازی شده برابر با میانگین مقدار مشاهده شده است و مقادیر کمتر از صفر زمانی اتفاق می‌افتد که میانگین مقدار اندازه‌گیری شده در هر بازه زمانی قویتر از مقدار ارائه شده توسط مدل باشد. به طور کلی هرچه مقدار این شاخص به یک نزدیکتر باشد مدل قویتر و مقدار شبیه‌سازی شده به واقعیت نزدیکتر است (ناش و ساتکلیف، ۱۹۷۰)، در این مطالعه مقدار این شاخص برابر ۰/۴۹۶ می‌باشد.

خروجی دیگر مدل که در واقع یک بخش کلیدی از مدل است، تولید اتوماتیک شبکه آبراهه‌ی رودخانه می‌باشد. برخلاف الگوریتم معمول مورد استفاده جهت تولید شبکه آبراهه در یک حوزه از طریق DEM (جنسون و دومینگو، ۱۹۸۸)، در مدل SHETRAN از الگوریتم‌های پیچیده‌تری که توسط گریمالدی (۲۰۱۰) پیشنهاد شد استفاده می‌شود. در این روش فرض بر این است که آبراهه‌ها در امتداد هر سلول جریان می‌یابند بدین صورت که ابتدا نقطه خروجی شبکه را تعیین و چاله‌های موجود در نقشه DEM را حذف کرده، سپس جهت جریان مشخص می‌شود و فرض بر این است که نقطه شروع آبراهه هنگامی است که مساحت ناحیه بالادست حوزه که در ایجاد رواناب مؤثر است از مقدار آستانه برای ایجاد آبراهه بیشتر باشد (بیرکینشاو، ۲۰۱۰). بنابراین با استفاده از نقشه‌های مورد استفاده در مدل SHETRAN هم زمان با پایان شبیه سازی میزان رواناب، مدل یک فایل خروجی با فرمت HDF5 ارائه داده که توسط نرم افزار HDFView قابل نمایش است (شکل ۳). که در این شکل، آبراهه‌های موجود در حوزه نشان داده شده است.



شکل ۳- شبکه آبراهه موجود در حوزه Gais Gill

SHETRAN در حال حاضر به عنوان مکمل در سیستم‌های پشتیبانی و تصمیم‌گیری به منظور حداکثر بهره‌وری از آن در مدیریت اثرات محیطی کاربرد دارد (ایون و همکاران، ۲۰۰۰).



در کشور به علت عدم اندازه‌گیری میزان رواناب در حوزه‌های موجود بر حسب ساعت برای حداقل دو ماه متوالی، امکان استفاده از این مدل فراهم نبود بنابراین می‌توان از مدل SHETRAN برای شبیح سازی میزان رواناب و نشان دادن مسیر آبراهه‌های موجود در یک حوضه، همچنین تأثیر نوع پوشش گیاهی مختلف در یک حوضه مشخص در تولید میزان رواناب، در صورت دسترسی که داده‌های مورد نیاز مدل از جمله میزان رواناب اندازه‌گیری شده بر حسب ساعت فراهم باشد، استفاده کرد و با استفاده از نتایج این مدل می‌توان برنامه ریزی‌هایی برای مدیریت اراضی در جهت کاهش رواناب و تولید رسوب ارائه داد.

منابع

رهنما، ا.، ۱۳۷۸. برآورد رواناب سطحی در حوضه آبخیز بشار به روش CN با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.

Birkinshaw SJ, 2010. Technical Note: Automatic river network generation for a physically- based river catchment model. *Hydrology and Earth System Sciences* 14: 1767- 1771.

Birkinshaw SJ, Philip J and Ewen J, 2009. Graphical user interface for rapid set-up of SHETRAN physically-based river catchment model. *Environmental Modelling and software* 25: 609-610.

Ewen J, Parkin G and O' Connell PE, 2000. SHETRAN: DISTRIBUTED RIVER BASIN FLOW AND TRANSPORT MODELING SYSTEM. *Journal of Hydrologic Engineering* 5: 250- 258.

Grimaldi S, Petroselli A, Alonso G and Nardi F, 2010. Flow time estimation with spatially variable hill slope velocity in ungauged basins. *Advances in Water Resources* 33: 1216-1223.

Jenson K and Domingue JO, 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographical information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54: 1593-1600.

Nash JE and Sutcliffe JV, 1970. River flow through conceptual models part I – A discussion of principles. *Journal of Hydrology* 10: 282- 290.

Ockenden MC and Chappell NA, 2011. Identification of the dominant runoff pathways from data-based mechanistic modelling of nested catchment in temperate UK. *Journal of Hydrology* 402: 71-79.



تجزیه و تحلیل رسوب معلق و تعیین مناطق همگن رسوبزایی (مطالعه موردی: رودخانه دز)

پریسا دانیایی^۱، سیده نساء سید العلماء^۱، مسعود نصری^۲
۱- کارشناس ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز
۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

مقدمه

رسوب در حوزه‌های آبخیز متأثر از عوامل مختلفی مانند اقلیم، پستی و بلندی و فعالیت‌های انسانی است. تغییرات رسوبدهی در حوزه‌های آبخیز، چگونگی تغییرات زمانی و مکانی آن، اندازه و دانه‌بندی رسوب از مهمترین متغیرهای رسوبدهی در حوزه‌های آبخیز می‌باشد. تعیین و برآورد میزان تولید رسوب یکی از ضروریات علم آبخیزداری و حفاظت خاک است (احمدی، ۱۳۷۸) و در شناسایی مناطق بحرانی یک حوزه آبخیز قابل استفاده می‌باشد (بروشکه و همکاران، ۱۳۸۳). از آنجایی که سطح حوزه رودخانه‌ها وسیع است و آبخیزداری کل سطح حوضه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد، لذا تعیین زیر حوزه‌های بحرانی از نظر تولید رسوب (الویت‌بندی زیر حوزه‌ها) حایز اهمیت است (عرب خدری و زرگر، ۱۳۷۴). هدف از انجام این تحقیق شناسایی و دستیابی به مهمترین عوامل تأثیرگذار در بروز و تشدید رسوب، تعیین مناطق همگن رسوبزایی و همچنین شناسایی مناطق بحرانی از حیث تولید رسوب در حوزه آبخیز سد دز (رودخانه سزار) می‌باشد.

مواد و روشها

حوضه مطالعاتی بخشی از حوضه رودخانه دز واقع در بالادست سد دز به نام حوضه آبخیز سد دز می‌باشد که به عنوان حوضه آبخیز رودخانه سزار نیز شناخته می‌شود. مساحت این حوضه ۱۶۲۱۳ کیلومتر مربع می‌باشد و از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۱۰' و ۴۸' تا ۲۱' و ۵۰' طول شرقی و ۳۱' و ۳۴' تا ۷' و ۳۴' عرض شمالی محدود است. تولید رسوب در حوضه دز بر اساس مطالعات کارشناسان فائو بین ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ تن در هر کیلومتر مربع تخمین زده شده است. به عبارت دیگر در حوضه دز به طور متوسط ۱/۵ میلی‌متر خاک در هر سال تحت فرسایش قرار می‌گیرد. در سطح حوضه آبخیز دز، ۳۶ ایستگاه هیدرومتری وجود دارد که با مراجعه به سازمان تحقیقات منابع آب ایران و سازمان آب منطقه‌ای تعداد ۱۱ ایستگاه رسوب‌سنجی در سطح حوضه آبخیز انتخاب شد (جدول شماره ۱).

به منظور ارائه مدل مناسب برآورد تولید رسوب در زیر حوضه‌ها اقدام به برقراری رگرسیون چند متغیره (عرب خدری و زرگر، ۱۳۷۴) با استفاده از روش‌های پیشرو^۱، پسرو^۲، حذف^۳، ورود تمام متغیرها^۴ و روش گام به گام^۵ بین مقادیر رسوب معلق روزانه ویژه به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای فیزیوگرافیکی (طول حوضه و مساحت

¹ Forward

² Backward

³ Delete

⁴ Enter

⁵ Stepwise



حوزه)، اقلیمی (بارش متوسط سالانه، درجه حرارت متوسط سالانه، ضریب خشکی دومارتن) و هیدرولوژیکی (دبی متوسط سالانه و دبی‌های حداقل و حداکثر سالانه) به عنوان متغیر مستقل شد (جدول شماره ۱). انتخاب و تعیین متغیرها بر اساس معیارهایی چون مؤثر بودن در مقدار تولید رسوب و انتقال آن، سهولت دسترسی، میزان اهمیت متغیر در منطقه مورد مطالعه و در نهایت استفاده از متغیرهای مذکور در سایر تحقیقات صورت گرفته، بوده است. با استفاده از آمار ایستگاههای رسوب‌سنجی مقادیر رسوب معلق روزانه هر یک از ایستگاهها محاسبه گردید و به عنوان پارامتر وابسته استفاده شد. مساحت هر زیرحوزه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و ترسیم محدوده زیر حوزه‌های منتهی به ایستگاههای مورد مطالعه و با کمک نرم افزار GIS تعیین شد.

جدول شماره ۱: وضعیت پارامترهای مستقل و وابسته در ایستگاههای رسوب سنجی

نام ایستگاه	رسوب معلق روزانه ton/day	رسوب معلق روزانه ویژه ton/day/km ²	مساحت km ²	طول حوضه km	بارش متوسط سالانه mm	دبی حداکثر m ³ /s	دبی حداقل m ³ /s	دبی متوسط m ³ /s
ونایی	۶/۴۶	۰/۱۰۸	۶۰	۱۲	۹۰۰	۲/۳۴	۱/۱۸	۱/۶۷
افراونده(بیاتون)	۹/۷۱	۰/۰۸۱	۱۲۰	۲۴	۳۸۰	۰/۹۶	۰/۱۴	۰/۴۲
دوخواهران	۸۶/۸۰	۰/۰۸۹	۹۷۳	۴۶	۴۲۵	۱۳/۷۱	۱/۲۷	۴/۷۳
دره تخت	۸۳/۳۰	۰/۰۳۸	۲۱۸۵	۵۵	۶۳۰	۲/۳	۰/۸۵	۱/۴۶
درود	۱۴۷/۶۰	۰/۰۵۶	۲۶۵۵	۸۳	۵۵۰	۳۰/۵۶	۳/۸۳	۱۰/۴۷
چم چیت	۹۹/۸۰	۰/۲۸۹	۳۴۵	۳۲	۶۵۰	۱۴/۶۷	۴/۰۶	۷/۳۱
سپید دشت	۱۱۹۳/۴۰	۰/۱۶۶	۷۱۷۴	۱۰۱	۷۸۰	۱۰۲/۵۸	۱۹/۴	۴۶/۹
کشور	۴۳۴/۶۰	۱/۲۹۳	۳۳۶	۲۴	۷۵۰	۱۱/۲۶	۲/۰۵	۵/۷۵
تنگ پنج(سزار)	۶۸۷۷/۰۰	۰/۷۳۱	۹۴۱۰	۱۵۱	۹۰۰	۲۴۳/۱۱	۲۵/۷۴	۱۰۴/۱۵
تنگ پنج(بختیاری)	۹۶۸۵/۰۰	۱/۵۰۶	۶۴۳۲	۱۴۴	۱۰۵۰	۳۲۱/۲۳	۸۰/۵۳	۱۵۰/۱۷
تله زنگ	۱۲۷۳۳/۰۰	۰/۷۸۵	۱۶۲۱۳	۱۴۲	۸۷۵	۵۷۲/۳۷	۱۲۷/۵۴	۲۶۹/۲۷

به منظور تعیین مناطق همگن رسوبزایی در منطقه مورد مطالعه تجزیه و تحلیل خوشه‌ای^۶ (فتوحی و اردکانی، ۱۳۸۱) با استفاده از روش‌های مختلف، ارتباط متوسط (بین گروهی)، نزدیکترین همسایه، ارتباط کامل (دورترین همسایه)، مرکز ثقل، روش میانه و روش Ward، با استفاده از نرم افزار Spss انجام شد. سپس با توجه به اشکال نمودارهای درختی حاصل شده از روش‌های متفاوت و همچنین مشخصات و ویژگی‌های زیر حوضه‌ها بهترین روش انتخاب گردید.

نتایج و بحث

متغیرهایی که در یک حوزه آبخیز میزان رسوب خروجی از حوزه را تحت تأثیر قرار می دهند، متنوع و فراوانند، لذا استفاده از روش رگرسیون چند متغیره جهت دستیابی به معادله‌ای که مبین ارتباط مناسب رسوب و هر یک از این عوامل باشد مناسب به نظر می رسد با توجه به معادلات رگرسیونی نهایی که به عنوان مدل‌های نهایی برای

⁶ Cluster Analysis



هر زیرحوزه انتخاب گردیده‌اند می‌توان به تعیین مهمترین عوامل مؤثر در تولید رسوب روزانه زیرحوزه‌ها دست یافت و بر این اساس با توجه به عامل یا عوامل مذکور اقدام به اتخاذ تصمیمات اجرایی و مدیریتی مناسب نمود. در بین معادلات رگرسیونی انجام گرفته روش گام به گام به دلیل داشتن ضریب تبیین بالاتر، خطای تخمین کمتر و تعداد پارامترهای مستقل محدودتر نسبت به سایر روش‌های انجام شده برتری داشت (۴). لذا وارد شدن عامل قدرتمند بارش در معادله رگرسیونی حاصل شده از این روش (معادله ۱) برای تولید رسوب معلق روزانه ویژه در حوزه مطالعاتی نشان‌دهنده ارتباط مشخص و کامل بین مقدار بارش از یک سو و تولید رسوب از سوی دیگر است.

$$SEDSP = 0.002 * PREC \quad [۱]$$

در معادله مذکور:

SEDSP: رسوب معلق روزانه ویژه ($ton/day/km^2$) و PREC: بارش متوسط سالانه (mm) می‌باشد. در مطالعات صورت گرفته توسط مهدوی (۱۳۷۸) و علیزاده (۱۳۸۱) نیز براهمیت بارش در مقدار رسوب تولیدی از سطح حوزه تاکید شده است.

جهت تعیین مناطق همگن رسوبزایی تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای هر زیرحوزه انجام گرفت که با توجه به اشکال نمودارهای درختی ارائه شده در روش خوشه بندی و نظر به مشخصات و ویژگیهای زیرحوضه‌ها روش ward به عنوان بهترین روش انتخاب گردید. بر این اساس با گذر خط جداکننده از محور فاصله اقلیدسی ۷ در فاصله تقریبی ۷ از مبدأ، زیرحوضه‌های مطالعاتی به دو گروه همگن (جدول شماره ۲) تقسیم شدند.

جدول شماره ۲: اولویت بندی تولید رسوب معلق در زیرحوضه‌های مطالعاتی سد دز

نام ایستگاه	رسوب معلق ton/day	رسوب معلق ویژه ton/day/km ²	رتبه تولید رسوب کل از کم به زیاد	رتبه تولید رسوب ویژه از کم به زیاد	عضویت در گروه همگن	ضرورت انجام اقدامات حفاظت آب و خاک
ونایی	۶/۴۶	۰/۱۰۸	۱	۵	۱	در حد عادی
افراونده (بیاتون)	۹/۷۱	۰/۰۸۱	۲	۳	۱	در حد عادی
دوخواهران	۸۰/۸۶	۰/۰۸۹	۴	۴	۱	در حد عادی
دره تخت	۸۳/۳۰	۰/۰۳۸	۳	۱	۱	در حد عادی
درود	۱۴۷/۶۰	۰/۰۵۶	۶	۲	۱	در حد عادی
چم چیت	۹۹/۸۰	۰/۲۸۹	۵	۷	۱	در حد عادی
سپید دشت	۱۱۹۳/۴۰	۰/۱۶۶	۸	۶	۲	در حد عادی
کشور	۴۳۴/۶۰	۱/۲۹۳	۷	۱۰	۱	بسیار ضروری
تنگ پنج (سزار)	۶۸۷۷	۰/۷۳۱	۹	۸	۲	ضروری
تنگ پنج (بختیاری)	۹۶۸۵	۱/۵۰۶	۱۰	۱۱	۲	بسیار ضروری
تله زنگ	۱۲۷۳۳	۰/۷۸۵	۱۱	۹	۲	ضروری

منطقه همگن به منطقه‌ای گفته می‌شود که از نظر خصوصیات هیدرولوژیکی، زمین شناسی، توپوگرافی و پوشش گیاهی دارای شباهت‌های قابل ملاحظه باشد (مزین، ۱۳۸۲). بین دو گروه همگن جدا شده، تفاوت‌های فاحشی از نظر پارامترهایی چون مساحت، طول حوضه، دبی متوسط سالانه و بار رسوب معلق روزانه وجود دارد و این

⁷ Euclidean Distance



تفاوت در حد بارزی بزرگتر از تفاوت همین عوامل در بین زیرحوضه‌های قرار گرفته در درون گروه‌های همگن است.

دو نوع اولویت‌بندی در مورد زیرحوضه‌های مورد مطالعه بر اساس مقدار رسوب کل و رسوب ویژه انجام شده است (جدول شماره ۲) که بسته به هدف، امکانات زمانی و سرمایه‌ای، نیروی انسانی و سایر عوامل مؤثر می‌توان از یکی یا هر دو روش استفاده نمود. عرب خدری و زرگر (۱۳۷۴) نیز در مطالعه‌ای مقدار تولید رسوب حوزه آبخیز را معیاری سهل الوصول و قابل قبول برای درجه بندی زیر حوضه‌ها بیان داشتند همچنین نجفی (۱۳۸۲) با توجه به عامل رسوب سالانه زیرحوضه‌های آبخیز اصفهان و سیرجان را اولویت بندی نمود.

منابع

۱. احمدی، ح.، ۱۳۷۸. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱، فرسایش آبی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. بروشکه، ا. سکوتی ر و عرب خدری م.، ۱۳۸۳. برآورد رسوبدهی سرشاخه‌ها با استفاده از اندازه‌گیری رسوب در پشت سدهای رسوب گیر (استان آذربایجان غربی)، اولین کنفرانس آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، دانشگاه کرمان.
۳. عرب خدری، م. و زرگر ا.، ۱۳۷۴. برآورد تولید رسوب در بخش شمالی البرز با استفاده از مدل‌های رگرسیونی، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۲۹.
۴. فتوحی اردکانی، ا.، ۱۳۸۱. کتاب آموزشی SPSS ۱۰. (ترجمه)، انتشارات شایگان، ۴۴۸ص.
۵. مزین، م.، ۱۳۸۲. بررسی روابط بین اجزای مختلف بارندگی و رواناب در حوزه آبخیز کسلیان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، ۸۱ ص.
۶. نجفی، د.، ۱۳۸۲. اولویت بندی زیرحوضه های آبخیز اصفهان و سیرجان در تولید رسوب با استفاده از تجزیه و تحلیل منطقه ای، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، ۷۵ ص.



معرفی قابلیت های مدل WMS در مدلسازی و مدیریت بهینه حوضه های آبخیز

لیلا سلیمانی^۱، علی حقی زاده^۲، حسین زینی وند^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه لرستان

۲- استادیار گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشگاه لرستان

l.soleimani@ymail.com

مقدمه:

مدل WMS از جمله مدل‌های جدیدی است که توسط آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه برینگهام توسعه پیدا کرده است. این مدل با اطلاعات مدل رقومی ارتفاعی و با بانک اطلاعات داده های GIS به منظور ایجاد ساختار مدل حوضه آبریز و پارامترهای آن ادغام می شود. از جمله مدل‌های حوضه آبریزی که بوسیله WMS پشتیبانی می شوند عبارتند از: مدل‌های تفهیمی بارندگی-رواناب TR-7HEC-1۲۰ مدل توزیعی CAS2D، مدل HSPF و مدل HEC-RAS (اکبرپور و همکاران، ۱۳۸۴). این نرم افزار با تلفیق امکانات GIS و مدل های هیدرولوژیکی متنوع توانسته است ابزاری قدرتمند در شبیه سازی هیدرولوژیکی حوضه های آبریز ایجاد کند، بطوری که ابتدا داده های خام ورودی توسط نرم افزار دریافت و پس از پردازش اولیه برای ایجاد بستر رقومی مورد نیاز شبیه سازی به فرمت TIN یا DEM تبدیل می گردند. صدراالاشرفی و همکاران (۱۳۸۷)، به تهیه مدل پهنه بندی سیلاب رودخانه دز با استفاده از نرم افزار WMS پرداختند. نتایج این تحقیق بیان گر میزان دقت، کارایی و سهولت استفاده از نرم افزار WMS برای پهنه بندی سیلاب در رودخانه ها، امکان انجام پیوسته چندین فرآیند شبیه سازی مستقل توسط مدول های مختلف موجود در نرم افزار WMS و امکان هشدار به موصع برای کاهش اثرات وقوع سیلاب است. نتایج این تحقیق می تواند در پیش بینی و مدیریت سیلاب در سایر نقاط سیل خیز مورد استفاده قرار گیرد. نوری و همکاران (۱۳۹۰)، طی یک تحقیق، با استفاده از مدل WMS/HEC-HMS به پیش بینی هیدروگراف خروجی حوضه آبریز رودخانه شور واقع در استان کردستان، پرداختند. سپس شماره منحنی زمان تاخیر و تلفات آب مورد واسنجی قرار گرفت. نتایج فاز صحت سنجی نشان داد که نرم افزار مذکور یک ابزار مفید، جهت تخمین هیدروگراف سیلاب، در نقاط فاقد امار حوضه های آبریز خواهد بود. اکبرپور و همکاران (۱۳۸۴)، در پژوهشی تحت عنوان " بررسی و کاربرد مدل WMS در مهندسی رودخانه"، این مدل را برای حوضه های بایگ و رشتخوار، واقع در استان خراسان، اجرا نموده و به آنالیز حساسیت برای تخمین دبی پیک با توجه به شرایط رطوبتی خاک و زمان تمرکز با روشهای مختلف، پرداختند. نتایج آنالیز حساسیت نشان داد که فاکتور مهم و تاثیر گذار در تخمین دبی پیک شرایط رطوبتی خاک است. در پژوهشی دیگر، نحوی نیا و همکاران (۱۳۸۷)، نیز در بررسی آنالیز حساسیت دبی پیک حوضه آبریز با استفاده از مدل WMS، در حوضه آبریز بندر بیرجند، به نتیجه ی مشابه دست یافتند. فاکتور اجاقلو و همکاران (۱۳۸۷)، به ارزیابی عملکرد مدل WMS/HEC-1، در شبیه سازی هیدروگراف سیل، در حوضه آبخیز کسلیان پرداختند. مقدار خطای برآورد شده



دبی اوج، حجم رواناب و زمان رسیدن به اوج با استفاده از مدل به ترتیب ۴ و ۷ و ۲۱ درصد بدست آمد که بیان کننده عملکرد مطلوب مدل، در تخمین دبی اوج و حجم رواناب می باشد. در تحقیق حاضر سعی بر آن است که قابلیت های مختلف این نرم افزار قدرتمند و پرکاربرد، در جهت مدل سازی حوضه های آبخیز و مدیریت بهتر آنها در جهت نیل به توسعه پایدار، معرفی گردند.

مواد و روش ها:

معرفی مدل WMS:

سیستم مدل سازی آبخیز (WMS) یک محیط مدل سازی جامع گرافیکی برای تمامی فازهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی حوزه آبخیز است. این نرم افزار شامل ابزارهای قدرتمند برای مدل سازی فرایندهای خودکار شامل استخراج اتوماتیک حوزه آبخیز، محاسبه پارامترهای هندسی، محاسبه همپوشانی لایه ها در GIS (CN)، عمق رواناب، ضریب زبری و غیره) استخراج مقطع عرضی از داده های عوارض زمین و خصوصیات بسیار دیگری است که در نرم افزار WMS آورده شده است. این نرم افزار از مدل سازی هیدرولوژیکی با HEC-HMS، TR20، TR55، روش استدلالی، NFF، MODRAT و HSPF پشتیبانی می کند. مدل های هیدرولیکی پشتیبانی شده شامل HEC-RAS و DAMBREAK ساده شده هستند. همه آنها در یک چهارچوب پردازشی مبتنی بر داده های GIS می تواند عمل مدل سازی و نقشه کشی حوزه آبخیز را آسان تر از هر زمان دیگر نماید. طراحی ماژول های این برنامه، کاربر را قادر می سازد تا ماژول ها را در ترکیب های دلخواه انتخاب نماید. و همین طور کاربر را قادر می سازد که تنها قابلیت هایی از مدل سازی هیدرولوژیکی که مورد نیاز هستند را انتخاب کند. آنچه WMS را از سایر نرم افزارهای مشابه متمایز میکند ارایه مدل مفهومی است که می توان با بکارگیری این ابزار در بستر رقومی TIN اقدام به شبیه سازی حوزه های شهری نمود و با بکارگیری مدل های مربوط به هیدرولوژی شهری، حجم رواناب حاصل از بارش را محاسبه و در نهایت آن را بعنوان مقادیر ورودی در نرم افزار StormCAD و یا مدل Storm Drain برای طراحی شبکه سیلابی شهری بکار برد.

قابلیت های مدل WMS در مدل سازی حوضه های آبخیز:

- ۱- محاسبه ی مشخصات فیزیوگرافی حوزه: WMS قادر است خصوصیات فیزیوگرافی حوزه از جمله، مساحت، محیط، طول، شیب و ... را محاسبه کند.
- ۲- محاسبه ی زمان تمرکز به وسیله ی فرمول های تجربی
- ۳- تشخیص بزرگترین مسیر جریان
- ۴- کاربرد روش های منطقی برای تعیین سیل (NFF)
- ۵- مدیریت نقشه کاربری اراضی و گروه های هیدرولوژیکی خاک
- ۶- نرم افزار WMS قادر است از ترکیب نقشه های کاربری اراضی و گروه های هیدرولوژیکی خاک و استفاده از میانگین وزنی، شماره منحنی (CN)، را محاسبه نماید.



۷- استفاده از موتور HEC-HMS جهت محاسبه بارش-رواناب: مدل فوق از بهترین و مشهورترین ابزارهای موجود، جهت محاسبات بارش-رواناب می باشد، که با استفاده از داده های خام می توان از امکانات آن استفاده نمود.

۸- استفاده از قابلیت های موتور محاسباتی HSPF: این مدل، یکی از قویترین ابزارهای موجود، جهت محاسبه ی آلودگی و رسوب در رودخانه ها، با استفاده از داده های اقلیمی و هیدرولوژیکی می باشد.

۹- قابلیت های موتور محاسباتی GSSHA: این مدل، شکل تحول یافته ی مدل CASC2D است، که به صورت غیر دائمی و بر اساس روابط فیزیکی و با استفاده از روندیابی دو بعدی جریان سطحی، عکس العمل حوضه را در برابر بارش، شبیه سازی می کند. GSSHA یک مدل هیدرولوژیکی فیزیکی و مبتنی بر پارامترهای توزیعی می باشد، که پاسخ حوضه را نسبت به ورودی های اقلیمی مدل نشان می دهد. اجزای اصلی این مدل شامل توزیع بارش، تجمع برف و ذوب آن، رهگیری بارش، نفوذ، تبخیر و تعرق، نگهداشت آبهای سطحی، فرسایش رسوبات زمینی، حمل و نقل رسوب و مسیر یابی آن، می باشد. در طول بارش، رویدادهای زمانی و مکانی بسیاری ممکن است اتفاق بیفتد. بارش ممکن است توسط پوشش گیاهی، قبل از رسیدن به سطح زمین، قطع شده باشد، که از میزان بارش رسیده به سطح زمین کسر می شود. مقداری از بارش بعد از رسیدن به سطح زمین، ممکن است به دلیل نیروهای گرانشی و موئینگی، نفوذ کند. باقیمانده ی بارش ممکن است به عنوان یک جریان دوبعدی (2-D)، به جریان های زیر زمینی ببینند، که در نهایت همه این جریانات به عنوان یک جریان یک بعدی (1-D)، به خروجی حوضه می رسد، که مدل GSSHA قادر است تمام این اتفاقات را شبیه سازی کند. برخی از فرآیندهای هیدرولوژیکی که می تواند توسط این مدل شبیه سازی شود در جدول (۱)، آمده است.

جدول ۱- برخی از قابلیت های موتور محاسباتی GSSHA، در مدل WMS

فرآیند هیدرولوژیکی	پارامتر برآوردی
پلی گون های تیسن (نزدیکترین همسایه)	توزیع بارش در سطح حوضه
تجمع برف و ذوب آن	تبادل انرژی
موانع بارندگی	برآورد پارامترهای تجربی
تجمع آب های زیرزمینی	تعیین عمق
نفوذپذیری	تخمین ضرائب معادله ی گرین-آمپت و معادله ی ریچارد
روندیابی آب های سطحی	امواج ساطع شده ی 2-D، جهت حرکت های متناوب و پیشگویی و اصلاح آن

نتیجه گیری:

مدل WMS، که تحت سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، و از جدیدترین و جامع ترین نرم افزارها جهت انجام آنالیزهای هیدرولوژیکی است، یکی از ساده ترین و در عین حال قدرتمندترین مدل ها، در خصوص مدلسازی



حوضه های آبخیز می باشد، که بسیاری از قابلیت های این مدل به دلیل عدم شناخت کافی پژوهشگران از آن، از نظر دور مانده است، معرفی قابلیت های مهم این مدل، در جهت استفاده ی هرچه بیشتر از آن، در امر مدلسازی حوضه های آبخیز، و مدیریت بهینه آنها، حائز اهمیت فراوان می باشد.

منابع:

۱- اکبرپور، ا. و شریفی م.ب.، ۱۳۸۴. بررسی و کاربرد مدل WMS در مهندسی رودخانه (مطالعه موردی: حوضه های بایگ ورشتخوار در استان خراسان)، نمایه شده در سایت سیوبلیکا، پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه باهنر کرمان. کرمان.

۲- اوچاقلو، ح.، سهرابی، ت.، و صابری، م.، ۱۳۸۷. ارزیابی مدل WMS در تخمین مشخصه های هیدروگراف سیل (مطالعه موردی: حوضه معرف کسلیان)، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، دانشگاه زابل، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، زابل.

۳- صدراالشرافی، س.س.، خیاط خلقی، م.، و محمد علی تامر، ا.، ۱۳۸۷. تهیه مدل پهنه بندی سیلاب با استفاده از نرم افزار WMS (مطالعه موردی حوضه آبریز دز)، هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، انجمن هیدرولیک ایران، دانشگاه صنعت آب و برق، تهران.

۴- نحوی نیا، م.ج.، کریمی ب.، کاردان مقدم ح. و اکبرپور ا.، ۱۳۸۷. آنالیز حساسیت دبی پیک حوضه آبریز با استفاده از مدل WMS (مطالعه موردی حوضه آبریز بنددره بیرجند)، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، دانشگاه زابل، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، زابل.

۵- نوری، س.ف.، بهمنش، ج.، یاسی، م.، و محمد نژاد، ب.، ۱۳۹۰. برآورد هیدروگراف خروجی حوضه آبریز با استفاده از مدل WMS/HEC-HMS (مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه شور از سر شاخه های رودخانه قزل اوزن)، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر، کرمان.



ارزیابی اثرهای کاربرد پساب شهری تصفیه شده در جذب عناصر سنگین در گوجه فرنگی و کیفیت آن

احمد رضا محمدزاده^۱

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

مقدمه

آلودگی منابع آب و خاک و تجمع فلزات سنگین در محصولات کشاورزی یکی از مهم‌ترین مسایل زیست محیطی است که زندگی گیاهان، حیوانات و انسان را تهدید می‌کند. آلوده شدن منابع آب و خاک به دلیل ارتباط نزدیک این دوتا تغذیه موجودات زنده و نقش مستقیم آنها در تولید محصولات کشاورزی از جنبه‌های زیست محیطی و سلامت انسان بسیار حائز اهمیت است. جذب فلزات سنگین از اراضی آلوده به وسیله گیاهان و بویژه گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود این عناصر به زنجیره غذایی است (Chaney, 1990). در سرتاسر جهان تحقیقات بر روی آلودگی خاک‌ها و گیاهان به فلزات سنگین به ویژه از طریق آبیاری با پساب‌های شهری و صنعتی انجام گرفته است (وائقی و شریعتمداری، ۱۳۸۰؛ Flores و همکاران، ۱۹۹۷؛ Alloway و Merrington، ۱۹۹۷؛ Souerbeek و Hein، ۱۹۹۱). Alloway (۲۰۰۱) اظهار می‌دارد که سیستم‌های زیست محیطی ظرفیت محدودی برای جذب آلاینده‌های ورودی دارند و اگر تجمع مداوم آلاینده‌ها صورت گیرد توانایی خاک به عنوان یک محیط پذیرنده به طور قابل توجهی کاهش یافته و یا به طور کلی از بین می‌رود. بنابراین فلزات سنگین به هر نحو به خاک‌های کشاورزی وارد شوند باید در سطوحی نگه داری شوند که حداقل زیان را به گیاهان وارد نموده و کمترین خطر مصرف را از طریق ورود به زنجیره غذایی داشته باشد (Smith، ۱۹۹۲). این پژوهش به منظور بررسی و ارزیابی اثرهای کاربردی پساب شهری تصفیه شده در جذب عناصر سنگین در گوجه فرنگی و کیفیت آن در اراضی زراعی روستای امرغان واقع در غرب مشهد اجرا گردید.

مواد و روشها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اراضی زراعی روستای امرغان، واقع در غرب مشهد و در مجاورت تصفیه خانه‌های فاضلاب پرکنندآباد در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمارهای اعمال شده شامل آبیاری با آب چاه و آبیاری با پساب بود. رقم گوجه فرنگی کشت شده استرلینگ (کارون) بود. بعد از برداشت محصول نمونه برداری از خاک صورت گرفت. در طی فصل رشد، در چند نوبت از پساب مورد استفاده و آب چاه نمونه برداری انجام شد. در آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مشهد تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، آب، پساب صورت گرفت و غلظت عناصر جذب شده میوه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری غلظت عناصر سنگین در آب، پساب، خاک مزرعه و میوه گوجه فرنگی در آزمایشگاه بخش شیمی موسسه تحقیقات خاک و آب صورت گرفت. در نمونه‌های رسیده میوه، ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های کیفی شامل درصد رطوبت، غلظت کل مواد جامد محلول، پ هاش



وسفتی آن تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام پذیرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱- غلظت عناصر سنگین در آب و پساب مورد استفاده (میلی گرم در لیتر)

مشخصات نمونه	کادمیم	نیکل	کروم	آرسنیک	کبالت	سرب
آب چاه	۰/۰۰۰۴۳	۰	۰/۰۰۸۰۱	۰/۰۰۳۴۵	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۱۹۶
پساب	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۵۵۳	۰/۰۰۴۸	۰/۰۱۴۲	۰/۰۰۲۲	۰/۰۱۸۳
پساب	۳/۰۲	۰/۰۰۹۲۳	۰/۰۱۲۹۲	۰/۰۳۱۹	۰/۰۰۲۹۷	۰/۰۳۷۹
پساب	۰/۰۰۰۶۸	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۵۹۵	۰/۰۳۸۸	۰/۰۰۴۳	۰/۰۱۴۳

نتایج نشان می دهد (جدول ۲) که غلظت کادمیم در عمق ۳۰-۰ سانتی متری کاهش و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری افزایش یافته است. همچنین غلظت نیکل نیز در عمق ۳۰-۰ سانتی متری کم و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری زیاد شده است. در حالی که روند تجمع سرب برعکس می باشد. بدین معنی که در تیمار کاربرد پساب غلظت سرب در عمق ۳۰-۰ سانتی متری افزایش و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری کاهش یافته است. اگرچه غلظت کروم در هر دو عمق زیادتر شده است ولی افزایش آن در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری ناچیز می باشد.

جدول ۲- غلظت عناصر سنگین در خاک مزرعه پس از برداشت گوجه فرنگی (میلی گرم در کیلوگرم)

مشخصات نمونه	عمق (سانتیمتر)	کادمیم قابل جذب	سرب قابل جذب	نیکل قابل جذب	کروم قابل جذب	آرسنیک قابل جذب
آب چاه	۰-۳۰	۰/۰۰۴۸۶	۱/۲۱۲	۰/۲۲۶	۰	۰
آب چاه	۳۰-۶۰	۰/۰۰۴۴۴	۱/۸۵۸	۰/۱۹۴۴	۰/۰۱۰۲	۰
پساب	۰-۳۰	۰/۰۰۲۸۸	۱/۶۸۶	۰/۱۵۸	۰/۰۰۴۶۴	۰
پساب	۳۰-۶۰	۰/۰۰۵۴۸	۱/۲۱۴	۰/۲۰۶	۰/۰۱۰۷۸	۰

نتایج نشان می دهد (جدول ۳) که در تیمار کاربرد پساب جذب عناصر آهن و منگنز در میوه گوجه فرنگی افزایش یافته در حالیکه غلظت کلسیم، پتاسیم، روی، مس و برو ازت نیتراتی کم شده است. غلظت نیتروژن و فسفر تقریباً تغییری نکرده است. غلظت عناصر سنگین نیکل و کروم افزایش یافته است (جدول ۴) ولی علیرغم این افزایش، غلظت این عناصر بسیار پایین تر از حدود مجاز اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی و فائو (۲۰۰۷) می باشد.

جدول ۳- غلظت عناصر اندازه گیری شده در میوه گوجه فرنگی

مشخصات نمونه	تیمار آبیاری	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B	N-NO ₃
		میلی گرم در کیلوگرم (ppm) --												
		-----/-----												
میوه	آب چاه	۳/۷۴	۰/۴۶	۱/۳۳	۲/۷۵	۰/۹۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۸۰	۸۷	۲۵	۳۳	۹۶	۲۸۰
میوه	پساب	۳/۶۸	۰/۴۷	۱/۰۷	۲/۵۶	۱/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۲	۱۴۰	۱۱۷	۲۴	۳۱	۸۷	۲۷۲



جدول ۴ - غلظت عناصر سنگین جذب شده توسط میوه گوجه فرنگی (میلی گرم در کیلوگرم)

مشخصات نمونه	کادمیم	سرب	نیکل	کروم	آرسنیک	کبالت
میوه آبیاری شده با آب چاه	۰	۰	۰/۵۴۳	۰/۲۱۵	۰	۰/۴۳۶
میوه آبیاری شده با پساب	۰	۰	۰/۹۱۰	۰/۲۵۴	۰	۰/۴۱۱
سطوح مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی و فائو	۰/۲	۰/۳	۲	۲/۳	۱	۰

نتایج بیانگر این است که اثر پساب بر درصد رطوبت و کل مواد جامد محلول (بریکس) در سطح احتمال ۵٪ و بر پ هاش در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده است (جدول ۵).

جدول ۵ - تجزیه واریانس داده‌ها برای بررسی اثر منابع تغییر بر صفات مورد اندازه‌گیری در گوجه فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد رطوبت	بریکس	پ هاش	سفتی
تیمار	۱	۱/۵۵*	۰/۲۶*	۰/۰۵**	۰/۲۸۲ ^{n.s}
تکرار	۲	۰/۰۹۵ ^{n.s}	۰/۰۷۳ ^{n.s}	۰/۰۰۰۱ ^{n.s}	۰/۷۸۲ ^{n.s}
خطا	۲	۰/۰۸۲	۰/۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۷۲

n.s معنی دار نمی باشد. ** معنی دار در سطح ۱٪ * معنی دار در سطح ۵٪

جدول ۶ - مقایسه میانگین تیمارها برای صفات مورد اندازه‌گیری در گوجه فرنگی*

تیمار	درصد رطوبت	بریکس	پ هاش	سفتی (پوند بر اینچ مربع)
پساب شماره ۲	۹۴/۸۹ ^b	۴/۶۷ ^a	۳/۹۶ ^b	۲/۵۷ ^a
آب چاه	۹۵/۹۱ ^a	۴/۲۵ ^b	۴/۱۵ ^a	۳ ^a

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شده است.

در مورد اثر پساب بر سفتی گوجه فرنگی تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار آبیاری با آب چاه و آبیاری با پساب مشاهده نشد. کاربرد پساب باعث کاهش معنی‌دار درصد رطوبت در گوجه فرنگی شده و مقدار بریکس گوجه فرنگی افزایش یافته است (جدول ۶). افزایش معنی‌دار بریکس بدین معنی است که کل مواد جامد محلول گوجه فرنگی زیاده‌تر شده است. کاهش درصد رطوبت و افزایش بریکس را می‌توان از نظر کیفی اثرهای مثبتی ارزیابی نمود چرا که در نتیجه، میزان رب استحصال از چنین گوجه فرنگی‌هایی در مقایسه با گوجه فرنگی‌های بدست آمده از تیمار آبیاری با آب چاه افزایش می‌یابد. کاهش معنی‌دار پ هاش نیز حاکی از اسیدی‌تر شدن عصاره گوجه فرنگی است که به عنوان صفتی مثبت ارزیابی شده و احتمالاً بر خاصیت ماندگاری گوجه فرنگی اثری مثبت خواهد داشت. کاهش سفتی گوجه فرنگی در تیمار کاربرد پساب به عنوان عاملی منفی در ماندگاری و دوام گوجه فرنگی ارزیابی می‌شود.



منابع

واتقی،س وشریعتمداری،ح. ۱۳۸۰. اثر لجن فاضلاب برغلظت فلزات سنگین در گیاهان کاهوو اسفناج در خاکهای با pH متفاوت.مجله علوم باغبانی، جلد ۲ شماره ۳ و ۴ ص ۱۲۵-۱۴۰.

Alloway,B. J. 2001. Heavy Metals in Soils. John wiley and sons Inc. New York, PP 20-28.

Chang,A. C., Page,A.L ., Warneke, J.E., Resketo,M.R. and Jones,T.E. 1983. Accumulation of cadmium and zinc in Barley growth on sludge treated soils:A long term field study.J. Environ. Quality. 12: 391-397.

Flores,L., Bias,G., Hernandez,G. and Arcala,R.1997. Distribution and sequential extraction of some heavy metals from soils irrigated with waste water from Mexico City. J. Water,Air and Soil Pollution.98:105-117.

Merrington,G and Alloway,B. J.1997. Determiration of the residual metal binding characteristics of soils polluted by Cd and Pb. J. Water,Air and Soil Pollution,100: 49-62.
Souerbeek,D.R.,and Hein,A.1991.The nickel uptake from different soils and its prediction by chemical extractions.J.Water,Air and Soil Pollution.57-58:861-871.



تحلیل روابط بین مقادیر روان آب و سطوح مختلف مصرف افزودنی خاک پلی آکریل آمید

زینب جزبای^۱، سید حمیدرضا صادقی^۲ و حبیب‌اله یونسی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری؛ دانشگاه تربیت مدرس و عضو انجمن آبخیزداری ایران

۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری (نویسنده مسئول) دانشگاه تربیت مدرس و رئیس انجمن آبخیزداری ایران

۳- دانشیار گروه محیط زیست؛ دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

فرسایش خاک یکی از موانع مهم برای دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی است. از این رو به منظور برنامه‌ریزی در زمینه حفاظت خاک و آب، آگاهی از وضعیت و روند میزان فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز و نیز مهار آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. با انجام مروری بر منابع در خصوص مهار فرسایش خاک به‌ویژه روان آب، استفاده از افزودنی‌های خاک از قبیل پلی آکریل آمید (PAM)^۱ انیونی، یکی از غالب‌ترین عملیات حفاظت منابع آب و خاک معرفی شده است (Sepaskhah و Bazrafshan-Jahromi، ۲۰۰۶؛ Weston و همکاران، ۲۰۰۹؛ Ai-Ping و همکاران، ۲۰۱۱؛ Awad و همکاران، ۲۰۱۲؛ Shin و همکاران، ۲۰۱۳). هم‌چنین در فرسایش بارانی و بسیاری از مدل‌ها از جمله مدل MUSLE، روان آب به‌عنوان یک عامل مهم در برآورد تولید رسوب به‌کار می‌رود (Foster و همکاران، ۱۹۷۷؛ Kinne و Risse، ۱۹۹۸؛ Sadeghi و Mizuyama، ۲۰۰۷؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۰۷؛ Sepaskhah و Mahdi-Hosseinabadi، ۲۰۰۸). بنابراین با توجه به رشد روزافزون استفاده از افزودنی‌های مختلف به‌منظور مهار فرسایش خاک و تأثیر آن‌ها بر روان آب، کسب اطلاعات لازم در خصوص ارتباط میزان مصرف PAM و میزان روان آب تولیدی متعاقب مصرف افزودنی‌ها مورد نیاز متخصصین، مدیران و سیاست‌گذاران می‌باشد. در همین راستا با بررسی پیشینه پژوهشی در خصوص ارتباط بین روان آب و متغیرهای دیگر مرتبط با فرسایش از جمله خصوصیات باران، عوامل هیدرولوژیکی و خصوصیات خاک پژوهش‌های بسیاری صورت گرفته است (Aase و همکاران، ۱۹۹۸؛ Rajurkar و همکاران، ۲۰۰۴؛ Boughton، ۲۰۰۶؛ Sadeghi و Mizuyama، ۲۰۰۷؛ Al-Qurashi و همکاران، ۲۰۰۸؛ Bahat و همکاران، ۲۰۰۹؛ Vaezi و همکاران، ۲۰۱۰)، اما تحلیل ارتباط میزان روان آب تولید شده در نتیجه استفاده از افزودنی‌های خاک تاکنون به‌طور مشخص مورد بررسی قرار نگرفته و لذا طی تحقیق حاضر به بررسی ارتباط میزان مصرف PAM و میزان روان آب تولید شده از سطح پلات‌های فرسایشی و تهیه روابط مربوطه پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

خاک مورد نیاز از منطقه بدرانلو واقع در ۱۰ کیلومتری غرب شهرستان بجنورد با ارتفاع متوسط ۱۳۹۰ متر از سطح دریا در استان خراسان شمالی برداشت، آماده‌سازی و پژوهش مورد نظر روی آن انجام شد. به‌همین منظور از کرت‌های کوچک مکعبی به ابعاد ۰/۵ متر طول، ۰/۵ متر عرض و ۰/۳ متر ارتفاع در آزمایشگاه شبیه‌ساز باران و فرسایش دانشگاه تربیت مدرس استفاده شد. شیب کرت‌ها، دوام و شدت شبیه‌سازی متناسب با شرایط حاکم بر منطقه مادری واقع در شهرستان بجنورد به ترتیب ۲۰ درصد، ۳۰ دقیقه و ۱/۲ میلی‌متر در دقیقه در نظر گرفته

^۱ Polyacrylamide



شد. تیمارهای پژوهش شامل تیمار شاهد و هفت تیمار با مقادیر ۰/۴، ۰/۶، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ گرم در مترمربع از PAM (Chaudhari و Flanagan, ۱۹۹۸؛ Sepaskhah و Bazrafshan- Jahromi, ۲۰۰۶؛ شکفته و همکاران، ۱۳۸۴؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۸۴) بوده است.

به منظور بررسی تغییرات روان آب خروجی از سطح مطالعاتی با افزایش مقدار PAM در مدت ۳۰ دقیقه بارش، اقدام به برداشت روان آب و رسوب در فاصله‌های زمانی مشخص گردید. دو دقیقه اول جهت برداشت نمونه از لحظه شروع روان آب فرض گردید. ارتباط بین میزان مصرف PAM و میزان روان آب تولید شده از سطح پلات‌های فرسایشی با استفاده از شکل‌های مختلف رگرسیون دو متغیره استفاده گردید. سپس برای انتخاب بهترین مدل از معیارهای خطای نسبی^۱ (RE)، مجذور میانگین مربعات خطا^۲ (RMSE) و ضریب کارایی^۳ (CE) طبق روابط ۱ تا ۳ محاسبه شد.

$$RE = \left| \frac{y_o - y_e}{y_o} \right| \quad [۱]$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i-1} (y_o - y_e)^2}{n}} \quad [۲]$$

$$CE = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i-1} (y_o - y_{\bar{o}})^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i-1} (y_o - y_e)^2}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i-1} (y_o - y_{\bar{o}})^2} \quad [۳]$$

در این روابط y_o مقدار مشاهده‌ای متغیر، y_e مقدار تخمینی متغیر، $y_{\bar{o}}$ میانگین مقادیر مشاهده‌ای متغیر و n تعداد مشاهدات می‌باشد. برای بررسی‌های آماری و تحلیل نتایج به دست آمده از آماره‌های مختلف توصیفی حاصل از کاربرد نرم‌افزار SPSS ۱۹ و تغییرپذیری آن‌ها در مقیاس آزمایشگاهی استفاده شد. در تمامی روابط رگرسیونی میزان PAM مصرف شده به منظور مهار روان آب بر حسب گرم در متر مربع به عنوان متغیر مستقل (x) و میزان روان آب تولید شده در اثر استفاده از PAM بر حسب میلی‌متر به عنوان متغیر وابسته (y) در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از روان آب تولید شده از سطح مطالعاتی به ازای استفاده از PAM در جدول ۱ در سه تکرار آورده شده است. ارتباط بین میزان روان آب و میزان PAM مورد استفاده در مهار روان آب با استفاده از شکل‌های مختلف رگرسیون دو متغیره به همراه آماره‌های مربوطه نیز محاسبه و در جدول ۲ ارائه شده است.

^۱ Relative Error

^۲ Root Mean Square Error

^۳ Coefficient of Efficiency



جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری روان آب (میلی‌متر) در سه تکرار و کاربرد مقادیر مختلف پلی‌آکریل آمید (گرم در متر مربع) در کرت‌های کوچک آزمایشی

تکرار	0/4	0/6	1	2	3	4	6
1	4663/50	2674/82	1809/41	1659/66	3388/34	3410/28	978/44
2	3475/46	3243/65	2726/49	2522/09	3630/64	3332/51	4435/16
3	3103/51	4942/42	3810/72	3486/30	3745/15	4492/47	2715/31
میانگین	3747/49	3620/30	2782/21	2556/02	3588/04	3745/09	2709/64
انحراف معیار	814/80	1179/79	1001/82	913/79	182/18	648/42	1728/37

جدول ۲ نتایج حاصل از کاربرد رگرسیون دو متغیره در مدل‌سازی تولید روان آب (R به میلی‌متر) از کرت‌های کوچک آزمایشی تحت تیمار مقادیر مختلف پلی‌آکریل آمید (PAM به گرم در متر مربع)

شماره رابطه	رابطه	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	خطای نسبی (درصد)	ضریب کارایی (درصد)	مجدور میانگین مربعات خطا
۴	$R = -0.075 \cdot PAM + 3/926$	۰/۱۰۳	۰/۸۹۷	۰/۸۰۵	۱۰۲۹/۹	-۵۴۲۴۱۳۳/۰۵	۳۳۸۳/۴۹
۵	$R = -0.0815 \ln PAM + 3/027$	۰/۰۴۸	۰/۹۵۲	۰/۹۰۵	۰/۴۴	-۷۷/۲۱	۱/۵۱
۶	$R = 0.649 / PAM + 2/257$	۰/۰۵۵	۰/۹۴۵	۰/۸۹۴	۰/۲۶	-۲۴/۹۸	۱/۰۲
۷	$PAM - 0.0828 PAM^2 + 4/832$ $R = -2/797 +$	۰/۲۰۵	۰/۹۷۹	۰/۹۵۸	-۲/۱۷	-۳۳۳۹/۶۵	۸/۹۳
۸	$PAM^2 + 0.251 PAM^3 + 4/644$ $R = -2/049 PAM - 21/393$	۰/۱۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۱۴۶/۸۹	-۱/۱E+۰۷	۵۱۰/۸۳
۹	$R = 3/994 (0.0785^{PAM})$	۰/۰۹۲	۰/۹۰۸	۰/۸۲۵	۰/۶۲	-۱۶۵/۲۱	۲/۰۹
۱۰	$R = 2/99 PAM^{-0.262}$	۰/۰۴۴	۰/۹۵۶	۰/۹۱۴	۰/۳۷	-۵۵/۴۵	۱/۳۳
۱۱	$R = e^{-0.089 + 0.207 / PAM}$	۰/۰۵۶	۰/۹۴۴	۰/۸۹۰	۰/۲۵	-۲۲/۰۰	۰/۹۸
۱۲	$R = e^{1/285 (-0.222 PAM)}$	۰/۰۹۲	۰/۹۰۸	۰/۸۲۵	۰/۹۲	-۳۹/۱۰	۳/۱۱
۱۳	$R = 3/994 e^{(-0.222 PAM)}$	۰/۰۹۲	۰/۹۰۸	۰/۸۲۵	۰/۵۷	-۱۳۳/۴۸	۱/۹۰

نتایج حاصل از برازش انواع روابط رگرسیونی دو متغیره بین میزان روان آب و میزان پلی‌آکریل آمید مصرفی، عدم وجود روابط معنی‌دار خطی ($P=0/103$) را نشان می‌دهد. دقت در جدول ۲ نشان می‌دهد که مدل‌های توانی (رابطه ۱۰) و لگاریتمی (رابطه ۵) دارای سطح معنی‌داری زیر ۵ درصد بوده (به ترتیب $P=0/044$ و $P=0/048$) بوده و لکن هیچ یک از روابط به دست آمده به سبب ضریب کارایی منفی قابلیت اعتماد آماری لازم برای تخمین میزان روان آب با استفاده از سطوح مختلف مصرفی PAM را ندارد. مقادیر منفی ضریب کارایی دلالت بر قابلیت اعتماد بیش‌تر مقدار میانگین در مقایسه با تخمین‌های حاصل از مدل‌سازی دارد که با یافته‌های Sadeghi و Mizuyama (۲۰۰۷) تطابق دارد. اگرچه در مقام مقایسه، روابط غیرخطی روان آب و سایر عامل‌های مؤثر بر آن به عنوان مثال شدت و میزان بارندگی (Vaezi و همکاران، ۲۰۱۰)، هدررفت خاک (Aase و همکاران، ۱۹۹۸) و غلظت رسوب (Sadeghi و Mizuyama، ۲۰۰۷) مورد تأیید قرار گرفته است. به هر تقدیر دستیابی به نتایج جامع و قضاوت‌های کامل تنها با انجام مطالعات گسترده‌تر و همه‌جانبه‌نگر و لحاظ شرایط متنوع تأثیرگذار دیگر از قبیل شدت‌های بارندگی، زمان‌های بارش، نوع خاک و شیب‌های متفاوت میسر خواهد بود.

منابع

۱. شکفته، ح؛ رفاهی، ح.ق؛ گرجی، م. ۱۳۸۴، بررسی اثر ماده شیمیایی پلی‌آکریل آمید بر فرسایش و روان آب خاک‌ها، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۱): ۱۷۷-۱۸۶.



۲. شهبازی، ع؛ سرمیدیان، ف؛ رفاهی، ح.ق؛ گرجی، م. ۱۳۸۴، تاثیر پلی آکریل آمید بر فرسایش و روان آب خاک‌های شور - سدیمی، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶ (۵): ۱۱۰۳-۱۱۱۲.

3. Aase, J. K., Bjornberg, D. L., and Sojka, R. E. (1998). Sprinkler irrigation runoff and erosion control with polyacrylamide e laboratory test. *Soil Science Society of America Journal*, 62: 1681-1687.
4. Ai-Ping, W., Fa-Hu, L. and Sheng-Min, Y. 2011. Effect of Polyacrylamide Application on Runoff, Erosion, and Soil Nutrient Loss under Simulated Rainfall, *Pedosphere*, 21(5): 628-638.
5. Al-Qurashi, A., McIntyre, N., Wheeler, H. and Unkrich, C. 2008. Application of the Kinos2 rainfall- runoff model to an arid catchment in Oman, *Journal of Hydrology*, 355: 91-105.
6. Awad, Y.M., Blagodatskaya, E., OK, Y.S. and Kuzeyakov, Y. 2012. Effects of Polyacrylamide, Biopolymer, and Biochar on Decomposition of Soil Organic Matter and Plant Residues as Determined by ¹⁴C and Enzyme Activities, *European Journal of Soil Biology*, 48: 1-10.
7. Bahat, Y., Grodek, T., Lekach, J. and Morin, E. 2009. Rainfall-Runoff Modeling in a Small Hyper-Arid Catchment, *Journal of Hydrology*, 373: 204-217.
8. Boughton, W. 2006. Calibrations of a Daily Rainfall-Runoff Model with Poor Quality Data, *Environmental Modelling and Software*, 21: 1114-1128.
9. Chaudhari, K. and Flanagan, D.C. 1998. Polyacrylamide Effect on Sediment Yield, Runoff, and Seedling Emergence on a Steep Slope. Technical papers, American Society of Agricultural Engineers ASAE Annual International Meeting, 20 July 1998.
10. Foster, G.R., Meyer, L.D. and Onstad, C.A. (1977) A Runoff Erosivity Factor and Variable Slope Length Exponents for Soil Loss Estimates. *American Society of Agricultural Engineers*, 20(4): 683-687.
11. Kinnel, P.I.A. and Risse, L.M. 1998. USLE-M: Empirical Modeling Rainfall Erosion through Runoff and Sediment Concentration. *Soil Science Society of America Journal*, 62: 1667-1672.
12. Rajurkar, M.P., Kothiyari, U.C. and Chaube, U.C. 2004. Modeling of the Daily Rainfall-Runoff Relationship with Artificial Neural Network, *Journal of Hydrology*, 285: 96-113.
13. Sadeghi, S.H.R. and Mizuyama, T. 2007. Applicability of the Modified Universal Soil Loss Equation for prediction of sediment yield in Khanmirza watershed, Iran, *Hydrological Sciences Journal*, 52 (5): 1068-1075
14. Sadeghi, S.H.R., Mizuyama, T., GhaderiVangah, B., 2007. Conformity of MUSLE Estimates and Erosion Plot Data for Storm-Wise Sediment Yield Estimation. *TAO*, 18 (1): 117-128.
15. Sepaskhah, A.R. and Bazrafshan-Jahromi, A.R. 2006. Controlling Runoff and Erosion in Sloping Land with Polyacrylamide under a Rainfall Simulator. *Biosystems Engineering*, 93(4): 469-474.
16. Sepaskhah, A.R. and Mahdi-Hosseiniabadi, Z. 2008. Effect of Polyacrylamide on the Erodibility Factor of a Loam Soil. *Biosystems Engineering*, 99: 598-603.
17. Shin, M.H., Won, C.H., Jang, J.R., Choi, Y.H., Shin, J.Y., Lim, K.J. and Choi, J.D. 2013. Effect of Surface Cover on the Reduction of Runoff and Agricultural NPS Pollution from Upland Fields. *Paddy Water Environment*, 11: 493-501.
18. Vaezi, A.R., Bahrami, H.A., Sadeghi, S.H.R., Mahdian, M.H. 2010. Modeling relationship between runoff and soil properties in dry-farming lands, NW Iran. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 7: 2577-2607.
19. Weston, D.D., Lentz, R.D., Cahn, M.D., Ogle, R.S., Rother, A.K. and Lydy, M.j. 2009. Toxicity of Anionic Polyacrylamide Formulations when Used for Erosion Control in Agriculture. Technical Reports: Surface Water Quality. *Journal of Environmental Quality*, 38: 238-247.



ارزیابی تاثیر تغذیه‌ی مصنوعی با پساب شهری بر غلظت نیترات و کاتیونهای آب

زیرزمینی دشت سفیددشت - فرادنبه

محبوبه اسحاقی^۱، رحیم علیمحمدی^۲، زهرا غلامی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهر کرد

۲- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده علوم، دانشگاه شهر کرد

مقدمه

یکی از سرمایه‌های ملی هر کشور منابع آبی آن کشور محسوب می‌گردد که آب زیرزمینی یکی از منابع مهم آبی در بیشتر مناطق جهان است. توسعه کشاورزی و صنعت باعث برداشت بی‌رویه مخازن آب زیرزمینی و افت سطح آب زیرزمینی شده است (حاج رسولیها، ۱۳۷۹). بنابراین باید به نحوی افت نسبی سطح آب زیرزمینی را جبران کرد و توان آبدهی آبخوان را افزایش داد که یکی از راه‌های افزایش افت نسبی سطح آب زیرزمینی استفاده از پساب برای تغذیه‌ی مصنوعی آب‌های زیرزمینی می‌باشد. عابدی (۱۳۸۰) بیان می‌کند در آب‌های سطحی غلظت یون نیترات به ندرت متجاوز از ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر است در حالیکه در آب‌های زیرزمینی، مخصوصاً در مناطقی که فاضلاب در زمین دفع می‌گردد، گاهی حتی بیش از ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات دیده شده است. استدلال (۲۰۰۸) گزارش می‌کند نیترات به طور طبیعی در آب‌های زیرزمینی وجود دارد، ولی اگر غلظت آن زیاد شود برای کشاورزی و سلامتی بشر مضر می‌باشد که پساب یکی از عوامل افزایش غلظت نیترات است. تخلیه‌ی فاضلاب و پساب باعث افزایش سدیم در آب می‌شود. سدیم میل به جذب شدن روی ذرات رس را داشته ولی ممکن است به طور موثری توسط کلسیم و منیزیم مبادله شود. بنابراین غلظت آن در برخی آب‌های زیرزمینی زیاد است. غلظت پتاسیم در آب‌های زیرزمینی نسبتاً کم است. کودهای شیمیایی و فاضلاب‌های خانگی، غلظت پتاسیم را در آب زیرزمینی بالا می‌برد (علیزاده، ۱۳۸۲). کلسیم یکی از فراوان‌ترین عناصر آب‌های طبیعی است. این عنصر در سنگ‌ها به مقدار بیشتری وجود دارد که خود باعث افزایش آن در آب می‌شود. فاضلاب و پساب نیز منابع مهم کلسیم هستند. غلظت زیاد کلسیم در آب باعث سختی آب شده و از ایجاد کف صابون و مواد شوینده در مصارف خانگی جلوگیری می‌کند. همچنین باعث ایجاد رسوب در مجاری و مخازن آب می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۲). هدف از این پژوهش تأثیر پساب خروجی تصفیه‌ی خانه‌ی بروجن بر کیفیت آب زیرزمینی دشت سفیددشت-فرادنبه است.

مواد و روشها

دشت سفیددشت-فرادنبه یکی از دشتهای مهم استان چهارمحال و بختیاری است. در حال حاضر، تمام پساب خروجی تصفیه‌ی خانه‌ی بروجن در فصل زراعی به مصرف آبیاری می‌رسد، و پس از پایان فصل زراعی (اواخر پائیز تا اوایل بهار) پساب شهری از بروجن توسط یک کانال (سد ۱، ۲ و ۳) به فرادنبه و سپس به دشت سفیددشت منتقل و صرف تغذیه‌ی آب زیرزمینی می‌شود.



تجزیه‌های شیمیایی

نیترات به روش اسپکتروفتومتری مدل ۲۰۱۰، سدیم و پتاسیم به روش شعله‌سنجی با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر مدل ۴۱۰ و کاتیون کلسیم به روش تیتراسیون با محلول ورسین اندازه‌گیری شدند (APHA, 1999). برآورد اثر تغذیه با پساب بر کیفیت آب زیرزمینی:

در اینجا از رگرسیون خطی ساده استفاده شد که در آن متغیر مستقل فاصله‌ی چاه‌ها از تصفیه‌خانه‌ی بروجن و متغیر تابع یکی از شاخص‌های اندازه‌گیری بود. از شیب خط برای استنباط تاثیر تغذیه با پساب استفاده شد.

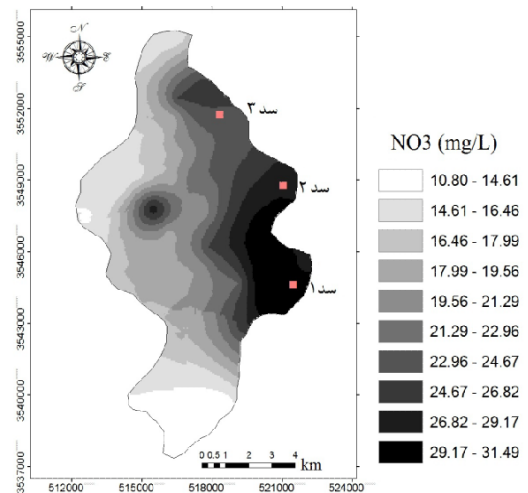
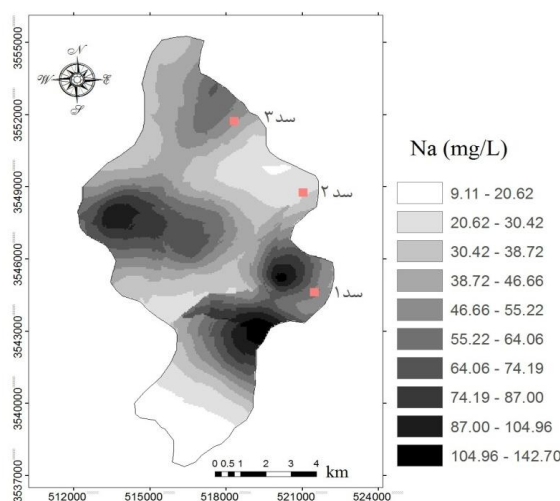
نتایج و بحث

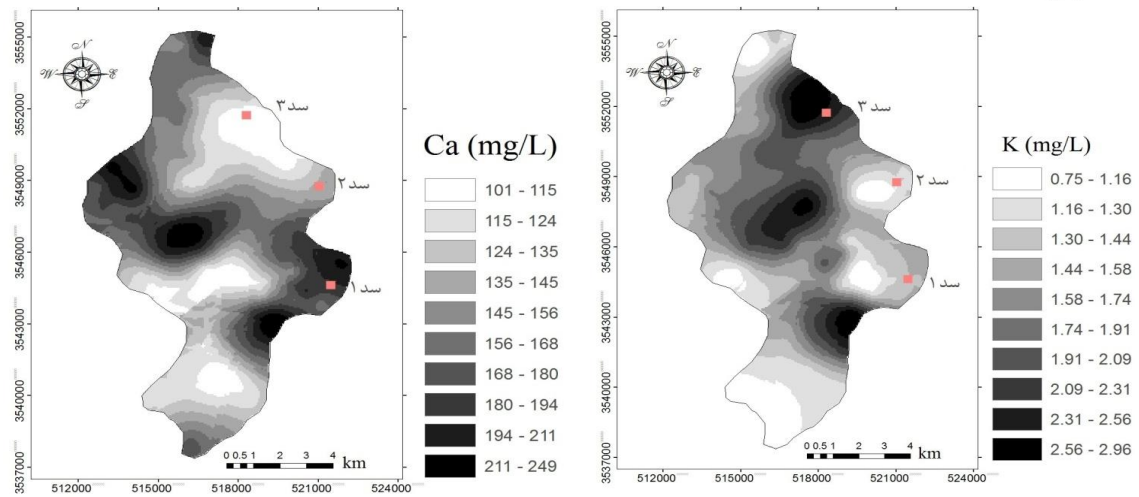
در جدول زیر ویژگی پساب بروجن برای نیترات و سه کاتیون سدیم، پتاسیم و کلسیم آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی پساب بروجن و حداکثر غلظت آن

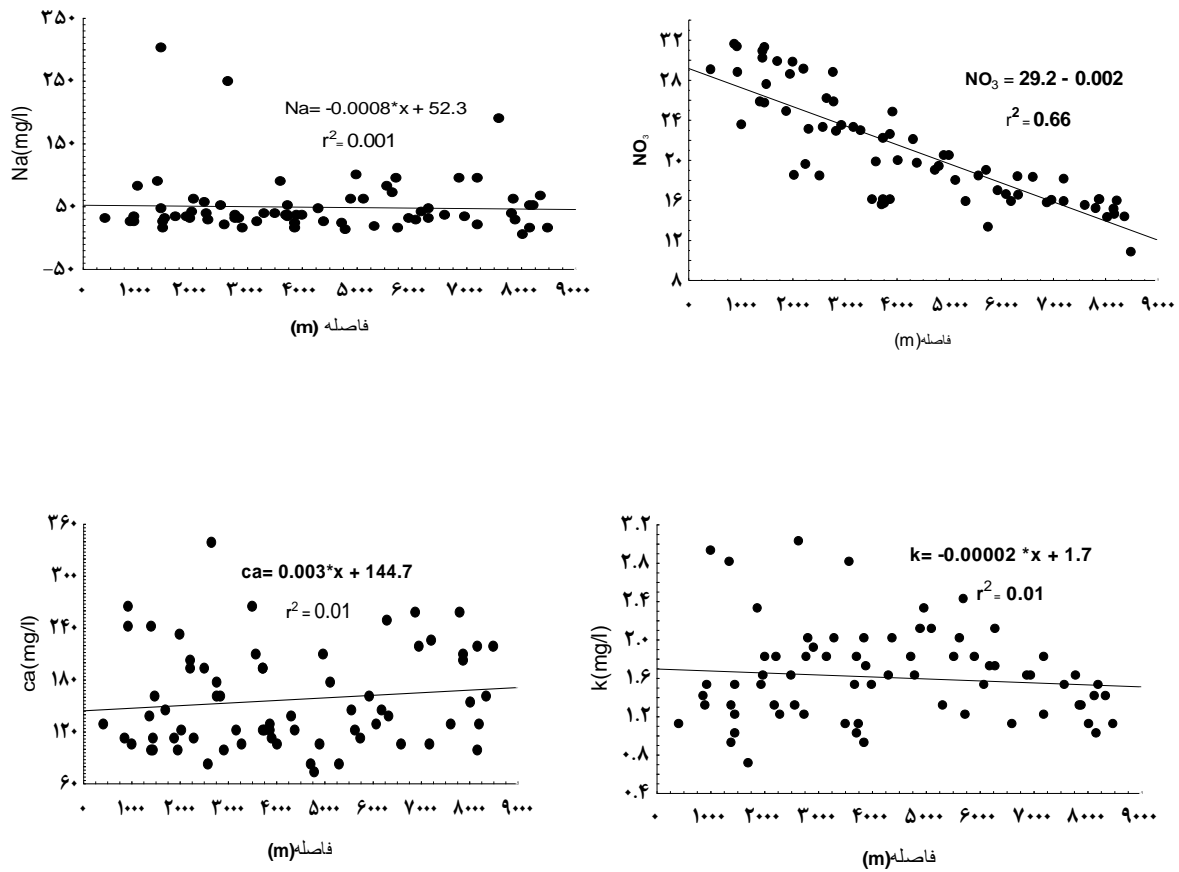
متغیر	پساب	حداکثر مجاز (میلی‌گرم در لیتر)
		استاندارد ایران
		WHO (2011)
NO ₃ ⁻	۴۰	۴۵
Na ⁺	۷۸	۲۰۰
K ⁺	۱۰	۱۲
Ca ²⁺	۵۸	۲۰۰
Mg ²⁺	۱۴.۸	۱۵۰

در شکل زیر نقشه‌های پراکنش مکانی نیترات و کاتیونهای دشت سفیددشت- فرادنبه می‌باشد.





شکل ۲: نقشه‌های توزیع مکانی نیترات و کاتیون‌ها در دشت سفیددشت - فرادنبه



شکل ۳: تجزیه و تحلیل آماری نیترات و کاتیون‌ها در دشت سفیددشت - فرادنبه



طبق نقشه‌های پراکنش مکانی و تجزیه و تحلیل‌های آماری مشخص شد که پساب تصفیه‌خانه بروجن بر غلظت نیترات اثر گذاشته و باعث افزایش نیترات شده یعنی هرچه از منبع پساب دورتر شویم غلظت نیترات کاهش می‌یابد. اما بر خلاف آنیون نیترات، پساب بر غلظت کاتیون‌ها اعم از سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم هیچ تاثیری نگذاشته است. طبق جدول ۱، نیترات اگرچه هنوز از حد مجاز کمتر است ولی ممکن است با گذشت زمان بیشتر از حد مجاز برسد ولی نزدیک به مرز حد استاندارد می‌باشد پس این پساب برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی این دشت از لحاظ نیترات توصیه نمی‌شود مگر اینکه از نظر نیترات بیشتر تصفیه شود ولی از لحاظ کاتیون‌ها هیچ مشکلی ندارد.

منابع

۱. حاج رسولیها، ش. و صفری سنجابی، ع.، ۱۳۷۹. ارزیابی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان برای کشاورزی. مجله آب و فاضلاب، شماره، ۳۳ صفحات ۲۰-۲۶.
۲. عابدی، ج.، ۱۳۸۰. تاثیر لندفیل مشهد بر آلودگی منابع آب زیرزمینی، مجموعه مقالات چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، صفحه ۷۲۱-۷۱۴.
۳. علیزاده م، ۱۳۸۲. روش های آزمایشگاهی اندازه گیری آلودگی آب. تهران، انتشارات موج سبز. ۱۱۲ ص.

4. Allison LE, 1974. Effect of microorganisms on permeability of soil under prolonged submergence. Soil Sci 3:439-450.
5. APHA., 1999. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20 Edition. American Public Health Association, Washington Dc.
6. Stedler S, Osenbruck K, Knoller K, Suckow A, Sulterfub J, Oster H, Himmelsbach T and Hotzl H, 2008. Understanding the origin and fate of nitrate in groundwater of semi-arid environments. Journal of Arid Environments 1830-1842 pages.
7. WHO. 20۱۱. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture. Technical Report No. 778, World Health Organization, Geneva, 74 p.



مدل سازی بار رسوب کل رودخانه‌ها با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

مهناز اسکندری^۱، امین فلامکی^۲ و مریم محمدزاده^۳

۱- دانش آموخته دکتری خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی، دانشگاه پیام نور، ایران

۳- دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

مقدمه

انتقال رسوب و رسوب‌گذاری و در پی آن کیفیت آب، از مسائل بسیار مهم در مدیریت حوزه‌های آبخیز است. تخمین مقدار بار رسوب یا میزان انتقال آن برای بسیاری از کاربری‌ها و پروژه‌های منابع آب مانند طراحی سدها و حوضچه‌های ذخیره آب سطحی، آلودگی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، طراحی کانال‌ها و نگهداری آن‌ها، حیاتی است (Yang et al., 2009). اهمیت این مسأله باعث شده است که تاکنون پژوهش‌های متعددی به منظور توسعه روابط نوین انتقال رسوب، به‌ویژه بر پایه داده‌های آزمایشگاهی انجام شود (فلامکی و همکاران، ۱۳۹۲). در بسیاری از موارد نتایج حاصل از این روابط به دلیل پیچیدگی و عدم شناخت کامل و دقیق مکانیزم انتقال رسوب، با مقادیر اندازه‌گیری شده تطابق نداشته و در مواردی نیز نتایج روابط مختلف تفاوت معنی‌دار با یکدیگر دارند (معیری و همکاران، ۱۳۸۹). این مسأله باعث شده است که در دهه اخیر پژوهشگران مختلف به سمت استفاده از روش‌های هوشمند مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) روی آورند. Zhou و همکاران (۲۰۰۷) از ANN برای مدل‌سازی برآورد مقدار رسوب معلق در رودخانه‌ای در چین استفاده کردند. همچنین Cigizoglu و Partal در پژوهشی (۲۰۰۸) نشان دادند که در تخمین مقدار بار رسوب معلق، استفاده هم‌زمان از دو روش ANN و مویک تطابق بسیار مناسبی با داده‌های مشاهده‌ای طی آزمون مدل فراهم می‌سازد. این روش می‌تواند بار رسوب را بویژه در مناطق پیک بسیار نزدیک به مقادیر واقعی تخمین زند. دهقانی و وفاخواه (۱۳۹۲)، نتایج حاصل از دو نوع ANN و منحنی‌های سنجه مختلف در حوزه آبخیز گرگان‌رود را با یکدیگر مقایسه کردند. این پژوهش نشان داد که شبکه‌های پرسپترون چندلایه با ورودی‌های دبی همان روز، دبی یک و دو روز قبل نسبت به سایر روش‌ها از دقت بالاتری در تخمین بار رسوب معلق برخوردار است. اگرچه در دهه اخیر پژوهش‌های مختلفی در زمینه کاربرد ANN در تخمین بار معلق رسوب رودخانه‌ها ارائه شده است، لیکن تحقیقات انجام گرفته برای پیش‌بینی مقدار بار رسوب کل اندک است (فلامکی و همکاران، ۱۳۹۲). رسوب کل شامل رسوب معلق و بار بستر است. در بیشتر ایستگاه‌های هیدرولوژی بار معلق رسوب اندازه‌گیری می‌شود و بار بستر به صورت درصدی از بار معلق تخمین زده می‌شود، لیکن این روش محاسبه قابل اعتماد نیست. اطلاع دقیق از مقدار بار رسوب کل رودخانه‌ها در بسیاری از پژوهش‌های منابع آب به‌ویژه برآورد حجم رسوب‌گذاری در مخازن سدها ضروری است. بنابراین در این پژوهش توانایی شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدلسازی و تخمین مقدار بار رسوب کل رودخانه‌ها ارزیابی شد.

¹ Artificial Neural Network



مواد و روشها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، شامل ۲۰۰ نمونه آزمایشگاهی بود که از بانک داده‌های رسوب Molinas و Wu (۲۰۰۳)، تهیه شد. این نمونه‌ها شامل مجموعه‌ای از داده‌های مورد نیاز در انتقال رسوب مانند متوسط سرعت (V) برحسب (ft/s)، عرض کانال (W) برحسب (ft)، عمق جریان (D) بر حسب (ft)، شیب خط انرژی (S) (ft/ft)، قطر میانه اندازه ذرات (d_{50}) برحسب (ft)، و غلظت رسوب (C_t) بر حسب (ppm) بود.

مدلسازی برآورد مقدار بار رسوب کل با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)^۲ انجام شد. در مدلسازی با این شبکه‌ها از ابتدا باید داده‌ها را به دو دسته داده‌های آزمایش و آموزش تفکیک کرد. الگوی آموزش باید تا حد امکان کل فضای داده‌ها را پوشش دهد. این الگو برای آموزش شبکه و محاسبه میزان خطا به کار می‌رود. این خطا به صورت پس انتشار در شبکه بازگشت داده می‌شود تا وزن‌های اتصال دهنده گره‌ها دوباره تنظیم شوند. برای محاسبه تعداد لایه پنهان و نرون‌های هر لایه رابطه خاصی وجود ندارد و نیاز به آزمون ساختارهای متعدد است (فلامکی و اسکندری، ۱۳۹۱).

متغیرهای سرعت جریان، عرض کانال، عمق جریان، شیب خط انرژی و قطر میانه اندازه ذرات به عنوان ورودی شبکه و غلظت رسوب کل به عنوان خروجی شبکه در نظر گرفته شد. برای دستیابی به بهترین مدل با بیشترین دقت در تخمین، ورودی‌ها به صورت مرحله به مرحله به شبکه اضافه شدند و نتایج حاصله با بررسی ضریب همبستگی و میانگین ریشه دوم خطا سنجش شد تا بهترین ساختار شبکه‌ها بدست آید. ۷۵ درصد از داده‌ها برای آموزش شبکه‌ها و ۲۵ درصد آن‌ها برای آزمایش بصورت تصادفی انتخاب شدند.

به منظور ارزیابی اعتبار شبکه‌های پی‌ریزی شده در برآورد بار رسوب کل، از تحلیل خطاهای باقیمانده و اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده استفاده شد. آماره‌های لازم برای این کار، میانگین ریشه دوم خطا (RMSE)، کارایی مدلسازی (EF)، و ضریب باقیمانده (CRM) بودند. تعریف ریاضی این آماره‌ها به صورت زیر است (فلامکی و اسکندری، ۱۳۹۱):

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n} \right]^{0.5} \frac{100}{\bar{O}} \quad [1]$$

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad [2]$$

$$CRM = \frac{\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n O_i} \quad [3]$$

که در آن‌ها، P_i مقدار پیش‌بینی شده، O_i مقدار اندازه‌گیری شده (مشاهده شده)، n تعداد نمونه‌های به کار رفته و \bar{O} مقدار متوسط مقادیر O است. حداکثر مقدار EF برابر یک است. حداقل مقدار ME، RMSE و CD صفر است.

² Multi Layer Perceptrone



نتایج و بحث

پس از بررسی ساختارهای مختلف با ورودی‌های متفاوت، مناسب‌ترین ساختارهای ANN در برآورد مقدار رسوب کل با کاربرد داده‌های مورد پژوهش، معین شدند. ویژگی‌های این مدل‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد که بیشترین ضریب همبستگی و کمترین مقدار RMSE برای داده‌های آموزش در مدل MLP با چهار ورودی اندازه قطر میانه ذرات رسوب، شیب کف آبراهه، سرعت متوسط و عمق متوسط با ساختار چهار نرون در لایه ورودی، ۱۰ نرون در لایه پنهان اول و دوم و یک نرون در لایه خروجی بدست آمده است. لیکن در داده‌های آزمون بهترین مدل MLP مربوط به شبکه‌ای با پنج نرون در لایه ورودی، سه نرون در لایه پنهان و یک نرون در لایه خروجی بدست آمد که با هر پنج متغیر S، V، d₅₀ و D و W آموزش دیده بود. این مسأله نشان می‌دهد که نه تنها هر پنج متغیر ذکر شده برای پیش‌بینی مقدار رسوب کل مفید هستند، بلکه با افزودن یک متغیر مانند عرض کانال می‌توان مدلی با تعداد نرون کمتر و در نتیجه نیاز به زمان آموزش کوتاه‌تر و با دقت بیشتر بدست آورد. همچنین نتایج این جدول نشان می‌دهد زمانی که شبکه‌ها تنها با داده‌های هیدرولوژیک شامل S، V و D آموزش ببینند نسبت به زمانی که داده‌های هیدرولوژیک همراه با اطلاعات رسوب (d₅₀) برای آموزش مدل‌ها به کار رفته باشند، توانایی کمتری در برآورد مقدار بار کل رسوب دارند.

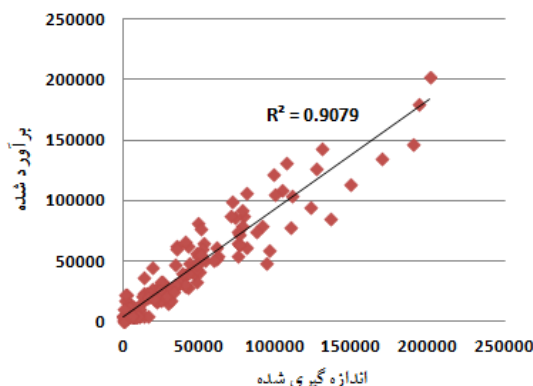
جدول ۱- ساختارهای مناسب‌ترین شبکه‌های MLP

داده‌های آزمون		داده‌های آموزش		ساختار	ورودی‌های شبکه
RMSE	ضریب همبستگی	RMSE	ضریب همبستگی		
۱/۱۰	۰/۰۹۳	۰/۰۳	۰/۹۴	۴-۳-۱	V,S,D,d50
۲/۳۰	۰/۱۸۷	۰/۰۵	۰/۸۶	۴-۳۰-۱	V,S,D,d50
۱/۳۵	۰/۷۸	۰/۰۳	۰/۹۳	۴-۲۰-۱	V,S,D,d50
۱/۶۷	۰/۱۸۶	۰/۰۲	۰/۹۶	۴-۲-۳-۱	V,S,D,d50
۱/۳۲	۰/۹۰	۰/۰۲	۰/۹۷	۴-۱۰-۱۰-۱	V,S,D,d50
۳/۸۹	۰/۷۲	۰/۰۴	۰/۸۸	۴-۵-۱	V,S,D,d50
۰/۸۷	۰/۹۶	۰/۰۳	۰/۹۶	۵-۳-۱	V,S,D,d50,W
۲/۵۶	۰/۷۷	۰/۰۶	۰/۷۳	۳-۱۰-۱	V,S,D
۵/۹۶	۰/۶۰	۰/۰۶	۰/۷۴	۳-۵-۴-۱	V,S,D

شکل ۱ نتایج بدست آمده از تخمین بار رسوب کل را با استفاده از بهترین مدل MLP معرفی شده در جدول ۱، برای ۲۰۰ داده به کار رفته در این پژوهش نشان می‌دهد. در این نمودار برای هر مقدار اندازه‌گیری شده در محور افقی، متناظر مقدار محاسبه شده آن در محور عمودی نشان داده شده است. همچنین خط تناظر یک به یک نیز نمایان است. هر چه پراکندگی داده‌ها در اطراف این خط بیشتر باشد، توانایی مدل کاربردی در برآورد رسوب کل ضعیف‌تر بوده است. آماره کارایی مدلسازی برای مدل پیشنهادی MLP، برابر با ۰/۹۲ بود. هر چقدر این آماره به یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده کارایی بهتر مدل طراحی شده است. آماره CRM نشانگر بیش‌برآوردی یا کم-برآوردی مدل در مقایسه با اندازه‌گیری‌ها است که با توجه به مقدار آن (۰/۰۴-) مشخص است که مدل شبکه



عصبی طراحی شده، کمی بیش برآورد است و مقدار تخمینی را اندکی بیش از واقعیت نشان می‌دهند. این مسأله می‌تواند در پروژه‌های منابع آب که نیازمند برآورد رسوب کل هستند، از نظر افزایش ضریب اطمینان نتایج بدست آمده، مناسب باشد. بنابراین نتایج این پژوهش نشان داد که شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند به عنوان ابزاری سودمند در برآورد مقدار بار رسوب کل رودخانه‌ها بکار رود.



شکل ۱- مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده مقدار بار کل رسوب با نتایج حاصل از مدل ANN

منابع

- دهقانی، ن. و وفاخواه، م.، ۱۳۹۲. مقایسه روش‌های تخمین رسوب معلق روزانه با استفاده از روش‌های منحنی سنج رسوب و شبکه عصبی (مطالعه موردی: ایستگاه قزاقلی، استان گلستان). مجله پژوهش-های حفاظت آب و خاک، شماره ۲۰ (۲). صفحه‌های ۱ تا ۱۰.
- معیری، م.م.، نیک‌پور، م.ر.، حسین‌زاده دلیر، ع. و فرسادی‌زاده، د.، ۱۳۸۹. مقایسه روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، فازی-عصبی تطبیقی و منحنی سنج رسوب در برآورد رسوبات معلق رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه آجی‌چای). مجله دانش آب و خاک، ویژه‌نامه ۲۰/۱. صفحه‌های ۷۱ تا ۸۲.
- فلامکی، ا.، اسکندری، م.، ۱۳۹۱. تخمین ضریب توزیع خاک-آب فلزات سنگین با کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی. حفاظت منابع آب و خاک، ۲(۱): ۲۵-۳۶.
- فلامکی، ا.، اسکندری، م.، بغلانی، ع.ا. و احمدی، س.ا.، ۱۳۹۲. مدل‌سازی بار رسوب کل رودخانه‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. حفاظت منابع آب و خاک، ۲(۳): پذیرش چاپ در بهار ۹۲.
- Zhou Y, Lu XX, Huang Y and Zhu YM, 2007. Suspended sediment flux modeling with artificial neural network: An example of the Longchuanjiang River in the upper Yangtze catchment, China. *Geomorphology* 84: 111-125.
- Yang CT, Marsooli R and Aalami MT, 2009. Evaluation of total load sediment transport formulas using ANN. *International Journal of Sediment Research* 24: 274-286.
- Molinas A and Wu B, 2003. SedBase (sediment transport database). Hydraul-Tech, Colorado, USA.
- Partal T and Cigizoglu HK, 2008. Estimation and forecasting of daily suspended sediment data using wavelet-neural networks. *Journal of Hydrology* 358: 317-331.



بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای بر روی خصوصیات کمی و کیفی توتون گرمخانه‌ای رقم کا ۳۲۶

حامد زمانی^۱، داوود اکبری^۲، نقی حسین زاده فشلمی^۲، عبدالغفور قلی زاده^۳، عبدالرحیم مهدوی^۲

۱- محقق مرکز تحقیقات و آموزش توتون تیرتاش

۲- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد قائم شهر

۳- محققین تحقیقات و آموزش توتون تیرتاش.

مقدمه

روش آبیاری قطره‌ای از مدرن‌ترین شیوه‌ها برای افزایش کارایی مصرف آب در مناطقی همانند مازندران که توتونکاری به روش دیم رایج بوده و محدودیت آب دارند، می‌باشد. آنون (۲۰۰۲) در تولید توتون‌های گرمخانه‌ای تحت تأثیر سیستم‌های مختلف آبیاری بیان کرد که در روش آبیاری قطره‌ای ایستادگی بوته در مزرعه و یکنواختی رشد بوته‌ها بهتر بوده همچنین سیکل زندگی گیاه به مدت ۸ تا ۱۱ روز زودتر به پایان رسید همچنین آبیاری قطره‌ای باعث افزایش و بهبود خصوصیات شیمیایی برگ گردید. راجا و همکاران (۱۹۹۲) در کشور هندوستان طی دو سال بررسی اثر روش‌های مختلف آبیاری روی عملکرد و کیفیت توتون سیگار برگ گزارش کردند که آبیاری قطره‌ای روزانه در سراسر طول دوره رشد عملکرد را به میزان ۱/۶ تن در هکتار افزایش داد. سرینواس و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی راندمان آب آبیاری در ایالت پرادش هندوستان روی توتون‌های گرمخانه‌ای نشان دادند که استفاده از آبیاری قطره‌ای ۱۰ درصد عملکرد برگ (۲۷۴۵ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به روش سنتی (۲۴۸۷ کیلوگرم در هکتار) افزایش داده است. کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای ۹/۱۵ کیلوگرم به ازای هر میلی‌متر آب بدست آمد که این میزان در روش سنتی ۴/۹ کیلوگرم به ازای هر میلی‌متر آب بود. این طرح به منظور تعیین مقدار و زمان مناسب آبیاری قطره‌ای توتون و با توجه به کمیت و کیفیت توتون و کارایی مصرف آب اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه و بررسی تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای بر خصوصیات کمی و کیفی توتون رقم کا ۳۲۶، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار در ۳ تکرار در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ بمدت دو سال در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش با مختصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا و اسیدپته خاک ۷/۶۳ و درصد کربن آلی ۰/۶۲ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش عبارتند از: T1، T2 و T3 - آبیاری قطره‌ای با مقدار آب مصرفی ۱۰۰٪ نیاز آبی توتون در فواصل زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ روز T4، T5 و T6 آبیاری قطره‌ای با مقدار آب مصرفی ۸۰٪ نیاز آبی توتون در فواصل زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ روز T7، T8 و T9 - آبیاری قطره‌ای با مقدار آب مصرفی ۶۰٪ نیاز آبی توتون در فواصل زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ روز T10، T11 و T12 - آبیاری قطره‌ای با مقدار آب مصرفی ۴۰٪ نیاز آبی توتون در فواصل زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ روز T13 - آبیاری جوی پشته‌ای با مقدار آب مصرفی ۱۰۰٪ نیاز آبی توتون در فواصل زمانی ۱۵ روز (شاهد) T14 - بدون آبیاری (شاهد). جهت اجرای طرح، ابتدا تولید نشا در اسفند ماه سال‌های ۸۹ و ۹۰ در خزانه فلوت سیستم انجام شد. مزرعه محل آزمایش در سال‌های زراعی قبل زیر کشت گندم بود، در اواخر آذر ماه سال‌های ۸۹



و ۹۰ زمین به وسیله گاوآهن برگردان دار شخم زده شد و در نیمه اول فروردین سال‌های ۹۰ و ۹۱ عملیات زراعی شامل شخم بهاره، کاربرد علف‌کش‌ها پیش از کاشت، کوددهی، تسطیح و واله کشی انجام گردید. کرت‌ها شامل ۵ ردیف کاشت به فاصله ۱ متر و طول ۴ متر آماده شد. در زمان آماده‌سازی زمین کود نیترات آمونیوم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم و سولفات پتاسیم به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس نتایج آزمون خاک به هر یک از کرت‌ها داده شد. مبارزه با علف‌های هرز و سله‌شکنی یک بار با دستگاه تیلر و جین‌کن و یک بار هم با دست طی ۱۵ و ۳۰ روز بعد از نشاکاری انجام شد، همچنین برای کنترل آفات و بیماری‌ها طی چهار مرحله از سموم کنفیدور، آوانت و متالاکسیل مانکوزب استفاده گردید. برداشت برگ‌ها در پنج چین انجام و در گرمخانه عمل‌آوری شد. برگ‌های عمل‌آوری شده پس از جور و دسته‌بندی بر اساس جدول نرخ خرید تضمینی توتون که از طرف شرکت دخانیات ایران برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ ارائه شده، ارزش‌گذاری و متوسط قیمت تعیین گردید. در بررسی‌های انجام شده در این مرکز نیاز آبی ۱۰۰ درصد توتون ۵۰۰ میلی‌متر تعیین شده است (۲). آبیاری تیمارهای طرح از طریق نصب منبع آب ۲۰۰۰ لیتری در ارتفاع ۳ متری و اتصالاتی از قبیل کنتور، فشارسنج، شیر هوادهی، فیلتر، فلکه، لوله‌های اصلی و لوله‌های فرعی که محل استقرار قطره‌چکان‌ها بود با نازل ۴ لیتر در ساعت با مقادیر مصرفی تعیین شده انجام شد. صفاتی همچون طول و عرض کمر برگ (سانتی‌متر)، ارتفاع بوته بعد از سرزنی (سانتی‌متر)، یکنواختی رسیدگی، مقدار کلروفیل (کلروفیل متر)، وزن سبز (کیلوگرم در هکتار)، متوسط قیمت، روز تا گلدهی، عملکرد (کیلوگرم در هکتار)، درصد کلر برگ، درصد پتاسیم برگ، درآمد ناخالص (ریال در هکتار)، درآمد خالص (ریال در هکتار) که از تفاضل هزینه‌ها از درآمد ناخالص محاسبه شده است. سوزش (التهاب در ثانیه)، درصد قند، درصد نیکوتین و راندمان مصرف آب (کیلوگرم در متر مکعب) اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نیز با آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام شده است.



شکل ۲ آبیاری قطره‌ای



شکل ۱ نمای کلی طرح

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال نشان داد که اثر سال بر صفات ارتفاع بوته، یکنواختی رسیدگی، متوسط قیمت، درصد قند، درصد نیکوتین، درصد پتاسیم، درصد کلر و سوزش برگ در سطح یک درصد و بر صفات وزن سبز، درآمد خالص و ناخالص در سطح پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین بین تیمارهای آبیاری نشان داد (جدول-۱).

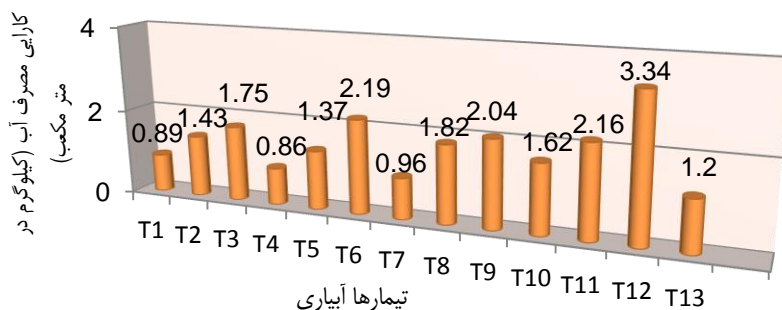


جدول ۱- مقایسه میانگین دو ساله برخی صفات مورد مطالعه توتون در تیمارهای مختلف آبیاری

صفات تیمارها	وزن سبز (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	هوسط قیمت (ریال)	درآمد ناخالص (هلیون ریال در هکتار)	درآمد خالص (هلیون ریال در هکتار)	درصد کار	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	فشار ساقه (هلیون‌متر)	سوزش (التهاب برانیه)
T1	۳۶۶۱۰ a	۵۹۵۸a	۳۶۳۴۶ab	۲۱۵/۸a	۱۴۵a	۱/۲a	۷۶a	۳۴a	۲۶ab	۵/۶ab
T2	۳۶۸۲۶a	۵۷۲۹ab	۳۶۸۶۹ab	۲۱۱/۲ab	۱۴۰/۴ab	۱/۱ab	۷۳ab	۳۳ab	۲۶abc	۶/۵ab
T3	۳۲۸۸۹abc	۵۲۷۳abc	۳۶۹۰۸ab	۱۹۴/۴abc	۱۲۴/۱a-d	۱/۱ab	۷۲ab	۳۱abc	۲۵a-d	۵/۶ab
T4	۳۴۳۳۷abc	۵۵۲۹abc	۳۷۷۲۱a	۲۰۳/۶abc	۱۳۴/۳abc	۱abc	۷۴ab	۳۳ab	۲۶a	۶/۴ab
T5	۳۶۴۵۶a	۵۵۲abc	۳۵۱۱۲ab	۱۹۳/۷a-d	۱۲۴/۴a-d	۱/۲a	۷۴ab	۳۳ab	۲۵a-d	۶/۲ab
T6	۳۲۹۵۵abc	۵۳۴abc	۳۸۵۲a	۲۰۵/۸abc	۱۳۲/۴ab	./۹abc	۶۹abc	۳abc	۲۴a-e	۵/۳b
T7	۳۳۴۴۹abc	۵۱۹۱bc	۳۶۵۶۹ab	۱۸۹/۸a-d	۱۲۱/۹a-e	./۸abc	۷۳ab	۳۲abc	۲۴a-e	۷/۱ab
T8	۳۲۳۳۱abc	۵۳۰۷abc	۳۶۹۹۴ab	۱۹۷/۳abc	۱۲۹/۴a-d	./۸abc	۷۳ab	۳۱abc	۲۳cde	۵/۶ab
T9	۳۰۹۶۸abc	۵۱۵۳bcd	۳۶۶۳۷ab	۱۸۹/۳a-d	۱۲۱/۴a-e	۱abc	۶۹bc	۲۹abc	۲۳de	۴/۷b
T10	۳۱۲۹۵abc	۵۲۵۱abc	۳۵۷۹۲ab	۱۸۱/۶a-d	۱۱۵/۱b-e	./۹abc	۷۲ab	۳۱abc	۲۴a-e	۵/۹ab
T11	۲۹۹۹۱bc	۴۹۵۷cd	۳۴۷۶۰ab	۱۷۲bcd	۱۰۵/۶cde	./۹abc	۶۹bc	۲۹bc	۲۳b-e	۵b
T12	۲۹۱۴۳bc	۴۹۲۸cd	۳۸۳۰۸a	۱۸۹/۷a-d	۱۲۳/۳a-e	./۷bc	۷abc	۲۸bc	۲۳a-e	۵b
T13	۳۴۶۳۲ab	۵۱۷۹bc	۳۲۳۷۷b	۱۶۸/۱cd	۱۰۰/۷de	۱abc	۷۳ab	۳۲ab	۲۵a-d	۷/۲ab
T14	۲۸۶۵۳c	۴۴۳۹d	۳۴۳۳۶ab	۱۵۳/۵d	۹۴/۸e	./۶c	۶۴c	۲۷c	۲۲e	۸/۳a

اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند.

شاهد بدون آبیاری با میانگین ۲۸۶۵۳ کیلوگرم در هکتار کمترین وزن سبز و تیمارهای T1 و T2 با میانگین ۳۶۷۱۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن سبز را به خود اختصاص دادند. کاهش وزن سبز در تیمار بدون آبیاری نیز به دلیل کاهش طول و عرض برگ است. چانک و چو (۱۹۷۵) نیز اعلام کردند که در توتون، مرحله رشد سریع مرحله بحرانی است و هر گونه تنش باعث افت شدید عملکرد سبز می‌گردد. از نظر عملکرد تیمار T1 با ۵۹۵۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار بدون آبیاری با میانگین ۴۴۳۹ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را داشته است. نتایج تحقیق پوستیکلیون و همکاران (۱۹۸۸) این موضوع را تایید می‌نماید. درآمد خالص نشان داد که این روند با درآمد ناخالص تقریباً مطابقت داشت. به طوری که جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد تیمارهای T1 و T14 به ترتیب با ۱۴۵ و ۹۴/۸ میلیون ریال در هکتار بیشترین و کمترین مقدار عددی را داشتند. به طور کلی درصد قند در ارقام مورد مطالعه بین ۱۵-۱۲ درصد است که برای این رقم توتون مقدار بسیار مناسبی است. تجزیه واریانس نشان داد سوزش برگ توتون تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری قرار گرفت و در سطح یک درصد اختلاف معنی داری را نشان داد و تیمارهای T6، T9، T11، T12 در گروه دوم آماری قرار گرفتند و مدت زمانی که صرف سوختن برگ آنها شد از بقیه تیمارهایی که در گروه اول قرار گرفتند کمتر بود. لنگرودی و همکاران (۱۳۶۹) گزارش کردند که آبیاری بر بیشتر خصوصیات کمی و کیفی توتون ویرجینیا (کوکر ۳۴۷) تأثیرگذار بوده است.



نمودار ۱- میانگین دو ساله کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری

با توجه به نتایج بدست آمده (نمودار-۱) مشاهده گردید که با افزایش دور آبیاری مقدار کارایی مصرف آب افزایش یافته است که این امر به واسطه کاهش ET به ازای افزایش دور آبیاری است زیرا هر چه فاصله آبیاری بیشتر باشد، رطوبت خاک کمتر و تبخیر کمتر صورت می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که هدف اصلی از اجرای این طرح، دستیابی به عملکرد و درآمد بالا با مصرف آب کمتر است، لذا با در نظر گرفتن کارایی مصرف آب رژیم‌های آبیاری ۴۰ درصد نیاز آبی با دور ۱۵ روز و تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی با دور آبیاری ۱۰ روز به عنوان بهترین تیمارها انتخاب شدند.

منابع

- ۱- لنگرودی، ع. آهی‌فر، ح. ۱۳۸۲. فیزیولوژی توتون (ترجمه) انستیتو تحقیقات توتون تیرتاش. ۸۸ صفحه.
- ۲- مشتاقی، م. بیگلویی م، ح. ۱۳۸۷. تعیین ضریب گیاهی (kc) کوکر ۳۴۷ با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار و مقایسه میزان تبخیر و تعرق گیاه مرجع با روش‌های محاسباتی تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه تیرتاش. کارنامه پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش.
- 3- Anon, 2002. water management in tobacco: Activity1: Production of flue-cured tobacco under three different irrigation systemes. Annual report. p.20-21.
- 4- Chang, C., Chou .1975. Studies on the mechanism of drought resistance in tobacco plant. Bull. Taiwan tob: Res. Inst., p.9-17..
- 5- Postiglione, L., Barbieri, G and Defalco, E. 1988. Effect of water deficit or water excess during the different development stages on tobacco "burley". Bull.
- 6- Raghavaiah, C.V., S. Krishnamurthy, and, R.. Athinarayanan., 1992. Effect of method of irrigation on yield and quality of cigar- filler tobacco (Nicotiana Tabacum). 62-1.p. 16-19.
- 7- Srinivas, P. Reedy, B. S. R., Mani. M., Deo Singh, K. 2005. Management of water resources and biomass accumulation characteristics in flue-cured tobacco with micro irrigation. coresta meeting, Agro-phyto Groups. Santa Cruz do sul. A8.



تغییرات مکانی شوری آب زیرزمینی با کاربرد روش های زمین آمار (مطالعه موردی: اراضی دشت قروه - کردستان)

اسماعیل شهریاری^۱، احمد لندی^۲، آزاد دلاوری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، شهید چمران اهواز

۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، شهید چمران اهواز

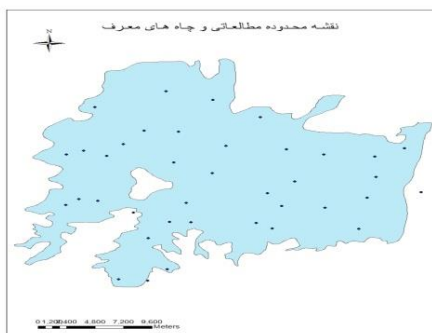
۳- کارشناس سازمان آب و خاک استان خوزستان

مقدمه

آب های زیر زمینی همواره یکی از منابع مهم آبی محسوب می شود. در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران که میانگین بارندگی سالیانه آن، کفایت نیاز آبی را نمی دهد. حفظ و مدیریت آب های زیرزمینی اهمیت بسیار بالا داشته و آگاهی از چگونگی تغییرات مکانی و زمانی سفره ها و همچنین، ساختار ریاضی تغییرپذیری، به منظور مدیریت بهینه، اطلاعات مهمی در اختیار مدیران مربوطه قرار می دهد (۳). از نظر مدیریتی بزرگترین انگیزه برای انجام مطالعه کیفیت آب، نیازهای کیفی آب و اثرات متقابل آل بر مصارف مختلف می باشد (۴). امروزه بررسی های کیفی آب دامنه گسترده تری پیدا کرده و مسائل مربوط به آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی را شامل می شود. موضوع آلودگی نه تنها در کشورهای صنعتی، بلکه در کشورهای در حال توسعه مطرح می باشد. فیزیوا و همکاران (۲۰۰۸)، کیفیت آب رودخانه زرافشان را با استفاده از GIS مورد ارزیابی قرار دادند و بیان کردند که توسط GIS می توان مطالعه گسترده ای که نیاز به بررسی گسترده ای دارند انجام داد. یادانا و همکاران (۲۰۰۸) کیفیت آب زیرزمینی دشت افرا در کشور غنا را از لحاظ فلوراید، EC و SAR برای ۱۴۳ حلقه چاه با استفاده از GIS مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بخش جنوب غربی منطقه مورد مطالعه مقادیر فلوراید، EC، SAR بالایی دارد و بخش های شمالی دارای فلوراید کمتر از حد مجاز برای شرب دارند و آب این مناطق برای شرب مناسب نیست. پروانه خواه طهران (۱۳۹۰) به مقایسه کیفی منابع آب زیرزمینی از نظر شوری برای مصارف مختلف در شرق و غرب ابخوان ساحلی حوضه رودخانه های تالار - بابل - هراز پرداخته است، نتایج حاصل بیانگر آن است که میزان شوری در قسمت شرقی بیشتر از نواحی غرب می باشد. آب شور دریای خزر نیز بیش از ۱۰ کیلومتر در ابخوان مناطق شرقی به سمت ساحل پیشروی نموده و کیفیت آب در این نواحی برای مصارف مختلف نامناسب است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییرات مکانی شوری آب های زیرزمینی و انتخاب بهترین مدل زمین آماری و تهیه نقشه آب های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه می باشد

مواد و روشها

اراضی قروه به وسعت ۶۰۰۰ هکتار با مشخصات جغرافیایی ۲۲۴۰۰۰ تا ۲۳۲۵۰۰ شرقی و ۳۴۷۹۵۰۰ تا ۳۴۸۸۰۰۰ شمالی در سیستم مختصات UTM واقع گردیده است.



شکل ۱- موقعیت محدوده ی مطالعاتی و چاه های معرف

بررسی کلاس وابستگی مکانی

اولین گام در استفاده از روش‌های زمین‌آماری بررسی وجود ساختار مکانی در بین داده‌ها توسط آنالیز واریوگرام می‌باشد. شرط استفاده از این آنالیز نرمال بودن داده‌ها است. در زمین‌آمار می‌توان با کاربرد داده‌های یک کمیت در مختصات معلوم، مقدار همان کمیت را در نقطه‌ای با مختصات معلوم دیگر، واقع در دامنه‌ای که ساختار مکانی حاکم است، تخمین زد. یک تغییرنمای ایدآل دارای سه پارامتر شامل اثر قطعه ای، حد آستانه و دامنه موثر می‌باشد. اثر قطعه ای بیان‌کننده مولفه غیرساختاری (تصادفی) واریانس می‌باشد. حد آستانه تقریبی از واریانس کل را ارائه نموده و مقدار دامنه بیان‌گر فاصله ای است که در ماورای آن نمونه‌ها را می‌توان مستقل از یکدیگر به حساب آورد. شدت و درجه ی وابستگی مکانی یک متغیر ناحیه ای را می‌توان از تقسیم واریانس اثر قطعه ای به واریانس کل (حد آستانه) به دست آورد. گاهی اوقات این نسبت در عدد ۱۰۰ ضرب و به صورت درصد بیان می‌شود. اگر نسبت مزبور کمتر از ۰/۰۲۵ باشد، متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی قوی و اگر نسبت بین ۰/۰۲۵ تا ۰/۰۷۵ باشد، آنگاه متغیر موردنظر دارای کلاس وابستگی مکانی متوسط می‌باشد. اگر نسبت بیش از ۰/۰۷۵ باشد، متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی ضعیفی خواهد بود. در حالت همسانگردی پارامترهای موجود در سهمی واریوگرام تجربی در درون یابی مورد استفاده قرار گرفت، شکل ناحیه مربوط به جستجوی نقاط همسایگی برای استفاده در تخمین مقدار متغیر ناحیه ای در هر موقعیت، دایره ای بود که شعاع آن برابر با دامنه تأثیر واریوگرام تجربی بود. این تأثیر را بر روی سطح افقی با رسم خطوط یا منحنی‌های هم واریانس در محیط GS+4 نیز انجام گرفت. در حالت ناهمسانگردی، سهمی واریوگرام در تمامی جهات محاسبه شده، شکل ناحیه مربوط به جستجوی نقاط همسایگی برای استفاده در تخمین مقدار متغیر ناحیه ای در هر موقعیت بیضوی بوده که قطر کوچک آن برابر با کوچکترین دامنه تأثیر و قطر تأثیر موجود در سهمی واریوگرام تجربی می‌باشد. به منظور برآورد و ارزیابی بهترین روش درون‌یابی بعد از انجام آنالیز واریوگرافی و مشخص شدن عناصر دارای سقف و سهمی واریوگرام مشخص، از پارامترهای آماری که به روش اعتبارسنجی حذفی محاسبه گردیدند برای تعیین بهترین روش درون‌یابی استفاده گردید. این پارامترهای آماری به عنوان شاخص‌هایی برای نشان دادن این که آیا مدل یا مقادیر پارامترهای مرتبط با مدل قابل قبول برای تولید نقشه می‌باشند یا نه، مورد استفاده قرار گرفتند.

در این پژوهش، بیشتر معیار خطای برآورد (RMSE) و میانگین خطای اریب (MAE) است که رابطه‌های آنها در زیر آورده شده است.



$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |Z^*(x_i) - Z(x_i)|}{n} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [z(x_i) - \hat{z}(x_i)]^2} \quad (2)$$

که در آن $Z^*(x_i)$: مقدار برآورد شده در نقطه ی x_i و $Z(x_i)$: مقدار مشاهده شده در نقطه ی x_i و N : تعداد نقاط می باشد. جدول (۱) نشان دهنده ی پارامترهای تعیین نمای داده های شوری آب زیرزمینی در مدل های انتخابی می باشد. در مرحله بعد ناهمسانگردی داده ها مورد بررسی قرار گرفت. چنان چه تغییرات متغیری نسبت به فاصله در همه جهته ها یکسان باشد آن متغیر همسانگرد می باشد ولی چنان چه تغییرات مکانی در جهت های گوناگون متفاوت باشد متغیر ناهمسانگرد است.

جدول ۱- عوامل موثر در ساختار فضایی

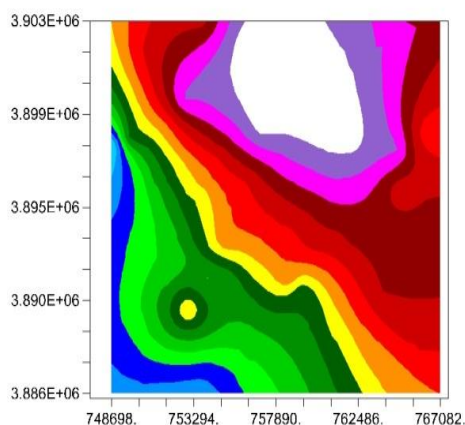
RSS	R*2	Proportion C/C+C0	بهترین مدل	نوع واریوگرام	چاهک های معرف
۴/۰۴	۰/۹۶	۰/۹۲	گوسی	همسانگرد و همگن	داده های شوری آب های زیرزمینی

جدول ۲- مقایسه روش کریجینگ و IDW در برآورد شوری آب های زمینی

RMSE IDW	RMSE KRIGING	MAE IDW	MAE KRIGING	بهترین مدل
۶/۲	۳/۴	۲/۴	۱/۸	گوسی

نتیجه گیری:

همان طور که در جدول ۲ ذکر شده است که برای داده های آی زیرزمینی با مدل گوسی و روش کریجینگ مقدار ضریب تعیین ۷۸ درصد می باشد که بیان کننده وجود تغییرات مکانی در این عمق می باشد. برای انتخاب روش مناسب میان یابی معمولاً از روش ارزیابی متقابل استفاده می گردد. در این روش در هر مرحله یک نقطه مشاهده ای حذف شده و با استفاده از بقیه نقاط مشاهده ای، آن نقطه برآورد می شود. این کار برای کلیه نقاط مشاهده ای تکرار می شود، به طوری که در آخر به تعداد نقاط مشاهده ای، برآورد وجود خواهد داشت. معیار مختلفی نیز برای ارزیابی کارایی روش های میان یابی وجود دارد که می توان به میانگین خطای مطلق (MAE) و ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE) اشاره کرد. با توجه به جدول ۳ روش کریجینگ در برآورد شوری آب زیرزمینی دارای دقت بیشتری نسبت به روش IDW می باشد و در نهایت با استفاده از نرم افزار GS+ نقشه شوری آب های زیرزمینی با توجه به بهترین میان یابی در هر عمقی که داده های مربوط به شوری دارای تغییر مکانی بودند تهیه شد.



شکل ۲- نقشه دو بعدی آبهای زیرزمینی دشت قروه

منابع:

۱- پروانه خواه طهران، ر.، ۱۳۹۰. مقایسه کیفی منابع آب زیرزمینی از نظر شوری برای مصارف مختلف در شرق و غرب ابخوان ساحلی حوضه رودخانه های تالار - بابل - هراز

۲- یاری، ر.، م. کوچک زاده. ۱۳۸۷. مقایسه رو شهای زمین آماری برای پیش بینی پراکنش مکانی شوری آبخیززمینی. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب

3- Fayzieva, D., Kamilova, E and Nurtaev, B., 2008. On Development of GIS-Based Drinking Water Quality Assessment Tool for the Aral Sea Area. J. E. Moerlins and et al(eds). Published by: Springer Netherlands, Transboundary Water Resources: A Foundation for Regional Stability in Central Asia

4- Yidana, S. M., Ophori, D., and Yakubo, B. B., 2008. Groundwater Quality Evaluation for Productive Uses The Afram Plains Area, Ghana. J. Irrig. and Drain. Engrg. Volume 134, Issue 2,



ارزیابی فرسایش و رسوب کل و ویژه در حوزه آبخیز محمود آباد سفلی در شهرستان

فسا استان فارس

مریم زاهدی فر

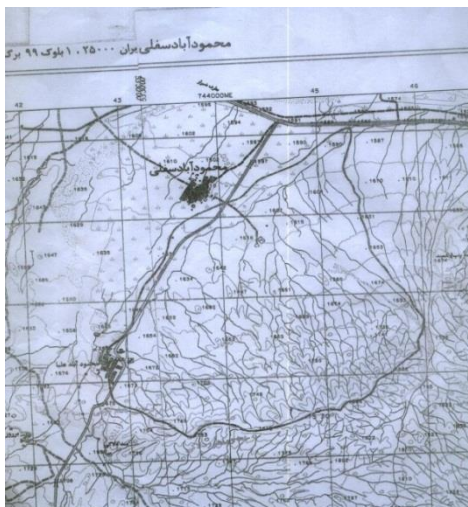
استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فسا

مقدمه

خاک، یکی از منابع طبیعی هر کشور محسوب می گردد. بشر در طی دوران زندگی خود، همواره از خاک به عنوان بستری برای کشت و کار محصولات کشاورزی و تامین نیازهای غذایی استفاده نموده است تا ادامه حیات خود را تضمین سازد. یکی از عواملی که در کشاورزی بسیار مورد توجه قرار می گیرد و عامل اصلی نابودی بسیاری از زمین های حاصلخیز کشاورزی و تبدیل آنها به مکان های غیر قابل کشت می باشد، پدیده فرسایش خاک است. امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری جدی برای رفاه انسان و حتی برای ادامه حیات او به شمار می آید. فرسایش خاک، نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروک ماندن مزارع می شود و از این راه خسارت های جبران ناپذیری بر جای می گذارد بلکه با رسوب گذاری در آبراهه ها، مخازن سدها و بنادر و کاهش ظرفیت آبیگری آنها، زیان های فراوانی را موجب می گردد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰). اگر استفاده از خاک براساس شناسائی استعداد و قدرت تولیدی آن و مبتنی بر رعایت اصول صحیح علمی باشد خاک از بین نمی رود، بالعکس ارتکاب هر گونه اشتباهی در بهره برداری از آن موجب وارد آمدن خسارات جبران ناپذیری می گردد و خاکی که برای تشکیل یک سانتیمتر آن، حداقل مدت سیصد سال زمان نیاز می باشد در مدت بسیار کوتاهی از بین می رود (احمدی، ۱۳۹۰). در مناطقی که تحت تأثیر انواع مختلف فرسایش قرار دارند، نوع مبارزه کاملاً متفاوت است همچنین روش های پیشگیری و مبارزه با فرسایش در اشکال مختلف آن از قبیل سطحی، شیاری، خندقی و سایر آن و همچنین بر اساس میزان فعال بودن هر یک از اشکال در مناطق مختلف متفاوت است. بنابراین نوع فرسایش، شکل فرسایش، میزان فعال بودن هر یک و همچنین عامل و یا عوامل تشدیدکننده فرسایش از مهمترین عوامل تعیین کننده در تصمیم گیری و انتخاب پروژه ها می باشد. در حوزه محمود آباد سفلی با توجه به وجود تنوع از اراضی کشاورزی (زرعی و باغی)، مرتعی و جنگلی با بهره برداران فراوان روستایی و عشایری انجام اقدامات آبخیزداری که متناسب با شرایط حوزه باشد برای کنترل فرسایش و کاهش تولید رسوب ضروری است. بنابراین این پژوهش با هدف برآورد میزان فرسایش و رسوب از طریق یکی از روش های تجربی مناسب در حوزه محمود آباد سفلی از شهرستان فسا واقع در استان فارس انجام شد.

مواد و روش ها

محدوده مورد مطالعه از لحاظ تقسیمات کشوری در استان فارس، در غرب شهرستان فسا و بخش محمود آباد سفلی با وسعتی برابر ۷۳۳ هکتار و محیطی برابر ۱۲/۸۲ کیلومتر در محدوده جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه و ۴۸ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۰ ثانیه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۷ دقیقه و ۲۸ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۵ دقیقه و ۵۸ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط حوزه ۱۷۰۲/۵ متر و حداکثر و حداقل ارتفاع در حوزه ۱۸۱۵ و ۱۵۹۰ متر از سطح دریا و متوسط شیب حوزه ۴۰/۹۱ درصد است.



شکل ۱. موقعیت حوزه مورد مطالعه

برای انجام این مطالعه مراحل زیر به ترتیب انجام شد: الف) در مرحله مقدماتی ابتدا اقدام به جمع‌آوری اطلاعات و مطالب موجود در ارتباط با حوزه مانند سابقه مطالعات موردی، تفصیلی و توجیهی، فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی، اطلاعات ایستگاه‌های رسوب‌سنجی نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، اجزاء واحد اراضی و تصاویر ماهواره‌ای شد. سپس با جدا نمودن محدوده اراضی صخره‌ای، مناطق مسکونی، جاده و ... بر روی نقشه کاربری، پراکنش مناسب در سطح حوزه، همگنی واحدها با هم و ... تعدادی از واحدهای همگن به عنوان واحد همگن جدا و نقشه واحدهای همگن منتخب یا نقشه مطالعات میدانی تهیه شد. ب) در مرحله صحرایی ابتدا واحدهای همگن منتخب در عرصه مشخص و اشکال فرسایش و شدت آنها، عامل ایجاد آنها، نوع تأثیر نامطلوب آنها بر جوامع انسانی و طبیعی، نشانه‌های فرسایش خاک و ارقام هدر رفت خاک در هر کدام از واحدها تعیین و همچنین نوع اقدامات حفاظتی و نحوه کاربری و استفاده از زمین در واحدهای همگن منتخب جهت محاسبه امتیازات مدل برآورد فرسایش بررسی و نهایتاً اندازه‌گیری‌های مورد نیاز در واحدهای بحرانی جهت بررسی تغییرات آبی فرسایش انجام شد. ج) در مرحله نهایی از روش تجربی (E.P.M¹) مقدار رسوب در حوزه محاسبه شد. برای طبقه‌بندی کیفی فرسایش از روش ذکر شده نیاز به اندازه‌گیری پنج عامل است. در این روش شدت فرسایش از رابطه [۱] محاسبه شد (احمدی، ۱۳۹۰):

$$Z = Y \cdot Xa (\psi + I^{0.5}) \quad [1]$$

که در آن، Z ضریب شدت فرسایش، Xa ضریب استفاده از زمین، ψ ضریب فرسایش، Y ضریب حساسیت خاک به فرسایش و I شیب متوسط حوزه بر حسب درصد می‌باشد. برای محاسبه برخی پارامترهای ذکر شده از



جداول مربوطه استفاده شد. فرسایش ویژه یا مقدار فرسایش حوزه آبخیز در واحد سطح در طول یک سال از رابطه زیر محاسبه شد:

$$W_{SP} = T.H.\pi.Z^{1.5} \quad [2]$$

که در آن WSP مقدار فرسایش (مترمکعب در کیلومترمربع در سال)، H متوسط بارندگی سالانه حوزه (میلی-متر)، Z شدت فرسایش و T ضریب درجه حرارت است که با استفاده از متوسط درجه حرارت سالانه حوزه (t، درجه سانتی گراد) و با به کارگیری رابطه [3] محاسبه می شود:

$$T = (t/10 + 0.1)^{0.5} \quad [3]$$

ضریب رسوبدهی حوزه نیز با استفاده از رابطه [4] به صورت زیر محاسبه شد:

$$RU = \frac{(P.H)^{0.5}}{L+10} \quad [4]$$

که در آن RU ضریب رسوبدهی حوزه آبخیز، L طول حوزه آبخیز (کیلومتر)، P محیط حوزه آبخیز (کیلومتر) و H اختلاف ارتفاع (کیلومتر) می باشد که با استفاده از رابطه [5] محاسبه می شود:

$$H = H_{av} - H_0 \quad [5]$$

که در آن H_{av} ارتفاع متوسط حوزه آبخیز (۱/۷۰۲۵ کیلومتر) و H_0 ارتفاع نقطه خروجی رودخانه اصلی حوزه (۱/۵۹۰ کیلومتر) می باشد. دبی رسوب ویژه و دبی رسوب کل حوزه نیز با استفاده از روابط [6] و [7] به صورت زیر محاسبه شد:

$$G_{sp} = RU.W_{sp} \quad [6]$$

$$G_s = A.G_{sp} \quad [7]$$

که در آن G_{sp} دبی رسوب ویژه (مترمکعب در کیلومترمربع در سال)، G_s دبی رسوب کل حوزه (مترمکعب در سال) و A مساحت حوزه آبخیز (۷/۳۳ کیلومترمربع) می باشد. محاسبات مذکور برای تمام زیر حوزه ها انجام شد.

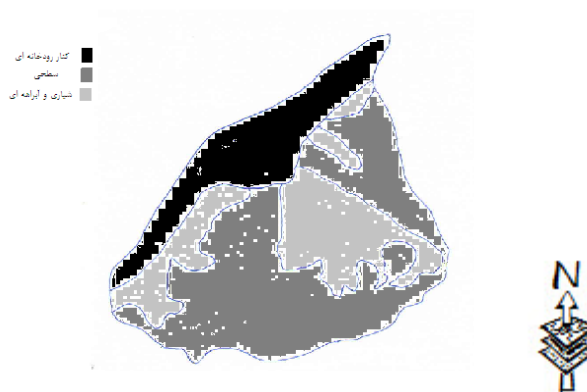
نتایج و بحث

با توجه به مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه، ۴ زیر حوزه در منطقه شناسایی شدند که به صورت تیپ های تپه، فلات، مخروط افکنه های آبرفتی سنگریزه دار و دشت دامنه ای در منطقه مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس شدت فرسایش محاسبه شده می توان گفت که زیر حوزه های اول تا سوم دارای فرسایش متوسط و زیر حوزه چهارم دارای فرسایش شدید می باشند (جدول ۱). سه شکل اصلی فرسایش در حوزه مورد مطالعه شامل فرسایش شیاری در زیرحوزه های اول و دوم، فرسایش سطحی و کنار رودخانه ای در زیرحوزه سوم و فرسایش آبراهه ای و سطحی در زیرحوزه چهارم بود. در زیرحوزه های اول و دوم، به دلیل حساس بودن سازندها، شیب تند دامنه، تخریب پوشش مراتع، چرای بی رویه و زود هنگام و طولانی مدت دام و همچنین حجم زیاد روانابها عمده فرسایش از نوع شیاری بود در حالی که در زیرحوزه سوم به دلیل از بین رفتن مراتع بالادست، لخت بودن مراتع در زمان بارندگی، عدم پراکنش مناسب دام و سرعت و حجم زیاد رواناب ورودی به مسیل، عمده فرسایش از نوع سطحی و کنار رودخانه ای بود و در زیرحوزه چهارم به دلیل حساس بودن سازندها تشدید

فرسایش سطحی و شیاری، شیب تند تخریب پوشش گیاهی، تعداد زیاد دام و چرای بی‌رویه دام و حجم زیاد رواناب در هنگام بارندگی فرسایش عمدتاً از نوع آبراهه‌ای و سطحی بود (شکل ۲).

جدول ۱. شدت فرسایش، فرسایش ویژه، ضریب رسوبدهی، رسوب ویژه و رسوب کل در زیرحوزه های مورد مطالعه

G_s (m^3/y)	G_{sp} ($m^3/km^2 \cdot y$)	R_u	W_{sp} ($m^3/km^2 \cdot y$)	Z	زیر حوزه
۲۸۱/۶۳	۳۸/۳۴	-/۰.۷۳	۵۲۵	۰/۴۸	۱
۲۸۱/۶۳	۳۸/۳۴	-/۰.۷۳	۵۲۵	۰/۴۸	۲
۳۳۴/۴۱	۴۵/۶۲	-/۰.۷۳	۶۲۵	۰/۵۳۹	۳
۵۷۴/۳۴	۷۸/۳۵	-/۰.۷۳	۱۷۳	-/۷۷۳۰	۴



شکل ۲. اشکال مختلف فرسایش در حوزه مورد مطالعه

از راهکارهای حفاظتی در مبارزه با فرسایش سطحی و شیاری می‌توان به جلوگیری از تخریب مراتع، کاهش دام‌مازاد بر ظرفیت مراتع، کاشت گونه‌های مرتعی، غنی‌سازی مراتع، مرتعکاری (مانند بذر پاشی، کپه کاری و ...) اشاره نمود در حالی که در مبارزه با فرسایش آبراهه‌ای برنامه‌هایی مانند احداث خشکه چین در درون آبراهه‌ها (با توجه به وجود قطعات سنگ در این منطقه)، جلوگیری از تخریب مرتع و غنی‌سازی مراتع (بذر پاشی و کپه کاری)، مدیریت چرا و قرق... (مصدقی، ۱۳۸۶) را می‌توان اجرا نمود و در مبارزه با فرسایش رودخانه‌ای می‌توان از اقدامات اصلاحی و احیایی در بالادست برای کنترل سایر اشکال فرسایش مانند فرسایش شیاری در پایین دست و احداث بند خاکی در منطقه مناسبی از مسیر جهت کنترل حجم زیاد رواناب خروجی اشاره نمود.

منابع

- صالحی، م.، اسفندیارپور بروجنی، ع.، مهاجر، ر. و باقری، م.، ۱۳۹۰. حفاظت آب و خاک تکمیلی. انتشارات دانشگاه پیام نور.
- احمدی، ح.، ۱۳۹۰. ژئومورفولوژی کاربردی. فرسایش آبی. انتشارات دانشگاه تهران.
- مصدقی، م.، ۱۳۸۶. مرتع‌داری در ایران. انتشارات دانشگاه آستان قدس رضوی.



تهیه نقشه شاخص کیفیت خاک به عنوان یکی از پارامترهای بررسی تخریب اراضی به کمک مدل سازی و سنجش از دور در حوضه سیاهپوش اردبیل

صدیقه رضایی^۱، حسین اسدی^۲، اباذر اسمعیلی عوری^۳، نفیسه یغمایان^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم خاک

۲- دانشیار دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم خاک

۳- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی، گروه آبخیزداری

۴- استادیار دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم خاک

مقدمه

از مهم‌ترین چالش‌های بشر در قرن حاضر در ابعاد گوناگون بیابان‌زایی است که از آن تحت عنوان تخریب اراضی یاد می‌شود. تخریب اراضی به عنوان تشدید یا توسعه شرایط بیابانی، روندی است که موجب نقصان تولیدات بیولوژیکی، تقلیل زیست توده، افت ظرفیت برای منابع گیاهی و کاهش تولیدات کشاورزی یا تخریب شرایط محیط زیست انسانی می‌شود (UNEP, 2006). امروزه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان نزدیک به ۱۴۵ میلیون هکتار اراضی آبی، ۱۷۰ میلیون هکتار اراضی دیم و ۳۶ میلیارد هکتار اراضی مرتعی جای گرفته است که به دلیل تغییر کاربری اراضی و استفاده نادرست از سرزمین، سالانه ۲۴ میلیارد تن خاک حاصلخیز در این مناطق از چرخه تولید خارج می‌گردد (UNEP, 2006).

جهت پی بردن به نقش عوامل موثر بر تخریب اراضی و پتانسیل بیابان‌زایی تحقیقات زیادی انجام شده است که حاصل آن ارایه مدل‌های مختلف تخریب اراضی است. مدل‌های FAO-UNEP، ICD و MEDALUS از این جمله هستند (جعفری، ۱۳۸۰؛ فزونی، ۱۳۸۶). بوبید و همکاران (Bouabid et al., 2010) در مراکش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به تهیه نقشه مناطق حساس به بیابان‌زایی و تخریب اراضی با استفاده از ترکیب چهار معیار شاخص کیفیت خاک، شاخص کیفیت پوشش گیاهی، شاخص اقلیم، شاخص کیفیت مدیریت و فاکتور انسان کرده و نشان داد که ۷۲ درصد از سطح حوضه مورد بررسی حساس به تخریب اراضی است.

با توجه به قرار گرفتن ایران در کمربند بیابانی نیمکره شمالی و اهمیت پدیده تخریب اراضی و بیابان‌زایی مطالعات مربوط به این پدیده‌ها در ایران نیز انجام شده است. به عنوان مثال رفیعی امام (۱۳۸۲) بیابان‌زایی دشت ورامین را با تکیه بر آب و خاک و در قالب روش ESAs مورد بررسی قرار داد و شاخص‌های مهم بیابان‌زایی را در منطقه، آب زیرزمینی، کاربری اراضی و کیفیت خاک معرفی نموده است. هدف از پژوهش حاضر بررسی کیفیت خاک از لحاظ مستعد بودن به تخریب اراضی در یکی از حوضه‌های استان اردبیل است.

مواد و روشها

تحقیق حاضر در حوضه سیاهپوش واقع در استان اردبیل انجام شده است. این حوضه آبخیز با مساحت ۱۰۱۰۳/۴ هکتار در قسمت جنوبی شهر کورائیم از شهرهای جنوبی شهرستان اردبیل واقع شده است و دارای مختصات جغرافیایی ۳۵° ۶' ۴۸" تا ۴۶° ۱۶' ۴۸" طول شرقی و ۳۷° ۴۶' ۸" تا ۳۷° ۵۴' ۰۰" عرض شمالی می‌باشد.



برای تهیه نقشه مربوط به کیفیت خاک منطقه مذکور از مدل ESAs (Kosmas et al., 1999) استفاده شد. این روش از جدیدترین روش‌های ارزیابی بیابان‌زایی و تخریب اراضی است. شاخص کیفیت خاک (SQI)، برای تهیه نقشه بیابان‌زایی بر پایه دو مشخصه مقاومت خاک به فرسایش و نفوذپذیری خاک، تعیین می‌شود. این شاخص کیفیت می‌تواند با استفاده از ویژگی‌های خاک مانند: بافت خاک، نفوذپذیری، درصد سنگریزه، مواد مادری تشکیل دهنده خاک، عمق و شیب زمین مشخص شود. هر یک از موارد یاد شده با استفاده از جدول ۱ مشخص شده و با توجه به رابطه ۱ امتیاز شاخص خاک اندازه‌گیری می‌شود. در نهایت لایه رستری کیفیت خاک به دست می‌آید.

جدول ۱- زیرمعیارهای مربوط به خاک بر پایه روش مورد استفاده

امتیاز	شرح	زیر معیار	عامل
۱	L, SCL, SL, LS, CL	بافت خاک	خاک
۱/۲	SC, SiL, SiCL		
۱/۶	Si, C, SiC		
۲	S		
۱	نفوذپذیری خوب	زهکشی	
۱/۲	تا حدودی نفوذپذیری		
۲	نفوذپذیری کم		
۱	<۶	% شیب	
۱/۲	۱۸ - ۶		
۱/۵	۳۵ - ۱۸		
۲	>۳۵		
۱	شیل، شیبست، بازیک، اولترا بازیک و کنگلومرا	مواد مادری	
۱/۷	سنگ آهک، گرانیت، ریولیت و ماسه سنگ		
۲	مارن و پیروکلاستیک		
۱	عمیق (> ۷۵)	عمق خاک (cm)	
۱/۲	میانگین (۳۰ - ۷۵)		
۱/۶	کم عمق (۱۵ - ۳۰)		
۲	خیلی کم عمق (<۱۵)		
۱	<۶۰%	% سنگریزه	
۱/۳	۲۰ - ۶۰	سطحی	
۲	>۲۰		

$$SQI = \left(\text{بافت} \times \text{مواد مادری} \times \text{پوشش سنگریزه} \times \text{عمق} \times \text{شیب} \times \text{نفوذپذیری} \right)^{1/6} \quad [1]$$

چنانچه امتیاز شاخص کیفیت خاک (SQI) کم‌تر از ۱/۱۳ باشد، خاک دارای کیفیت مناسب (خوب)، اگر بین ۱/۱۳ تا ۱/۴۵ باشد دارای کیفیت متوسط و در مقادیر بزرگ‌تر از ۱/۴۶، خاک دارای کیفیت پایین است. برای به

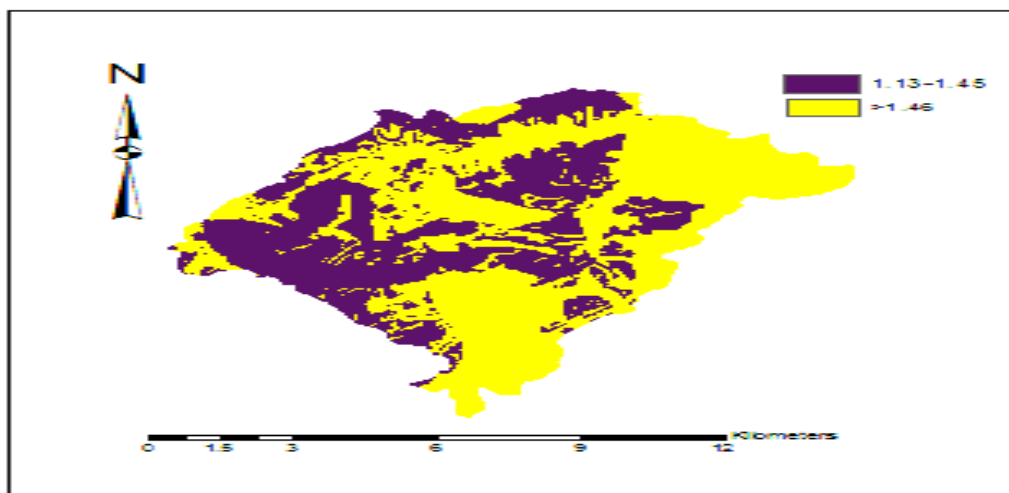
¹- Soil Quality Index

دست آوردن پارامترهای مورد نیاز، ابتدا لازم است سطح حوضه بر اساس لندفرم‌ها، زمین‌شناسی، اقلیم و کاربری به واحدهایی یکنواخت تقسیم‌بندی شود (Kosmas et al., 1999). به این ترتیب داده‌های مورد نیاز با استفاده از گزارش‌ها و اطلاعات موجود جمع‌آوری گردید. پس از تعیین پارامترهای ذکر شده، نقشه رستری مربوط به شاخص کیفیت خاک به کمک نرم افزار ArcGIS 10 و با توجه به رابطه ۱ تهیه گردید.

نتایج و بحث

در شکل ۱ نقشه شاخص کیفیت خاک حوضه سیاهپوش ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نزدیک ۶۰ درصد حوضه دارای کیفیت خاک پایین ($SQI > 1.46$) و ۴۰ درصد دارای کیفیت متوسط می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت کل منطقه حساس به تخریب است و در هیچ بخشی از حوضه کیفیت خاک مناسب نیست. دلیل این وضعیت می‌تواند عمق کم خاک، کوهستانی بودن منطقه و شیب بیش از ۱۸ درصد در اکثر نقاط باشد. کار مشابهی که توسط کوسماس (۱۹۹۹) انجام شد، نشان می‌دهد که ۶۰/۵ درصد منطقه دارای کیفیت متوسط، ۳۰/۷ درصد دارای کیفیت پایین و ۷/۸ درصد دارای کیفیت خوب می‌باشد. او دلایل تخریب منطقه را شیب زیاد، ظرفیت نگهداری آب پایین و عمق کم خاک، که در اثر رواناب و در نتیجه فرسایش از بین رفته، مطرح کرده است. نقشه به دست آمده در شکل پایین، با نقشه توپوگرافی منطقه و نقشه کاربری اراضی مطابقت نشان می‌دهد، و پایین‌ترین کیفیت خاک مربوط به مناطقی است که یا دارای شیب زیاد هستند یا تحت کاربری کشاورزی قرار گرفته‌اند.

طی بازدیدهای به عمل آمده از منطقه مشاهده گردید که کشت و کار بر روی دامنه‌هایی با شیب زیاد و در جهت شیب صورت می‌گیرد که این مساله می‌تواند یکی از دلایل اصلی فرسایش و تخریب خاک در این منطقه باشد. همچنین تعداد دام‌های موجود نیز بیشتر از ظرفیت مراتع حوضه است که این تعداد دام علاوه بر چرای بیش از حد و از بین بردن مراتع منطقه، موجب تراکم و فشردگی خاک نیز می‌گردد. در کل نقشه به دست آمده نشانگر این مطلب است که منطقه از لحاظ شرایط کیفی خاک بسیار مستعد تخریب و نابودی است و لازم است که اقدامات مدیریتی و حفاظتی متناسب با شرایط حوزه اتخاذ شود.



شکل ۱- نقشه شاخص کیفیت خاک حوضه سیاهپوش



منابع

- ۱- جعفری، ر.، ۱۳۸۰. ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی با تحلیل و بررسی روش‌های فائو-یونپ و ICD در منطقه کاشان با تکیه بر فرسایش بادی و تخریب منابع آب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۲- رفیعی امام، ع.، ۱۳۸۲. بررسی بیابان‌زایی دشت ورامین با تکیه بر مسائل آب و خاک. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۳- فزونی، ل.، ۱۳۸۶. ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده با تاکید بر معیار فرسایش آبی و بادی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل.
- 4- Bouabid, R., M. Rouchdi, M. Badraoui, A. Diab and S. Louafi. 2010. Assessment of land desertification based on the MEDALUS approach and elaboration of an action plan: the case study of the Souss river basin, Morocco. In: P. Zdruli, M. Pagliai, S. Kapur and A.F. Cano (eds.), Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation. Springer, pp. 131-145.
- 5- Kosmas, C., M. Kirkby and N. Geeson. 1999. The Medalus project: Mediterranean desertification and land use, Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Commission, Project ENV4 CT 95 0119 (EUR 18882).
- 6- UNEP, 2006. Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification. (Report of the Executive Director). http://www.sdnpdb.org/sdi/international_days/wed2006/UNEP_1991.pdf



تغییرات مکانی و زمانی برخی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی دشت کرمان

محمد مهدی احسانی زاده^۱ و نجمه یزدان پناه^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

مقدمه

آب زیرزمینی یکی از مهم‌ترین منابع تامین کننده آب شیرین مورد نیاز انسان می‌باشد و بعد از یخچال‌ها و یخ پهنه‌ها بزرگ‌ترین منبع آب شیرین دنیاست. در حالی که تنها ۰/۰۶ درصد از کل آب‌های موجود در روی زمین می‌باشد، ولی این حجم کوچک، بیش از ۹۰ درصد آب شیرین دنیا را تشکیل می‌دهد (طاهری، ۱۳۸۴). آب‌های زیرزمینی از ذخایر مهم آب در طبیعت هستند که از طریق چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، چشمه‌ها و قنوات مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (شمسایی، ۱۳۷۷). کشور ایران با بارندگی متوسط سالانه به میزان ۲۵۰ میلی‌متر که کمتر از یک سوم بارندگی متوسط سالانه جهان است یکی از مناطق خشک محسوب می‌گردد. این در حالی است که افزایش جمعیت، ارتقاء سطح زندگی و به موازات آن توسعه شهری، صنعتی و کشاورزی روز به روز نیاز به تامین آب را افزایش می‌دهد (محمدی فتیده، ۱۳۶۴).

خشکسالی‌های اخیر سبب برداشت بیرویه از منابع زیرزمینی شده است. این اضافه برداشت باعث افت بیشتر سطح آب زیرزمینی و پیشروی جبهه آب شور در بعضی از دشت‌ها و باعث آلودگی گردیده است که در صورت عدم کنترل آلاینده‌ها، بحران‌های جدی زیست محیطی به دنبال دارد (محمدی فتیده، ۱۳۶۴). ورود فاضلاب‌های خانگی و صنعتی، رواناب‌های شهری، ورود آب شور دریا به آبخوان‌ها فعالیت‌های معدن‌کاوی، ترکیبات شیمیایی تولید شده توسط کارخانجات و ذخیره‌سازی و حمل آن یا دفن غیربهداشتی و غیر اصولی مواد زائد جامد می‌توانند سبب آلودگی آب‌های زیرزمینی گردند (Laws, 2000).

استان کرمان در منطقه خشک واقع شده است و به دلیل خشکسالی در چند دهه اخیر استفاده از آب‌های زیرزمینی برای کشاورزی و تامین آب شرب شهرها و روستاها اهمیت بسیار زیادی یافته است. به دلیل واقع شدن دشت کرمان در منطقه‌ای با وسعت زیاد مناطق کشاورزی و استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی مخصوصا کودهای نیتروژن‌دار و فسفات‌ها و منابع آلوده‌کننده دیگر و اهمیت آب زیرزمینی دشت از نظر مصارف صنعتی و خصوصا کشاورزی باعث گردیده تا بازبینی خصوصیات کیفی منابع خاک و آب دشت مورد توجه قرار گیرد. تحقیق حاضر با هدف تهیه نقشه پراکنش هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) آب‌های زیرزمینی دشت کرمان با تأکید بر تغییرات مکانی و زمانی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

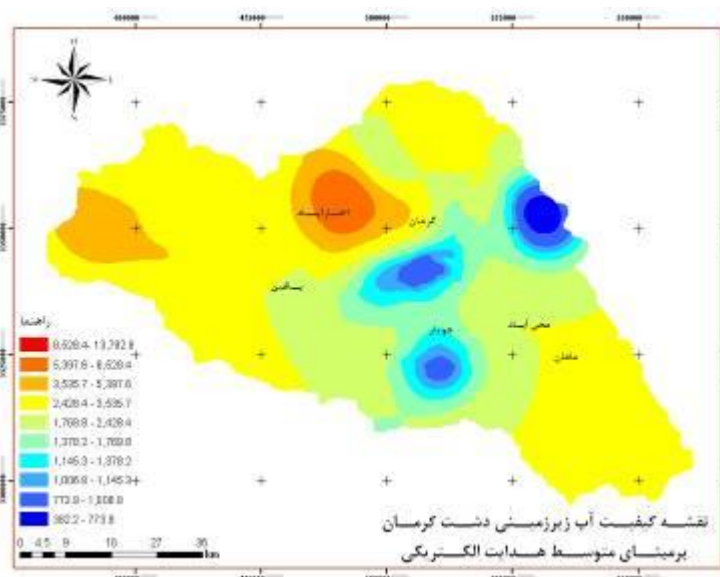
محدوده مطالعاتی دشت کرمان با وسعت ۵۴۲۰ کیلومتر مربع (۲۷۱۹ کیلومتر مربع ارتفاعات، ۲۷۰۱ کیلومتر مربع دشت) در محدوده جغرافیایی ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی در ناحیه جنوب شرق ایران و حاشیه کویر لوت قرار گرفته است.

به منظور بررسی کیفیت آب دشت کرمان و وضعیت کیفی آبخوان، آمار مربوط به ۵۶ چاه آب دشت شامل هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) طی دوره آماری ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده، آزمون همگنی توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف انجام شد. در این تحقیق دو سری داده شامل متوسط مقادیر پارامترها و شیب تغییرات مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس میزان تغییر هر پارامتر طی دوره آماری شیب منحنی تغییرات تعیین و از آن به عنوان معیاری در بیان تغییرات زمانی هر متغیر استفاده شد. در نهایت، نقشه‌های پراکندگی پارامترهای مورد مطالعه، از طریق کریجینگ و تهیه نقشه تخمین تغییرات مکانی توسط برنامه رایانه‌ای Arc GIS 9.3 تهیه شد.

نتایج و بحث

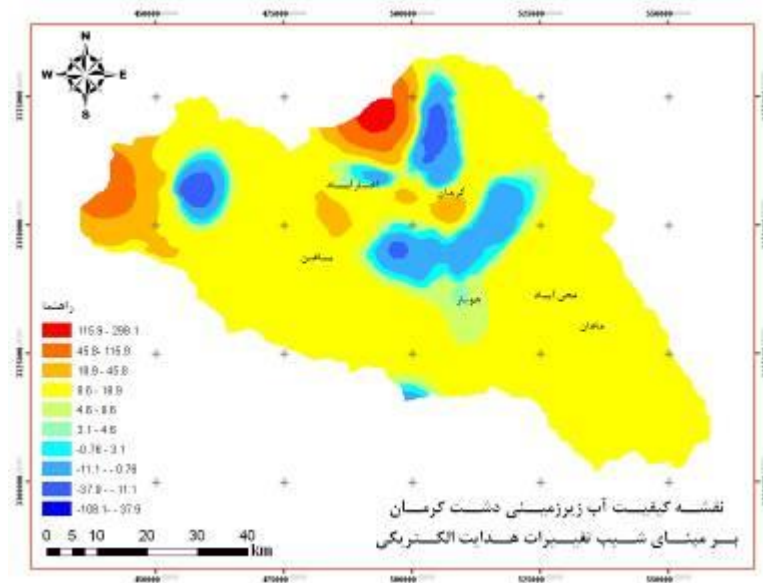
۱- هدایت الکتریکی (EC)

نتایج نشان داد که میزان هدایت الکتریکی (EC) آب زیرزمینی دشت کرمان با متوسط ۲۴۶۸ میکروزیمنس بر متر، بین ۳۸۲ تا ۱۳۷۹۲ میکروزیمنس بر متر متغیر است. بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی، حداکثر مقدار مجاز EC برای آب آشامیدنی برابر با ۲۰۰۰۰ میکروزیمنس بر متر می‌باشد لذا EC آب منطقه مورد مطالعه از استاندارد بهداشت جهانی پایین‌تر است. کمترین میزان EC مربوط به غرب و بخش چوپار می‌باشد و بیشترین میزان آن در حومه شهر کرمان و اختیارآباد مشاهده شد (شکل ۱). افزایش EC در مناطق شهری با تراکم جمعیتی زیاد می‌تواند متاثر از نفوذ فاضلاب‌های شهری و خانگی، پساب تأسیسات بهداشتی و درمانی، پساب‌های آلوده به مواد شیمیایی کشاورزی، پساب صنایع و کارگاه‌های کوچک درون شهری باشد. بطور کلی، مقدار EC به سمت غرب دشت کرمان روندی افزایشی را نشان می‌دهد. حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند که میزان EC آب شهر کرمان و حومه بالا و به سمت غرب دشت به دلیل شرایط زمین‌شناسی (وجود رسوبات شیلی و مارنی ژوارسیک که محتوی لایه های گچ و نمک‌اند) افزایش می‌یابد.



شکل ۱) نقشه تغییرات میزان EC در دشت کرمان بر حسب میکرو زیمنس بر متر

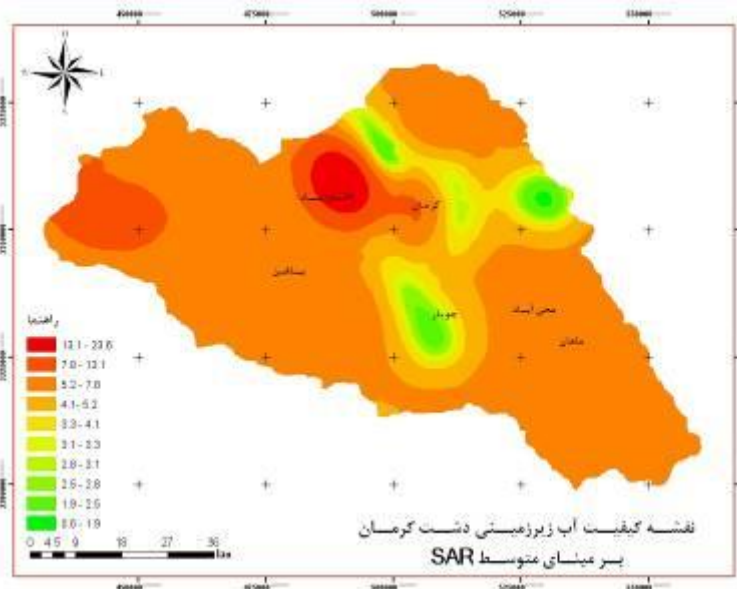
شکل ۲ نقشه شیب تغییرات هدایت الکتریکی در دشت کرمان را در طی دوره آماری مورد مطالعه از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد. مقادیر مثبت و منفی شیب تغییرات، به ترتیب مبین افزایش و کاهش مقدار EC از ابتدا تا انتهای سال‌های آماری مورد مطالعه است. بیشتر سطوح مورد مطالعه دارای شیب تغییرات مثبت بوده که بیانگر افزایش EC طی دوره آماری است. بیشترین تغییرات هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه در بخش‌های شمالی و غرب دشت مشاهده شد. یکی از دلایل تغییرات بالای شیب در این منطقه شرایط زمین شناسی این مناطق است که دارای رسوبات تبخیری است. در قسمت‌های شمال چوپار و شمال شهر کرمان و اختیارآباد تغییرات شیب هدایت الکتریکی منفی است نشان دهنده این است که هدایت الکتریکی در طی ۱۰ سال آماری کاهش یافته است. در شهر کرمان هم شیب تغییرات هدایت الکتریکی مثبت و بالا می‌باشد که از علل افزایش هدایت الکتریکی می‌توان به ورود فاضلاب شهری، نفوذ آلاینده‌های ناشی از عملیات کشاورزی نظیر کودها و سموم شیمیایی اشاره کرد. هم چنین کمبود منابع آب در منطقه و اقدام در عمیق‌تر کردن چاه‌ها، باعث مخلوط شدن منابع آب با کیفیت پایین‌تر با سایر منابع و کاهش کیفیت آب زیرزمینی شده است.



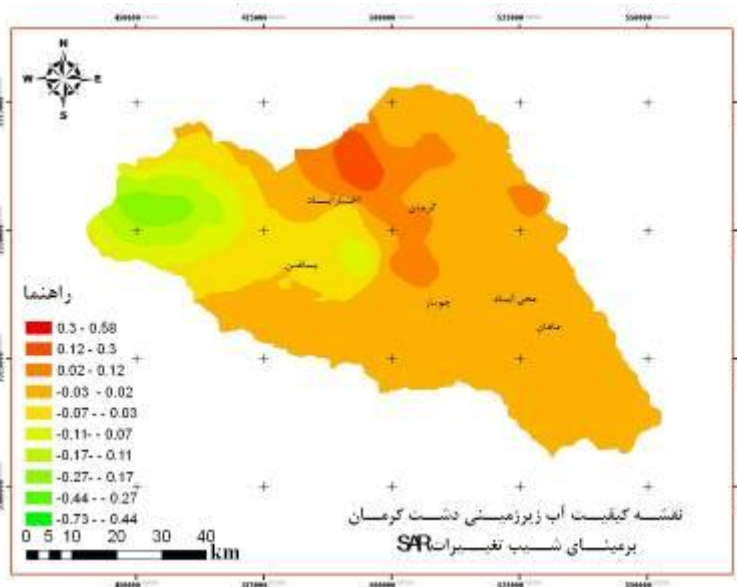
شکل ۲) نقشه شیب تغییرات EC آب زیرزمینی دشت کرمان

۲- نسبت جذب سدیم (SAR)

میانگین SAR در منابع آب دشت کرمان ۵/۹۹ و حداقل و حداکثر آن به ترتیب برابر با ۰/۶ و ۲۳/۶ تعیین شد. مقدار SAR در منطقه اختیارآباد و تا حدی در شهر کرمان بالاتر از بخش‌های دیگر است (شکل ۳). همچنین میزان آن در غرب دشت بالا است. بالابودن مقدار SAR را می‌توان به شرایط زمین شناسی منطقه حاوی رسوبات تبخیری و رسوبات نئوژن محتوی لایه‌های گچ و نمک و همچنین ورود فاضلاب شهری و صنعتی به آب‌های زیرزمینی نسبت داد. شکل ۴ شیب تغییرات SAR در دشت کرمان را در طی دوره آماری سال ۱۳۷۸ تا سال ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد. همان‌طور مشاهده می‌شود در بخش شمالی و حومه شهر کرمان و اختیارآباد شیب تغییرات مثبت است و در غرب دشت شیب تغییرات منفی است.



شکل ۳) نقشه تغییرات SAR آب زیرزمینی دشت کرمان



شکل ۴) نقشه شیب تغییرات SAR آب زیرزمینی دشت کرمان

منابع

- ۱- حسن پور، ن. عباس نژاد، ا. دادالهی، ح. قاسمی پور افشار، ی. ۱۳۹۰. بررسی اثر بالا آمدن سطح آب زیرزمینی شهر کرمان بر کیفیت آبخوان شهر. پنجمین همایش ملی مهندسی محیط زیست. تهران.
- ۲- شمسایی، ا. ۱۳۷۷. هیدرولیک جریان آب در محیط های متخلخل. جلد دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف. ۵۷۲ صفحه
- ۳- طاهری تیز رو، ع. ۱۳۸۴. آب های زیر زمینی. انتشارات دانشگاه رازی. ۲۸۱ صفحه.
- ۴- محمدی فتیده، م. ۱۳۶۴. شناخت آب سالم. انتشارات دانشگاه تبریز. ۲۶۰ صفحه.
- 5- Laws, E. A. 2000. Aquatic Pollution, Third edition, John Wiley and Sons. 261 p.



بررسی تغییر کاربری اراضی در تولید رسوب با استفاده از مدل WEPP

مریم محمدزاده^۱، مصطفی چرم^۲ و مهناز اسکندری^۳

۱- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

مقدمه

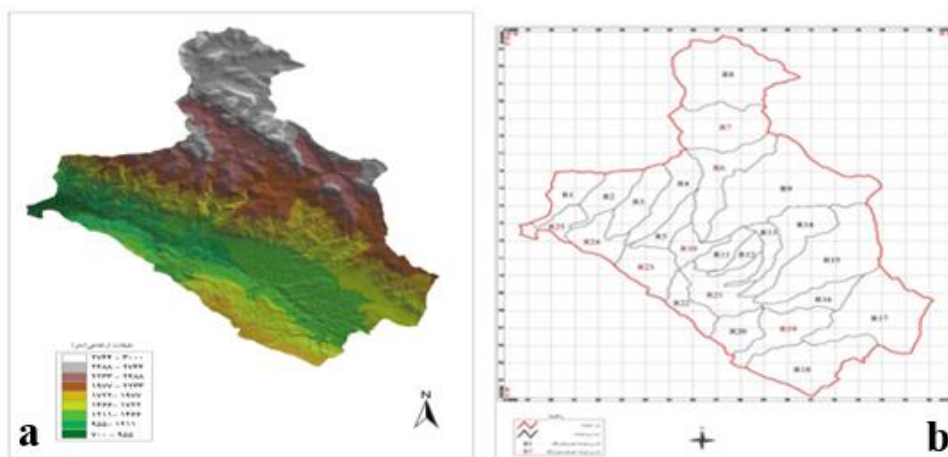
عوامل متفاوت و به هم پیوسته‌ای همچون مواد مادری، شیب اراضی، مدیریت و پوشش گیاهی بر مقدار فرسایش خاک موثر است. در این میان عدم مدیریت صحیح و کاربری غیر اصولی از خاک، از عوامل بسیار مهم ایجاد رواناب در سطح حوزه‌های آبخیز است. بنابراین با شناخت به موقع اثر تغییرات کاربری اراضی می‌توان به ایجاد تعادل و جلوگیری از فرسایش در سطح حوزه‌ها اقدام نمود. از موارد عمده‌ای که تغییر کاربری اراضی در تولید فرسایش دارد می‌توان به تغییر کاربری اراضی جنگلی و مراتع به دیمزارها اشاره کرد. Sparovek و همکاران (۲۰۰۳) پژوهشی را در برزیل انجام دادند که هدف آن، نشان دادن چهارچوبی از وضعیت فرسایش و رسوب با استفاده از مدل ریاضی WEPP و تکنیک GIS بود. در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که مدل آنها از کارایی بالایی در برآورد فرسایش و رسوب برخوردار است. همچنین دریافتند که اثر افزایش عرض جنگل-ها در افزایش میزان نگهداشت رسوبات و کاهش میزان فرسایش معنی‌دار است. Jefferson (۲۰۰۳) نیز نشان داد که کاربرد مدل WEPP همراه با GIS، به کاربران این فرصت را می‌دهد که در روش‌های توسعه مدیریت اراضی، به سرعت به میزان آلودگی ناشی از وقوع فرسایش، پی برند. Wiliam و Lary (۲۰۰۰) نشان دادند که ترکیب مدل WEPP و سنجش از دور، مدلی بسیار کارا برای نشان دادن تفاوت بین اثرات روش‌های مدیریتی مختلف کشت می‌سازد. همچنین Elliot (۲۰۰۴) مدل WEPP را برای بررسی مقدار فرسایش در جاده‌های جنگلی به کار گرفت و نشان داد که مدل از توانایی خوبی در برآورد فرسایش و رسوب در این مناطق برخوردار است. هدف از این پژوهش بررسی تغییر کاربری اراضی در تولید رسوب با استفاده از مدل WEPP در حوزه آبخیز رکعت بود.

مواد و روشها

حوزه آبخیز رکعت با مساحتی حدود ۱۶۳/۴۶ کیلومتر مربع در ۵۵ کیلومتری شرق شهرستان ایذه در استان خوزستان واقع شده است. این حوزه از لحاظ ساختار زمین‌شناسی در زون ساختمانی زاگرس واقع می‌باشد و دارای ۲۵ زیر حوزه است. در این پژوهش برای هر کدام از ۲۵ زیر حوزه با استفاده عکس‌های هوایی و نقشه‌های هیپسومتری آبراهه، پوشش گیاهی، شیب و نقشه خاک برای مدل تعریف گردید. شکل ۱ منطقه مورد مطالعه و وضعیت زیرحوزه‌های آن را نمایش می‌دهد. در این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی (شیب، جهت و

ارتفاع) با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ و عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/۴۰۰۰۰، استفاده شد. ورودی مدل WEPP شامل چهار دسته کلی آب و هوا، پوشش گیاهی و مدیریت، شیب و خاک است. فایل خاک و پوشش گیاهی به صورت فایل word به مدل داده شد. فایل خاک شامل لایه‌های خاک، عمق، درصد شن ریز و درشت، درصد رس، درصد مواد آلی، ظرفیت تبدلی کاتیونی، درصد سنگ، سنگریزه و ضریب آلیبدو است. برای ساختن فایل اقلیم از نرم‌افزار CLIGEN و برنامه BPCDG استفاده شد. برای بررسی تغییر کاربری از عکس‌های هوایی منطقه استفاده شد.

پس از تهیه نقشه‌های مورد نیاز با هم‌مقیاس نمودن عکس‌های هوایی حوزه و نقشه‌های مربوط به شیب، پارس‌بندی، هیپسومتری و شبکه هیدروگرافی در هر زیر حوزه تعداد شیب‌ها، شبکه آبراهه‌ها، کانال‌ها و ابنیه‌ها مشخص گردید. در نهایت کاربری اراضی در هر زیر حوزه مشخص و برای مدل تعریف شد. نقشه پوشش گیاهی و شیب منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است.



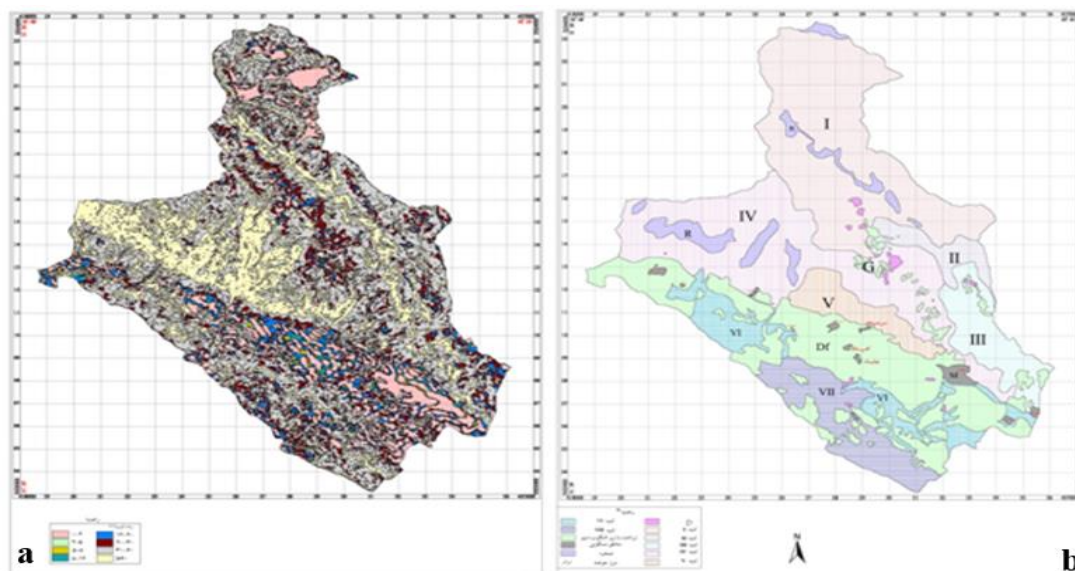
شکل ۱- منطقه مورد مطالعه (a) و زیرحوزه‌های آن (b)

پس از اجرای مدل، مقدار فرسایش و رسوب برای هر زیر حوزه به دست آمد. در این حوزه آبخیز ۸ تیپ گیاهی وجود دارد که شامل کاربری‌های مرتع، جنگل و زراعت دیم است، لیکن قسمت اعظم اراضی را جنگل تشکیل می‌دهد. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است اکثر اراضی کشاورزی منطقه بر روی دامنه‌های شیب‌دار قرار دارند و بر اثر تغییر کاربری از اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی، بوجود آمده‌اند. در این اراضی در اثر سوء مدیریت، خاک و مواد حاصلخیز شسته شده و به مرور زمان با ضعیف شدن خاک، رها می‌شوند.

نتایج و بحث

پس از کاربرد مدل، متوسط مقدار رسوب در هر زیر حوزه بدست آمد که در شکل ۳ نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که زیر حوزه‌های ۱، ۶، ۲۴ و ۲۵ دارای بیشترین مقدار رسوب به دست آمده از مدل هستند. با توجه به شکل ۲ مشخص است که زیر حوزه ۱، دارای مدیریت جنگل و زراعت دیم است. با وجود کاربری

زراعت دیم، مقدار فرسایش و میزان روان آب افزایش و رسوب حاصل از آن بالطبع افزایش یافته است. وضعیت فرسایش در هیل اسلوپ‌های تحت دیم بسیار شدیدتر از کاربری‌های جنگل بوده است که با افزایش شیب زیادتر شده است. مشخص است که زراعت در شیب‌های تند که عموماً مناسب جنگل و مرتع هستند، باعث تشدید فرسایش می‌گردد.

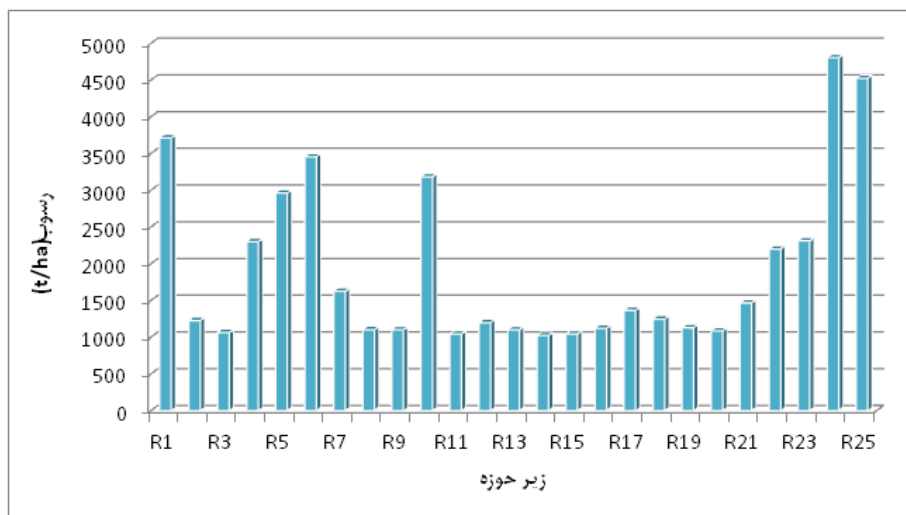


شکل ۲- وضعیت پوشش اراضی (a) و شیب در منطقه مورد مطالعه (b)

در زیر حوزه ۶ افزایش شیب از ۸ به ۱۸ درصد در مدیریت مرتع، عامل اصلی فرسایش و تولید روان آب بوده است. به طور کلی با افزایش شیب در کلیه کاربری‌ها، میزان فرسایش افزایش می‌یابد. در مدیریت مرتع افزایش شیب تا ۱۸ درصد به علت چرای بی‌رویه دام‌ها در منطقه و حرکت احشام بر روی خاک، سبب جدا شدن ذرات خاک می‌گردد. عبور مداوم احشام باعث فشردن خاک، کاهش نفوذپذیری و سرانجام افزایش آبدوی و فرسایش شده است. بهترین راهکار برای کاهش اثرات منفی این مسأله، استفاده از مدیریت‌های صحیح اعمال قرق است. در زیر حوزه ۲۴ وضعیت مراتع بسیار ضعیف بوده و تراکم بوته اندک است که این عامل باعث افزایش بیش از اندازه روان آب در این زیرحوزه شده است و در نهایت باعث فرسایش بیشتر می‌گردد. در سایر هیل اسلوپ‌ها با وجود مدیریت جنگل فرسایش کمتر بوده است و تفاوت آن‌ها به علت نوع بافت خاک هر کدام بود. بطوریکه در مناطقی که بافتی بسیار سنگین و سنگین داشتند نفوذپذیری کم و یا خیلی کم بود که می‌تواند مقدار روان آب تولیدی در سطح زیرحوزه را افزایش دهد. هیل اسلوپ‌های زیر حوزه ۲۵ بر روی سازند آسماری-چهرم واقع شده است و چون سازند آسماری - چهرم در منطقه دارای لیتولوژی آهک دولومیتی است در مقابل فرسایش مقاوم بوده است و نفوذپذیری آن با توجه به توسعه کارست متوسط تا زیاد است. متأسفانه سازندهای زمین‌شناسی در منطقه دهنده عموماً از نوع فرسایش‌پذیر بوده و رسوبات حاصله تهدیدی برای سدهای منطقه به شمار می‌رود. لیتولوژی سازند گچساران در محدوده مورد بررسی، شامل مقدار زیادی گچ همراه با مارن سبز، خاکستری، قرمز و لایه‌های ماسه‌سنگ است و در نتیجه فرسایش پذیری آن زیاد می‌باشد. بنابراین نتیجه‌گیری



می‌شود که با مساعد بودن عامل زمین‌شناسی در این منطقه، تغییر کاربری اراضی عامل مضاعفی در راستای تجدید فرسایش است. جنگل تراشی، چرای بی‌رویه دامها، تغییر کاربری اراضی از مرتع به زراعت، کشت و کار به صورت دیم و شیوه‌های نادرست کشت و کار و در نهایت استفاده بیش از حد از خاک، سبب بالا رفتن درجه حساسیت خاک‌ها می‌شود و در نهایت فرسایش و تولید رسوب در این حوزه افزایش می‌یابند.



شکل ۳- متوسط مقدار رسوب به دست آمده در هر زیر حوزه

منابع

- 1- Elliot WJ, 2004. WEPP internet interfaces for forest erosion prediction. Journal of the American Water Resources Association 40(2): 299-309.
- 2- Jefferson, 2003. Assessing the Trans Ferebility of a water erosion model. Soil Conservation District Dear Creek Watershed Association
- 3- Lary G and Wiliam H, 2000. The potential of GIS and Hydraulic modeling for Nonpoint Source Pollution Reduction in Arkansas Delta Agricultures. university of Arkansas.
- 4- Sparovek G, Ranieri SBL, Gassner A, De Maria IC, Schnug E, dos Santos RF and Joubert A, 2002. A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests. Agriculture Ecosystem and Environment 90: 169-175.



تعیین منطقه مناسب برای تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی به منظور تامین آب باغات پسته در دشت رفسنجان با استفاده از روش (TOPSIS) در محیط GIS

سینا صلحی^۱، محمود صلحی^۲، عبدالله سیف^۳، پریسا مشایخی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری گروه ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا و علوم برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان.
- ۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- ۳- عضو هیئت علمی گروه ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا و علوم برنامه ریزی دانشگاه اصفهان.
- ۴- کارشناس ارشد موسسه تحقیقات خاک و آب بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان و دانشجوی دکتری رشته خاکشناسی دانشگاه شهر کرد.

مقدمه

در مناطق نیمه خشک آب های زیرزمینی از منابع اصلی و کلیدی آب کشاورزی و شرب به شمار می روند. همزمان با رشد روزافزون جمعیت و نیاز بیشتر به منابع آب سالم، بهره برداری از آب های زیرزمینی در بسیاری از نقاط دنیا به طور تصاعدی افزایش یافته است. کشور ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند بیابانی جهان همواره با کمبود منابع آبهای سطحی رو به رو بوده است. با برداشت های بی رویه آب های زیرزمینی، سطح ایستابی به شدت افت کرد. این امر باعث نشست زمین ها و کاهش ظرفیت ذخیره آب زیرزمینی در نتیجه از بین رفتن منافذ خالی خاک، به وجود آمدن شکاف در سطح خاک، خشک شدن زمین و اثرات نامطلوب آن بر پوشش گیاهی می شود. از جمله راه حل های موجود برای کنترل اثرات منفی کاهش سطح آب زیرزمینی، تغذیه مصنوعی حوضه های آب زیرزمینی است. تغذیه مصنوعی در واقع بالا بردن پتانسیل نفوذ طبیعی آب بارندگی یا آب های سطحی به تشکیلات زیرزمینی است. برای تغذیه مصنوعی روش های متعددی موجود است. انتخاب نوع روش به توپوگرافی محل، زمین شناسی، شرایط خاک و مقدار آبی که باید مصنوعاً به حوضه فرستاده شود و استفاده نهایی از آن بستگی دارد. در شرایط بخصوص ارزش زمین، کیفیت آب یا حتی آب و هوا ممکن است عوامل مهم و تعیین کننده ای در این زمینه باشند. از آنجایی که تغذیه مصنوعی نیاز به صرف هزینه های فوق العاده زیادی دارد، لازم است مطالعات کاملی در تعیین مکان مناسب برای تغذیه مصنوعی انجام گیرد.

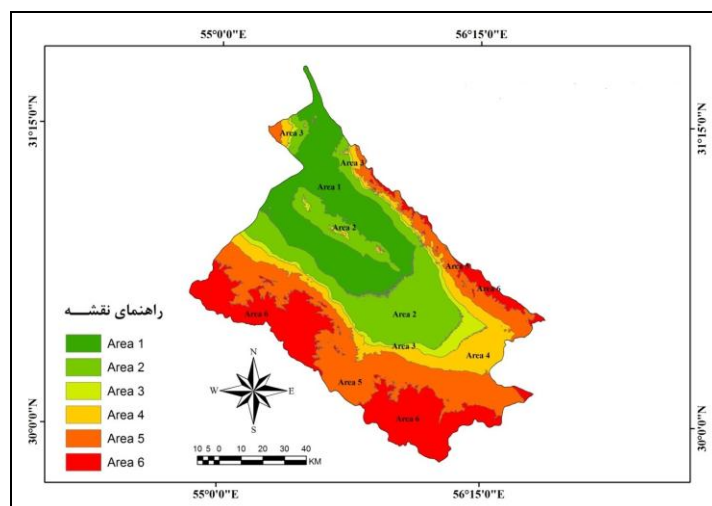
Krishnomurthy و همکاران (۱۹۹۶) با کمک تکنیک های RS و GIS، تاثیر عوامل زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی را در رفتار آبهای زیرزمینی مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند که در هر منطقه ناهمواری خاصی برای تغذیه آبهای زیرزمینی مناسب است. Choudhury & Saraf (۱۹۹۸) از قابلیت های سنجش از دور در استخراج لایه های مختلف نظیر کاربری اراضی، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و تلفیق آنها در محیط GIS جهت تعیین مناطق مناسب تغذیه مصنوعی آب های زیرزمینی استفاده کرده اند. در ایران نیز محققینی از جمله مهدوی و همکاران (۱۳۸۳) در حوضه آبخیز شهرضا، نوری و همکاران (۱۳۸۳) در حوضه آبخیز گاوبندی و موسوی و همکاران (۱۳۸۸) در محدوده تاقدیس کمستان مکان یابی محل مناسب برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی از طریق RS و GIS را در مناطق مورد مطالعه خود بررسی نمودند.

در تحقیق حاضر حوضه آبی رفسنجان، به دلیل برداشت بی رویه آب از سفره های آب زیرزمینی این منطقه به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شد. این منطقه یکی از مناطق بحرانی از نظر آب های زیرزمینی می باشد. اقتصاد این منطقه بر پایه باغات پسته شکل گرفته است که برای آبیاری آنها از چاه های عمیق و نیمه عمیق استفاده می شود. زیاد شدن سالیانه عمق و بعضاً تعداد چاهها باعث وارد آمدن شوک هیدرولوژیکی به سفره های آب زیرزمینی شده است.

در این مطالعه از روش TOPSIS برای مشخص نمودن مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی استفاده شد. در این روش گزینه ها بر اساس شباهت به حل ایده آل رتبه بندی می شوند. به طوری که هرچه یک گزینه شبیه تر به حل ایده آل باشد، رتبه بیشتری دارد. این روش تصمیم گیری از پشتوانه ریاضی قوی برخوردار است.

مواد و روشها

بخش عمده حوضه رفسنجان در استان کرمان و بخش کوچکی از آن در استان یزد واقع شده است. این حوضه از نظر جغرافیایی مابین طول ۵۴ درجه و ۵۱ دقیقه و ۲۸ ثانیه تا ۵۶ درجه و ۳۳ دقیقه و ۵۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۱ دقیقه و ۲۲ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه و ۹ ثانیه شمالی قرار دارد. از آنجایی که عامل ارتفاع یکی از عوامل بسیار مهم و تاثیرگذار در سیستم های ژئوهیدرولوژیک و پدولوژیک و ژئومورفیک بوده و به طور مستقیم و غیر مستقیم بر عواملی مانند بافت، ساخت، نوع خاک، شیب، دما، بارش، نفوذپذیری، سطح ایستابی، آبدهی و... موثر است، از آن به عنوان شاخصی برای تفکیک محدوده مورد مطالعه استفاده شده و در نتیجه حوضه رفسنجان بر این اساس به ۶ منطقه جداگانه تقسیم گردید (شکل ۲).



شکل ۲- شش محدوده تفکیک شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس ارتفاع

منابع اطلاعاتی مورد نیاز این پژوهش شامل موارد ذیل بود که مورد پردازش و اصلاح و ویرایش قرار گرفت:

- ۱) داده های آماری اقلیمی شامل اطلاعات ایستگاه های سینوپتیک و کلیماتولوژی بافت، بم، کهنوج، جیرفت، کرمان، رفسنجان، شهراباک، سیرجان، ۲) نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰، ۳) نقشه های زمین شناسی با مقیاس های ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش دهنده سطح حوضه، ۴) لایه رقومی ارتفاعی (DEM) با قدرت تفکیک ۹۰ متر، ۵) لایه رقومی گسل های ایران، ۶) لایه رقومی آبراهه های اصلی و فرعی، ۷) لایه رقومی مراکز سکونتگاهی.

لایه شبکه زهکشی بر اساس نقشه های توپوگرافی منطقه تهیه و استخراج شده و لایه های تراکم شبکه زهکشی و فاصله از شبکه زهکشی توسط نرم افزار ARC GIS محاسبه گردید. لایه گسل های منطقه بر اساس نقشه های زمین



شناسی موجود منطقه رقومی سازی شده و لایه های تراکم گسل ها و فاصله مناطق مختلف از گسل ها در محیط نرم افزاری GIS تهیه و اصلاح گردید. لایه مراکز سکونتگاهی بر اساس نقشه های پایه موجود تهیه و لایه های تراکم مراکز مسکونی به همراه لایه فاصله از سکونتگاه از آن استخراج گردید. نقشه شیب، جهت شیب و طبقات ارتفاعی از فایل DEM منطقه استخراج شده و اصلاحاتی بر روی آن انجام شد. بر مبنای نقشه های زمین شناسی منطقه نیز نقشه رستری زمین شناسی تهیه گردید. در نهایت پس از آماده سازی نقشه ها و لایه های اولیه مورد نیاز در محیط نرم افزاری مدل تاپسیس مراحل زیر اجرا شد:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم: برای تهیه ماتریس تصمیم در ۶ منطقه تفکیک شده، گزینه ها و عوامل موثر در مکان یابی از جمله عوامل زمین شناسی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، تراکم زهکشی و فاصله از شبکه زهکشی، تراکم گسل ها و فاصله از گسل، بارش، دما، فاصله و تراکم مراکز سکونتگاهی به عنوان معیارهای تصمیم گیری در نظر گرفته شدند.

۲- بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم: در این مرحله سعی می شود معیارهای با ابعاد مختلف به معیارهایی بی بعد تبدیل شوند.

۳- تعیین بردار وزن معیارها: در این مرحله با توجه به ضرایب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم گیری بردار وزن معیارها تعیین می گردد. روش های مختلفی برای محاسبه وزن نسبی بر اساس مقایسه زوجی وجود دارد که مهمترین آنها روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روشهای تقریبی می باشد. در این مطالعه از روش بردار ویژه برای محاسبه وزن نسبی استفاده شد.

۴- تعیین ماتریس تصمیم بی مقیاس شده وزن دار: ماتریس تصمیم بی مقیاس شده وزن دار از ضرب ماتریس تصمیم بی مقیاس در بردار وزن معیارها به دست می آید.

۵- یافتن حل ایده آل و ضد ایده آل

۶- محاسبه فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل

۷- محاسبه شاخص شباهت: مقدار شاخص شباهت بین صفر و یک تغییر می کند هر چه گزینه مورد نظر به ایده آل مشابه تر باشد، مقدار شاخص شباهت آن به یک نزدیکتر است. کاملاً روشن است که اگر گزینه ای بر گزینه ایده آل منطبق باشد، آنگاه فاصله آن تا حل ایده آل مساوی صفر و شاخص شباهت آن مساوی یک خواهد بود. لذا برای رتبه بندی گزینه ها بر اساس مقدار شاخص شباهت، گزینه ای که دارای بیشترین شاخص شباهت است در رتبه اول و گزینه ای که دارای کمترین شاخص شباهت است در رتبه آخر قرار می گیرد.

نتایج و بحث

با توجه به مقدار عددی شاخص شباهت که برای هر یک از محدوده ها محاسبه شد، مناطق مناسب جهت انجام تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی به ترتیب $4 < 3 < 5 < 2 < 6 < 1$ تعیین گردید. یعنی منطقه شماره ۴ مساعدترین و منطقه شماره ۱ نا مساعدترین منطقه تشخیص داده شد.

با توجه به این نکته که بخش عمده باغات پسته در منطقه ۱ و ۲ قرار دارد، این مناطق به یک کمربند فشار آب زیرزمینی در ارتفاع بالاتر نیاز داشته تا از افت فشار آب زیرزمینی جلوگیری نماید. منطقه ای که در این پژوهش به عنوان اولویت اول انتخاب گردیده بر عوارض ژئومورفیک منطقه نیز مطابقت داشته و از نظر نفوذپذیری و وجود آبهای سطحی مناسب می باشد. منطقه ۱ بیشتر به دلیل داشتن پهنه های نمکی و رسی که کیفیت آنها را پائین می آورد منطقه نا مناسب تشخیص داده شده است. منطقه A6 به دلیل برخورداری از ارتفاعات و ناهمواری های بسیار زیاد و به



دلیل اینکه بیشتر بارش های این منطقه بارشهای جامد بوده و فرصت نفوذ به درون زمین را داشته و همچنین به دلیل برخورداری از سیستم های گسلی و درز و شکاف تغذیه طبیعی سفره های آب بدون مشکل انجام می گیرد و نیازی به شارژ آب ندارد.

منابع

۱- موسوی، ف.، چیت سازان، م.، میرزایی، ی.، و شبان، م.، ۱۳۸۳. تلفیق سنجش از دور و GIS به منظور پتانسیل یابی مناطق مناسب جهت تغذیه آب زیرزمینی: محدوده تاقدیس کمستان. مجموعه مقالات همایش و نمایشگاه ژئوماتیک.

۲- مهدوی، ر.، عابدی کوپایی، ج.، رضایی، م.، و عبدالحسینی، م.، ۱۳۸۳. مکان یابی محل های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیر زمینی از طریق RS و GIS. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک. دانشگاه شیراز. ۲۳ و ۲۴ اردیبهشت.

۳- نوری، ب.، غیومیان، ج.، محسنی ساروی، م.، درویش صفت، ع.، و فیض نیا، س.، ۱۳۸۳. تعیین مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی به روش حوضچه های تغذیه با استفاده از GIS. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره ۳. صفحه های ۶۳۵ تا ۶۴۷.

- 4- Krishnomurthy J, Kumar N, Jayaraman V and Manivel M, 1996. An Approach to Demarcate Ground Water Potential Zones Thorough Remote Sensing and a Geographical Information System, INT. J.
- 5- Saraf AK and Choudhury PR, 1998. Integrated Remote Sensing and GIS for Ground Water Exploration and Identification of Artificial Recharge Sites, INT.J. Remote Sensing 19 (10): 1825-1841



پایش روند تغییرات مکانی پارامترهای کیفی آب زیر زمینی (مطالعه موردی: دشت اردبیل)

سید سعید غیائی^۱ و سمیه ناجی راد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران

۲- استادیار خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل

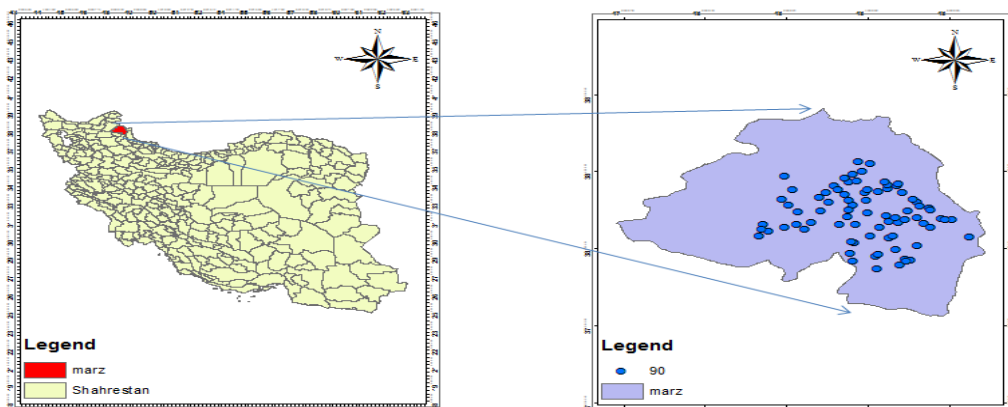
مقدمه

امروزه آب زیرزمینی در اکثر مناطق جهان، از اهمیت بسیار بالایی جهت تامین آب شیرین برخوردار است. مدیریت منابع آب های زیرزمینی نقش مهمی در مناطق خشک و نیمه خشک ایفا می کند. به همین دلیل به کار بردن روش هایی که بتواند وضعیت این آب ها را مشخص کند لازم و ضروری است. منابع آب زیرزمینی در کشور ایران و سایر کشورهای دیگر که آب و هوایی مشابه دارند، مهمترین منابع آب مورد استفاده در تامین آب شرب و کشاورزی به شمار می رود. به دلیل اهمیت موضوع، استفاده از روشهایی که روند تغییرات کیفی آبهای زیرزمینی را مشخص کند ضروری به نظر می رسد. امروزه روشهای زمین آمار بعنوان یکی از روشهای پرکاربرد و با دقت نقش مهمی را در این مورد ایفا می کند. در داخل و خارج از کشور مطالعات گوناگونی در مورد کاربرد روش های میان یابی در مطالعه آب های زیرزمینی انجام گرفته است، برای مثال؛ Andrade و Stigter در سال ۲۰۰۹، به بررسی آلودگی آبهای زیرزمینی به نیترات و علفکشها در رودخانه موندگو در مرکز پرتغال با استفاده از روشهای زمین آماری پرداخته اند. آنها بر کارایی نقشه احتمال آلودگی نیترات بالاتر از مقدار استانداردهای بین المللی توسط روش کریجینگ شاخص تاکید دارند. Lee و همکاران در سال ۲۰۰۳ نتایج بهتری را از روش معکوس فاصله در مقایسه با روش های دیگر در سئول کره جنوبی جهت نقشه بندی مواد آلی و نیترات با توجه به معیار میانگین مجذور خطا به عنوان معیار مقایسه بدست آورده اند. عسکری و همکاران (۱۳۸۸) بوسیله تحلیل های زمین آماری در دشت قزوین نشان دادند که روش RBF نسبت به دیگر روش های درون یابی نتایج بهتری نشان می دهد. رستمی خلیج و همکاران (۱۳۹۰) در شهر مشهد نشان دادند که یون سولفات با استفاده از روش تخمین گر موضعی کمترین مقدار RMSE را داشته و جهت تهیه نقشه توزیع مکانی پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی از این روش استفاده شد. در تحقیق حاضر، توزیع آلاینده های EC، TDS و Mg در سطح آب های زیرزمینی دشت اردبیل با استفاده از روش های زمین آماری کریجینگ و روش معین عکس فاصله (IDW) در نرم افزار ArcGIS مورد ارزیابی قرار گرفت و تغییرات حاصله در قالب نقشه های پراکنش مکانی تهیه گردید. این نقشه ها می تواند ابزار مناسبی جهت مدیریت منابع آبی باشد که با برنامه ریزی و کنترل مناسب، می توان در راستای کاهش آلودگی این منابع گام اساسی برداشت.

مواد و روشها

دشت اردبیل در مختصات جغرافیایی حدود ۰۴' و ۳۸' تا ۲۵' و ۳۸' عرض شمالی و ۱۰' و ۴۸' تا ۳۷' و ۴۸' طول شرقی واقع گردیده است از نظر تقسیمات کشوری جزو استان اردبیل و از لحاظ حوزه آبریز، بخشی از

حوضه رودخانه ارس محسوب می شود و مجموعاً مساحتی بالغ بر ۸۲۰ کیلومتر مربع دارد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش چاه ها

روش عکس فاصله (IDW): در این روش مقدار فاکتور وزنی (λ_i) با استفاده از معادله (۱) محاسبه می شود:

$$\lambda_i = \frac{D_i^{-a}}{\sum_{i=1}^n D_i^{-a}} \quad [1]$$

که در آن؛ D_i = فاصله بین نقطه برآورد شده و مقدار مشاهده شده در نقطه i ، a = تعداد نقاط مشاهده شده می باشد. این روش دارای توان های مختلف است که در این تحقیق توان ۱ تا ۴ استفاده گردید و توان دارای کمترین خطا استفاده شد.

روش کریجینگ: کریجینگ یک روش تخمین است که بر منطق میانگین متحرک وزن دار استوار است و بهترین تخمین گر خطی نا اریب می باشد. در صورتی که $Z(x_i)$ مقدار اندازه گیری شده متغیر در مکان (x_i) ، Z_0 مقدار تخمین زده شده متغیر در نقطه (x_0) از ترکیب خطی (۳) است:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad [2]$$

که در آن: λ_i : وزن داده شده به متغیر x در نقطه i ، n : تعداد نقاطی که متغیر در آنها اندازه گیری شده است. این نوع کریجینگ را "کریجینگ خطی" می نامند. زیرا ترکیب خطی از n داده است. شرط استفاده از این تخمین گر نرمال بودن متغیر است (الیاس آذر، ۱۳۸۱).

جهت ارزیابی روشهای زمین آماری و انتخاب بهترین روش، از نرم افزار ArcGIS که توانایی انجام تکنیک ارزیابی متقابل و معیار آماری ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) را دار، استفاده گردید که معادله محاسبه آن به صورت زیر می باشد:

$$RMSE = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (\hat{Z}(x_i) - Z(x_i))^2 \right] / n} \quad [3]$$

که در آن: $\hat{Z}(x_i)$: مقدار برآورد شده در نقطه‌ی x_i ، $Z(x_i)$: مقدار اندازه‌گیری شده در نقطه‌ی x_i ، i : شماره نقاط، n : تعداد نقاط مشاهده شده معیار را دارد، استفاده گردید.

نتایج و بحث

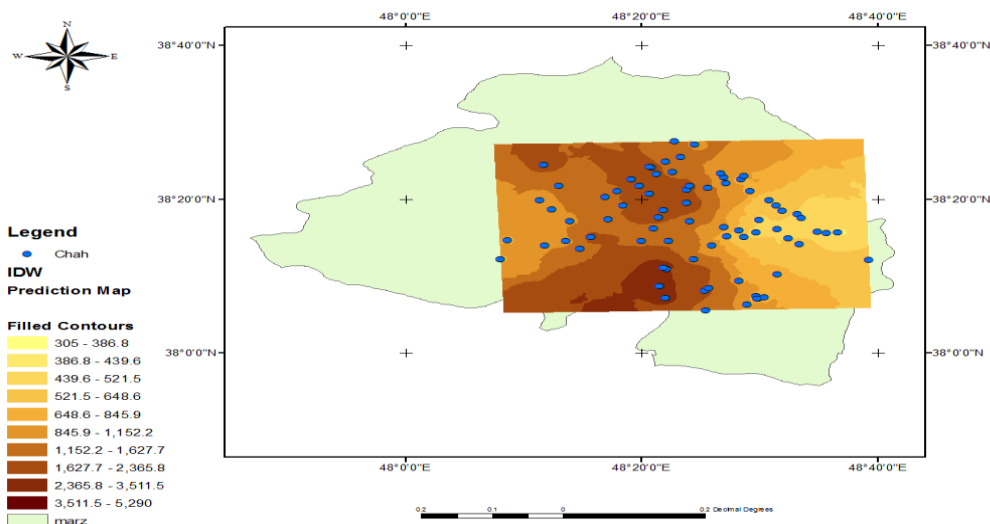
نتایج نشان داد که پارامترهای TDS و Mg با استفاده از روش کریجینگ، پارامتر EC با استفاده از روش معین عکس فاصله (IDW)، کمترین مقدار RMSE را داشتند و جهت تهیه نقشه توزیع مکانی پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی استفاده شدند (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر RMSE پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از روش‌های زمین آماری

RMSE			روش‌های درون‌یابی
Mg (میلی گرم در لیتر)	EC (میکروموس بر سانتیمتر)	TDS (میلی گرم در لیتر)	
۱,۵۰۳	۷۹۰	۵۵۲,۹	IDW
۱,۴۸۹	۷۹۰,۲	۵۲۲,۸	KRIGING

هیچیک از پارامترهای استفاده شده در این تحقیق، با توجه به هیستوگرام داده‌ها نرمال نبودند و دارای چولگی بودند که با گرفتن لگاریتم از داده‌ها نرمال شدند. بررسی روند تغییرات مکانی نشان می‌دهد که غلظت TDS، EC و Mg دشت اردبیل، از غرب به شرق شیب بسیار کمی داشته و به صورت U شکل کاهش می‌یابد و در راستای شمالی-جنوبی نیز، دارای منحنی تغییرات U شکل می‌باشد. به دلیل محدودیت در تعداد صفحات مقاله و نیز نتایج مشابه در روند تغییرات هر سه پارامتر، با استناد به نقشه‌های استخراجی، نقشه پهنه بندی EC را که رابطه مستقیمی نیز با دو پارامتر دیگر دارد به عنوان نقشه شاخص مد نظر قرار می‌دهیم.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که مقدار EC و TDS از لحاظ شرب انسان، در حد مجاز بوده و تنها در بخش کوچکی در جنوب دشت اردبیل غلظتشان بالاتر از مقدار استاندارد برای شرب حیوانات است که با توجه به تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی نشان دهنده اثرات فعالیت‌های انسانی در این بخش از دشت می‌باشد. بنابراین آب زیرزمینی دشت، تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی و بویژه فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. بررسی دقیق روند تغییرات مکانی در دشت نشان می‌دهد که در مناطق کم‌شیب با کاربری کشاورزی، بیش‌ترین مقادیر EC و TDS مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که روش‌های زمین‌آمار توانایی قابل ملاحظه‌ای در تحلیل مکانی خصوصیات آب زیرزمینی و پهنه بندی کیفیت آن دارند.



شکل ۲- پهنه بندی پارامتر EC با استفاده از روش IDW

منابع

- ۱-الیاس آذر خ، ۱۳۸۱. اصلاح خاکهای شور و سدیمی (مدیریت خاک و آب. انتشارات جهاد دانشگاهی).
- ۲-رستمی خلیج، م.، محسنی ساروی، م.، افشارنیا، ر.، حسامی، د.، ۱۳۹۰. بررسی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی با استفاده از روش های معین (مطالعه موردی: حوزه شهری مشهد). مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
- ۳-عسکری، م.، مساعدی، ا.، دهقانی، ا.، مفتاح هلقی، م.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی بوسیله تحلیل های زمین آماری و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی- دشت قزوین. کنفرانس بین المللی منابع آب با رویکرد منطقه ای. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
- 4-Andrade A, Stigter TY, 2009. Multi-method assessment of nitrate and pesticide contamination in shallow alluvial groundwater as a function of hydrogeological setting and land use. Agricultural Water Management, AGWAT-2849; No of Pages 15.
- 5-Lee SM, Min KD, Woo NC, Kim Yj, Ahn CH, 2003. Statistical Models for the Assessment of Nitrate Contamination in urban Groundwater using GIS. J Environ Geol 44:210-221.



برآورد شماره منحنی (CN) در حوضه‌های آبخیز با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (مطالعه موردی: برخی از حوضه‌های آبخیز استان گیلان)

افشین اشرف‌زاده^۱، سحر اخوان^۲، مجید وظیفه‌دوست^۱

۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

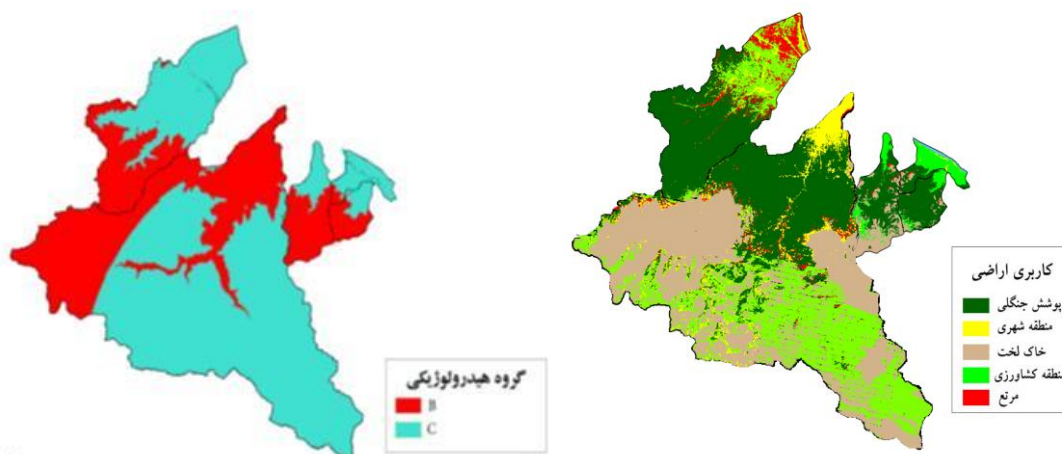
مقدمه

برآورد رواناب حاصل از بارش در یک حوضه آبخیز نقشی مهم در مدیریت منابع آب حوضه، طراحی سازه‌های آبی مختلف و و ارائه راهکارهایی برای کنترل فرسایش در حوضه دارد. روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک ایالات متحده برای برآورد رواناب که به روش SCS معروف است را می‌توان یک مدل مفهومی ساده برای تبدیل بارش به رواناب در نظر گرفت که عملکرد مناسب آن توسط داده‌های تجربی به اثبات رسیده است (پونس و هاوکینز، ۱۹۹۶). این روش، رواناب مستقیم حاصل از بارش را بر مبنای پارامتری از حوضه تحت عنوان شماره منحنی (CN) برآورد می‌کند. شماره منحنی در یک حوضه آبخیز به عوامل متعددی مانند نوع خاک، کاربری اراضی، شرایط هیدرولوژیک تبدیل بارش به رواناب و شرایط رطوبتی پیش از بارش وابسته است (هاوکینز، ۱۹۹۳). با وجود استفاده گسترده از روش SCS در برآورد رواناب، برآورد مقداری مناسب برای شماره منحنی از موضوعات مورد بحث در هیدرولوژی است (میشرا و سینگ، ۲۰۰۶). علاوه بر این، شماره منحنی یک حوضه مقداری ثابت نیست و می‌تواند نسبت به زمان دچار تغییر شود. از این رو لازم است در برآورد شماره منحنی یک حوضه آبخیز، تغییرپذیری زمانی آن نیز به نوعی در نظر گرفته شود (دشماخ و همکاران، ۲۰۱۳).
سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ابزارهایی کارآمد در جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مرتبط با حوضه‌های آبخیز هستند و به کمک این دو ابزار جدید می‌توان انواع داده‌های مکانی شامل داده‌های پوشش گیاهی، نوع خاک، توپوگرافی و کاربری اراضی در یک حوضه را با دقت زیاد و به سادگی به دست آورد و مدیریت کرد. در تحقیق حاضر سعی شده است با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، کلیه اطلاعات لازم برای برآورد شماره منحنی در محدوده مورد مطالعه به صورت لایه‌های اطلاعاتی مجزا تهیه شده و با تلفیق این لایه‌های اطلاعاتی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، لایه‌ای رستری از شماره منحنی محدوده مورد مطالعه تهیه شود که بدین منظور از تصاویر ماهواره Landsat 5 و نرم‌افزارهای ArcGIS و ERDAS استفاده شده است.

مواد و روشها

محدوده مورد مطالعه با مساحتی معادل ۲۰۹۶/۹ کیلومتر مربع در استان گیلان و در محدوده جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این محدوده در شرق استان گیلان واقع بوده و از جنوب به دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز و از شمال به دریای خزر محدود می‌شود. محدوده مورد مطالعه، حوضه‌های آبخیز رودخانه‌های شلمانرود، پلرود، خشک‌رود، چابکسر و صفارود را در بر می‌گیرد و عمدتاً از اراضی جنگلی و کشاورزی تشکیل شده است.

بر مبنای روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک ایالات متحده برای برآورد شماره منحنی، ابتدا بایستی حداقل نفوذپذیری خاکهای حوضه را تعیین کرد و بر این اساس، گروه هیدرولوژیکی خاکها را به دست آورد. بر اساس مقدار برآورد شده از حداقل نفوذپذیری، خاکهای حوضه را می‌توان به چهار گروه هیدرولوژیکی A، B، C و D تقسیم‌بندی کرد. گروه A دارای بیشترین و گروه D دارای کمترین مقدار از حداقل نفوذپذیری است. اطلاعات مربوط به حداقل نفوذپذیری در خاکهای حوضه را بایستی با انجام آزمایش نفوذ در محل به دست آورد. با توجه به وسعت محدوده مورد مطالعه و به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به حداقل نفوذپذیری در مناطق مختلف، نقشه مربوط به گروه هیدرولوژیکی خاک در این مطالعه با تلفیق نقشه‌های شیب و کاربری اراضی تهیه شده است. نقشه شیب در محدوده مورد مطالعه، با استفاده از نقشه توپوگرافی محدوده و ابزارهای موجود در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شده است. نقشه توپوگرافی مورد استفاده در این مطالعه، مدل رقومی ارتفاعی (DEM) از نوع SRTM با دقت تفکیک مکانی ۹۰ متر بوده است که این نقشه در ArcGIS به نقشه شیب تبدیل شده است. به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی، از تصویر سنجنده TM در دسامبر ۲۰۰۰ استفاده شده است. این سنجنده، از سنجنده‌های نصب شده بر روی ماهواره Landsat 5 است. این تصویر ماهواره‌ای، با استفاده از نرم‌افزار ERDAS تحلیل شده و در نهایت، نقشه کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه تهیه شده است که این نقشه در شکل [۱] نمایش داده شده است. با تلفیق نقشه‌های تهیه شده از شیب و کاربری اراضی، نقشه گروه هیدرولوژیکی خاکهای محدوده مورد مطالعه مطابق با شکل [۱] تهیه شده است.



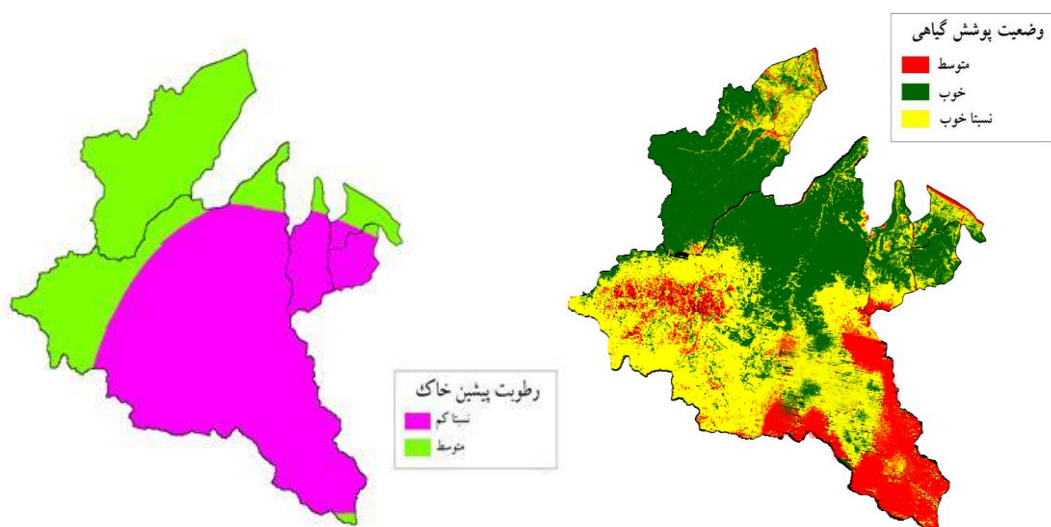
شکل ۱- نقشه کاربری اراضی و گروه هیدرولوژیکی خاکها در محدوده مورد مطالعه

وضعیت پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه که از عوامل تعیین شماره منحنی است نیز با استفاده از تصویر ماهواره‌ای گرفته شده از سنجنده TM در دسامبر ۲۰۰۰ و با کاربرد شاخص گیاهی اختلاف نرمال شده^۱ (NDVI) تعیین شده است. بدین منظور تصویر دریافت شده، در نرم‌افزار ERDAS مورد پیش‌پردازش قرار

^۱ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

گرفته تا اطلاعاتی دقیق تر از عوارض واقع بر سطح زمین به دست آید. پس از انجام پیش پردازشهای لازم، مقادیر NDVI محاسبه شده و در نهایت بر مبنای این شاخص، وضعیت پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه به سه طبقه خوب، نسبتاً خوب و متوسط طبقه بندی شده است. نقشه وضعیت پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه در شکل [۲] نمایش داده شده است.

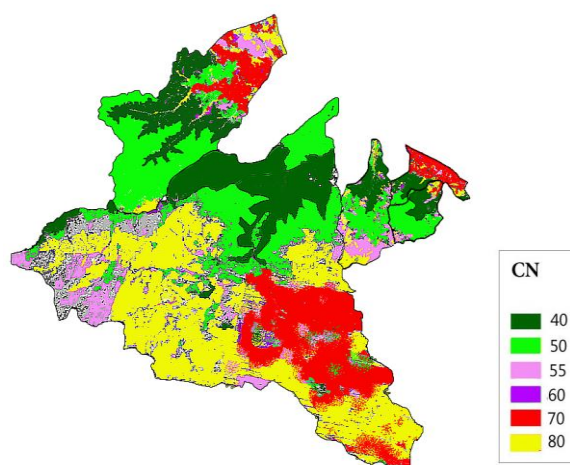
با در اختیار داشتن گروه هیدرولوژیکی خاک و وضعیت پوشش گیاهی، می توان مقدار شماره منحنی را برای وضعیت متوسط رطوبتی خاک برآورد کرد. با این وجود مقدار برآورد شده از شماره منحنی را بایستی بر مبنای خشک و یا مرطوب بودن خاک تصحیح کرد و ضروری است نقشه مربوط به وضعیت رطوبت پیشین خاک نیز در اختیار باشد. تصویر ماهواره ای مربوط به رطوبت پیشین خاک در محدوده مورد مطالعه و مطابق با زمان تصاویر کاربری اراضی و پوشش گیاهی، از طریق پایگاه اینترنتی Giovanni و به صورت ASCII دریافت شد و با استفاده از نرم افزار ArcGIS به یک نقشه رستری تبدیل شد که این نقشه در شکل [۲] نمایش داده شده است.



شکل ۲- نقشه وضعیت پوشش گیاهی و رطوبت پیشین خاک در محدوده مورد مطالعه

نتایج

با در اختیار داشتن گروه هیدرولوژیکی خاک و پوشش گیاهی، می توان نقشه شماره منحنی در محدوده مورد مطالعه را برای وضعیت متوسط رطوبتی خاک تهیه کرد و سپس با استفاده از نقشه رطوبت پیشین خاک، این نقشه را تصحیح نمود و مقادیر نهایی شماره منحنی را در محدوده به دست آورد. تلفیق نقشه ها و انجام محاسبات لازم در نرم افزار ArcGIS انجام شد و در نهایت، نقشه ای رستری از شماره منحنی تصحیح شده در محدوده مورد مطالعه به دست آمد که این نقشه در شکل [۳] نمایش داده شده است. لازم به ذکر است با توجه به زمان تصاویر ماهواره ای دریافت شده، این نقشه از شماره منحنی مربوط به دسامبر ۲۰۰۰ است و بدیهی است برای زمانهای دیگر، بایستی تصویری مربوط به زمان مورد نظر را در اختیار داشت.



شکل ۳- نقشه شماره منحنی تصحیح شده در محدوده مورد مطالعه

با استفاده از نقشه تهیه شده از شماره منحنی در محدوده مورد مطالعه، میانگین وزنی شماره منحنی در دسامبر ۲۰۰۰ در حوضه‌های شلمانرود، پلرود، خشکروود، چابکسر و صفارود برآورد شد که این مقادیر در جدول [۱] ارائه شده است. در صورت در اختیار بودن تصاویر ماهواره‌ای مربوط به زمانهای دیگر، می‌توان با استفاده از متدولوژی ارائه شده، مقادیر شماره منحنی در زمان مورد نظر را به دست آورد و تغییرات حوضه را از نظر تولید رواناب بررسی کرد.

جدول ۱- میانگین وزنی شماره منحنی در حوضه‌های آبخیز واقع در محدوده مورد مطالعه

نام حوضه آبخیز	شلمانرود	پلرود	خشکروود	چابکسر	صفارود
میانگین وزنی شماره منحنی	۵۱/۲	۴۶/۲	۵۱/۵	۵۶/۰	۴۶/۹

+منابع

- 1- Deshmukh DS, Chaube UC, Hailu AE, Gudeta DA and Kassa MT, 2013. Estimation and comparison of curve numbers based on dynamic land use land cover change, observed rainfall-runoff data and land slope. Journal of Hydrology 492: 89-101.
- 2- Hawkins RH, 1993. Asymptotic determination of runoff curve numbers from data. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 119 (2): 334-345.
- 3- Mishra SK and Singh VP, 2006. A re-look at NEH-4 curve number data and antecedent moisture condition criteria. Hydrological Processes 18: 3323-3354.
- 4- Ponce VM and Hawkins RH, 1996. Runoff curve number, has it reached maturity? Journal of Hydrologic Engineering 1(1): 11-19.



اولویت بندی اقدامات آبخیزداری در حوزه آبخیز زیدشت بر اساس پایش فرسایش و

تولید رسوب زیر حوضه ها

سید سعید غیائی^۱ و سمیه ناجی راد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران

۲- استادیار خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل

مقدمه

فرسایش و رسوب‌زایی یکی از مشکلات مهم در مدیریت حوزه‌های آبخیز کشور می‌باشد. از اوایل قرن بیستم تشدید بهره برداری انسان از طبیعت، اثرات منفی فرسایش و پیامدهای ناشی از آن بر محیط زیست به وضوح قابل رویت است (Shirzadi, 2008). سالانه مقدار زیادی خاک حاصلخیز سطحی از سطح حوزه‌های آبخیز به وسیله آب شسته شده و در پشت سدها، آب‌های ساکن، دریاها و ... ته‌نشین می‌گردد (Asadi Nalivan, 2012). جهت برنامه‌ریزی و آگاهی از وضعیت تخریبی حوزه آبخیز، داشتن میزان فرسایش و رسوب تولیدی از هر حوزه، لازم و ضروری است. برآورد میزان فرسایش و تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز بدون آمار رسوب، یکی از مسائل اساسی حوزه‌ها بوده و استفاده از روش‌های تجربی را لازم می‌نماید تا داده‌های حاصل بتواند مبنایی برای برنامه‌ریزی‌های مدیریتی واقع گردد. روش پتانسیل فرسایش (EPM)، یکی از روش‌های تجربی است که در اکثر حوزه‌های آبخیز کشور کارایی دارد (فیض نیا، ۱۳۸۵). هدف از تحقیق حاضر برآورد شدت فرسایش و میزان رسوب حوزه زیدشت با استفاده از مدل تجربی EPM جهت اولویت بندی اقدامات آبخیزداری در این حوزه می‌باشد. فرسایش سازندهای سنگی و ورود حجم عظیمی از رسوبات به دریاچه سد طالقان، اهمیت و لزوم مطالعه چگونگی تولید و حمل رسوبات در این حوزه را مشخص می‌کند.

مواد و روشها

منطقه زیدشت (مساحت ۵۳۶۵ هکتار) در شهرستان طالقان، در عرض‌های جغرافیایی $36^{\circ}5'35''$ الی $36^{\circ}11'46''$ و در طول‌های جغرافیایی $50^{\circ}37'46''$ الی $50^{\circ}44'56''$ قرار گرفته است (شکل ۱) (Asadi Nalivan, 2012). متوسط بارندگی سالانه آن ۵۳۰ میلی‌متر گزارش شده است. اقلیم حوضه بر اساس سیستم دوماترن در اقلیم نیمه‌مرطوب فراسرد واقع گردیده است. این حوزه به چهار زیرحوضه تقسیم شده است و برای تعیین شدت فرسایش، از مدل EPM استفاده شد (فیض نیا، ۱۳۸۵). برخی از روابط مدل به شرح زیر می‌باشد:

$$Z = X_a \times Y(\phi + I^{\frac{1}{2}}) \quad [1]$$

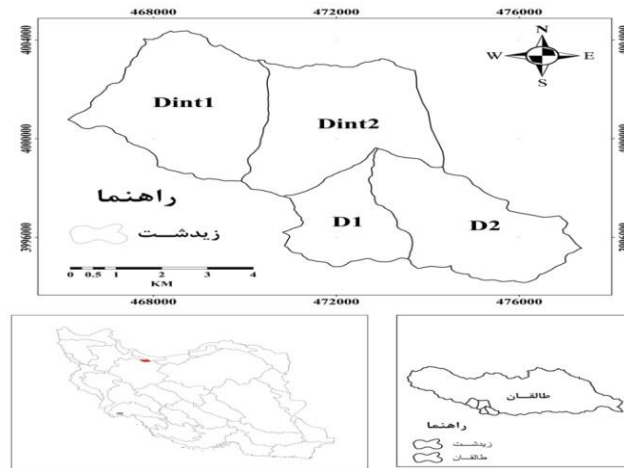
که در آن: Z = ضریب شدت فرسایش، X_a = ضریب کاربری اراضی، Y = ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش، ϕ = ضریب فرسایش، I = شیب متوسط حوزه بر حسب درصد می‌باشد. سپس از فرمول زیر فرسایش ویژه بدست می‌آید:

$$V_{sp} = T.H.\pi.Z^{\frac{3}{2}} \quad [2]$$

V_{sp} = میانگین سالانه فرسایش ویژه حوزه بر حسب $T, m^3/Km^2/y$ ضریب درجه دما، H = متوسط مقدار بارندگی سالانه بر حسب π, mm عدد پی $3/14$ ، Z = ضریب شدت فرسایش t = میانگین دمای سالانه بر حسب سانتی گراد

$$T = \left(\frac{t}{10} + 0.1\right)^{\frac{1}{2}} \quad [3]$$

سپس برای تعیین میزان رسوبدهی کل حوزه و هر یک از زیرحوزه های آن روابط زیر بکار گرفته شده است:



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز زیدشت در کشور، استان و منطقه

$$Ru = \frac{4.(p \times D)^{0.5}}{L+10} \quad [4]$$

Ru = ضریب رسوبدهی حوزه آبخیز (SDR)، P = طول محیط حوزه آبخیز بر حسب Km ، D = اختلاف ارتفاع (تفاضل ارتفاع متوسط حوزه به ارتفاع نقطه خروجی) بر حسب Km ، L = طول حوزه آبخیز بر حسب Km ، دبی رسوب ویژه نیز از فرمول مقابل بدست می آید:

$$G_{SP} = V_{sp} \times SDR \quad [5]$$

G_{SP} = رسوب ویژه حوزه بر حسب $V_{sp}, m^3/Km^2/y$ = فرسایش ویژه حوزه بر حسب $SDR, m^3/Km^2/y$ ضریب رسوبدهی حوزه آبخیز.

سپس رسوب و فرسایش کل سالانه از طریق روابط زیر بدست می آید.

$$V_g = V_{sp} \times F \quad [6]$$

V_g = میانگین سالانه فرسایش کل حوزه آبخیز $F, m^3/y$ = مساحت حوزه آبخیز Km^2 ،

$$G_g = V_g \times SDR \quad [7]$$

G_g = میانگین سالانه دبی رسوب کل حوزه آبخیز m^3/y

نتایج و بحث

باتوجه به نتایج به دست آمده از مطالعات پایه و بازدیدهای میدانی انجام شده، ضرایب تعدادی از پارامترهای مدل برای منطقه مورد مطالعه به شرح جداول ۱، ۲، و ۳ می باشد.

جدول ۱- مقادیر ضریب استفاده از زمین در منطقه مورد مطالعه

کشاورزی	باغ	مراتع	کاربری
۰/۴	۰/۷	۰/۵	Xa

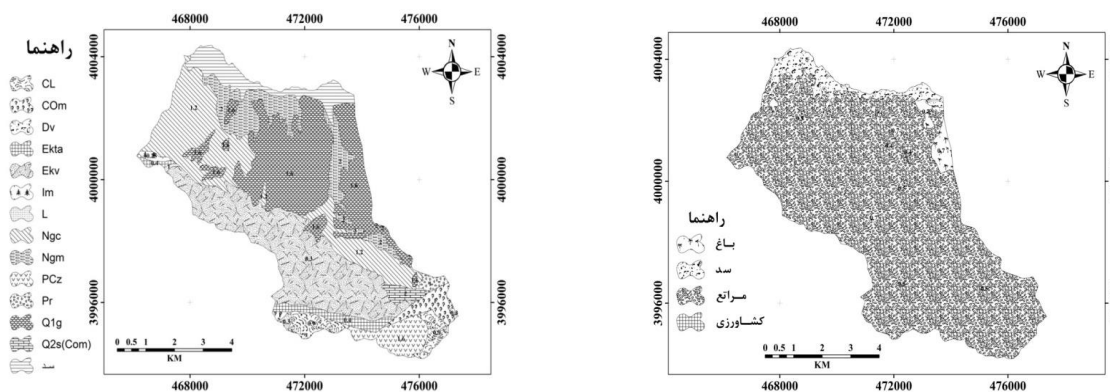
جدول ۲- مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش در منطقه مورد مطالعه

سازند	Im	Ekta	L	Ngc	Ngm	Q1g	Q2s(Com)	Pr	PCz	Dv	CL	Com	Ekv	سازند
۰/۲۵	۰/۴	۱	۱/۲	۲	۲	۱/۶	۲	۱	۱/۶	۰/۳	۰/۹	۱	۰/۳	Y

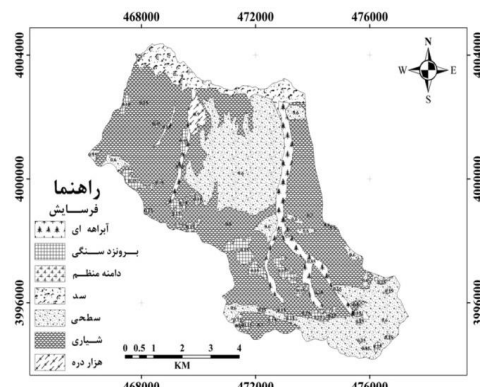
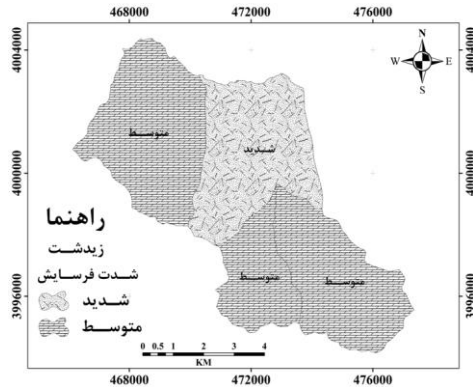
جدول ۳- مقادیر ضریب فرسایش در منطقه مورد مطالعه

آبراهه‌ای	هزاردره	برونزد سنگی	شیاری	سطحی	دامنه منظم	نوع فرسایش
۰/۸۵	۰/۹	۰/۱۵	۰/۷	۰/۶	۰/۱۵	φ

همچنین نقشه‌های کاربری اراضی، سازندهای زمین شناسی و رخساره‌های فرسایشی نیز برای منطقه مورد مطالعه تهیه شد که به ترتیب در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. در نهایت از تلفیق نتایج بدست آمده، فرسایش و رسوب ویژه زیرحوزه‌ها و کل حوزه و همچنین فرسایش و رسوب کل سالانه در قالب جدول ۴ و نقشه شدت فرسایش منطقه مورد مطالعه در قالب شکل ۵ تهیه گردید.



شکل ۲- کاربری اراضی حوزه آبخیز زیدشت شکل ۳- سازندهای زمین شناسی حوزه آبخیز زیدشت



شکل ۴- نقشه رخساره‌های فرسایشی حوزه آبخیز شکل ۵- نقشه شدت فرسایش منطقه مورد مطالعه

نتایج نشان می‌دهد که وضعیت فرسایش حوزه، در کلاس متوسط قرار دارد و نیز در بازدهی‌های صحرایی به عمل آمده از منطقه مورد مطالعه این موضوع کاملاً مشهود است. از طرفی دیگر، این امر ضرورت اقدامات آبخیزداری و حفاظت خاک را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها جهت انجام اقدامات آبخیزداری و عملیات حفاظت آب و خاک بسیار مناسب بوده به طوریکه زیرحوزه‌های Dint1, Dint2, D2 و D1 به ترتیب اولویت جهت انجام اقدامات آبخیزداری توصیه می‌گردند.

جدول ۴- فرسایش و رسوب ویژه زیرحوزه‌ها و کل حوزه و همچنین فرسایش و رسوب کل سالانه

زیرحوزه	$W_s(m^3/y)$	$G_{sp}(m^3/Km^2/y)$	$W_{sp}(m^3/Km^2/y)$	$G_s(m^3/y)$
Dint1	۱۰۱۷۹/۹۶	۹۸/۲۹	۶۱۴/۳۶	۱۶۲۸/۷۹
Dint2	۱۲۱۰۲/۱۸	۳۳۱/۳۶	۷۵۳/۱	۵۳۲۴/۹۶
D1	۱۳۶۵/۰۹	۵۲/۹۹	۱۸۲/۷۴	۳۹۵/۸۷
D2	۷۵۴۱/۸	۳۷۳/۷۴	۵۵۷/۸۳	۵۰۵۳/۱
کل حوزه	۳۱۱۸۹/۰۵	۸۵۶/۳۹	۲۱۰۸/۰۲	۱۲۴۰۲/۶۴

نتایج این مطالعه با نتایج رفاهی و نعمتی (۱۳۷۱، شولی و سرور ۱۳۸۵، Zhou and Tangestani (2005) و Wu (2008) هماهنگی دارد و مدل EPM را برای مطالعات فرسایش و رسوب، روش مناسبی می‌داند. نتایج حاصل از این تحقیق مناطق حساس به فرسایش در این حوزه را از نظر کاربری‌های مورد استفاده و سازندهای فرسایش‌پذیر شناسایی کرده که می‌توان با اندیشیدن راهکارهای صحیح برای کنترل تولید و حمل و انتقال رسوبات، در خصوص توسعه پایدار منطقه و عمر مفید سد طالقان گامی اساسی برداشت.

منابع

- ۱- فیض نیا س، ۱۳۸۵. رسوب شناسی کاربردی با تاکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۲- رفاهی، ح. ق. و نعمتی، م. ر.، ۱۳۷۱. مطالعه فرسایش و تولید رسوب سالانه با استفاده از روش EPM در حوزه آبخیز طالقان. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۶. صفحه های ۳۲-۴۵.



۳-شولی، م. ج.، سرور، ج.، ۱۳۸۵. روشهای برآورد فرسایش و رسوب بر اساس روشهای تجربی رایج (EPM، PSIAC، PSIAC) در حوضه گوهر رود. صفحه های ۱۵۷-۱۷۶. چهارمین کنگره ملی علوم مهندسی و مدیریت حوزه آبخیز ایران. دانشگاه تهران.

- 2-Asadi Nalivan, O., 2012. Criteria and indicators of IUCN Sustainable Watershed Method, Case Study: Zydasht 1 Drainage Basin, Taleghan. MSC Thesis for watershed management, University of Tehran.
- 3-Shirzadi, H., 2008. Potential of landsliding in New Sanandaj- Marivan Road using AHP Model. MSC Thesis for watershed management, University of Tehran.
- 4-Tangestani MH, 2005. Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars Province, Iran. Journal of Asian Earth Sciences: 585-597.
- 5-Zhou W, and Wu B, 2008. Assessment of soil erosion and sediment delivery ratio using remote sensing and GIS: a case study of upstream Chaobaihe River catchment, north China. International Journal of Sediment Research, 23(2), 167-173.



پهنه بندی سیل خیزی حوضه آبخیز پردنجان چهارمحال و بختیاری

رفعت زارع بیدکی^۱، بهرام بدری^۲

۱- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهرکرد

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه شهرکرد

مقدمه

سیلاب پدیده‌های است که دلیل اصلی آن عوامل طبیعی بوده و دخالت بشری باعث برهم خوردن تعادل طبیعی حوضه‌های آبخیز و وقوع این پدیده و خسارات و زیانهای ناشی از آن را تشدید میکند. مهمترین عوامل در افزایش سیلاب تبدیل اراضی، تخریب پوشش گیاهی و خاک، تجاوز بشر به حریم رودخانه ها و شدت بارندگی می‌باشد که بایستی برای آن راحلی اندیشیده شود. یکی دیگر از روشهای کاهش خطرات سیل پهنه بندی سیل می‌باشد که اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با طبیعت، سیلاب ها و اثرات آن بر اراضی دشت سیلابی و تعیین حریم رودخانه ها ارائه می دهد، در نتیجه امکان ارسال هشدارهای مناسب درمواقع خطر سیل و تسهیل عملیات امداد و نجات را فراهم می سازد (نیک نژاد، علیزاده، ۱۳۸۵). یکی از این روش‌های موجود در این زمینه روش CN است که توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) در سال ۱۹۵۴ ارائه شده است. در این روش با استفاده از ویژگی‌های محیطی، میزان رواناب محاسبه می‌شود (ثروتی وهمکاران، ۱۳۹۲). پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی عبارت از تعیین و توصیف مناطق دارای پتانسیل از نظر رواناب های سطحی است. این عمل براساس مشاهدات خصوصیات هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی مناطق مورد بررسی صورت گرفته و از این طریق امکانات استفاده از پتانسیل هر زون مشخص و ارزیابی می شود (عبدی، پرویز، ۱۳۸۵). در واقع با تعیین محل های دارای پتانسیل بالا به نوعی می توان یک ارزیابی کلی از وضعیت سیل خیزی منطقه نیز بدست آورد چرا که وجود پتانسیل بالای سیل خیزی در یک منطقه مقدمه ای بر افزایش احتمال وقوع سیل در آن منطقه می باشد. برای این منظور داده های سنجش از دور (RS) و سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری مفید و توانمند برای شناسایی عوامل موثر بر پتانسیل سیل خیزی و پهنه بندی حوضه ها می باشد. Amutha و Porchelvan (۲۰۰۹) با استفاده از روش SCS-CN و ابزار GIS به برآورد رواناب سطحی در زیر حوضه مالاتار پراختند. آنها با گردآوری بارش روزانه و ماهانه ایستگاه باران سنج گادیاتام برای سال های ۱۹۷۱-۲۰۰۷ به پیش بینی و برآورد رواناب روزانه، ماهانه و سالانه و سالانه حوضه اقدام کردند. یعقوبزاده و اکبرپور (۱۳۹۰) تاثیر الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر نقشه‌های کاربری اراضی و شماره منحنی رواناب و همچنین دبی حداکثر سیلاب را با استفاده از GIS و RS در حوضه آبخیز منصورآباد بیرجند مورد بررسی قرار دادند. نهایتاً به کمک جدول SCS، نقشه شماره منحنی رواناب برای هر الگوریتم تعیین شد. ثروتی وهمکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی اقدام به پهنه بندی سیل خیزی با استفاده از GIS و RS و روش (SCS) سازمان حفاظت خاک آمریکا حوضه آبخیز سراب دره شهر کردند و براساس مقادیر ارتفاع رواناب حوضه را به چهار طبقه از لحاظ تقسیم کردند. هدف این پژوهش برآورد پتانسیل سیل خیزی در حوضه آبخیز تنگ پردنجان با استفاده روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) و سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. با توجه اینکه حوضه آبخیز تنگ پردنجان یکی از حوضه های سیل خیز می‌باشد واکثر بارش‌ها در اواخر زمستان و اوایل بهار می‌باشد. ودر پایین



دست حوضه اراضی کشاورزی و شهری قرار گرفته است. برنامه ریزی جهت کاهش خطرات سیل با در نظر گرفتن اهمیت این مسئله لزوم بررسی سیلابها و برآورد رواناب را در این مناطق شدیداً نیاز می‌باشد.

مواد و روشها

حوضه آبخیز تنگ پردنجان یکی از زیر شاخه‌های کارون شمالی که در عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی استان چهار محال و بختیاری قرار گرفته است. مساحت حوضه برابر ۳۷۱ کیلومتر مربع است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری، نقشه خاک منطقه جهت تهیه نقشه گروههای هیدرولوژیکی خاک که از اداره کل منابع طبیعی استان چهار محال و بختیاری تهیه گردید (شکل ۱)، نقشه کاربری اراضی که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM+ سال ۲۰۰۹ با استفاده از نرم افزار ENV با دقت کلی ۹۴/۵ درصد تهیه گردید (شکل ۲)، داده‌های بارش حداکثر ۲۴ ساعته سطح منطقه که با توجه به ۶ ایستگاه مجاور حوضه محاسبه گردید. پس از تهیه نقشه‌های پایه، این نقشه‌ها را به طور جداگانه وارد محیط نرم افزار GIS کرده و بعد از ایجاد بانک اطلاعاتی برای هر یک از این نقشه‌ها تا بر اساس این جداول اطلاعاتی، تجزیه و تحلیل‌ها انجام بگیرند. برای محاسبه شماره منحنی در این مقاله با استفاده از روش جدول SCS و اطلاعات پوشش گیاهی، کاربری اراضی و گروههای هیدرولوژیک خاک در محیط GIS نقشه شماره منحنی تهیه و سپس شماره منحنی وزنی حوزه محاسبه می‌گردد (شکل ۳). بعد از بدست آوردن نقشه شماره منحنی حوضه جهت محاسبه رواناب حوضه از روش SCS با استفاده از داده‌های بارش ۲۴ ساعته و شماره منحنی حوضه با استفاده از رابطه ۱ و ۲ مقادیر نفوذپذیری و رواناب محاسبه گردید و نقشه نفوذ پذیری (شکل ۴) و رواناب حوضه (شکل ۵) با توجه به نقشه شماره منحنی و مقادیر محاسبه شده نفوذپذیری و رواناب تهیه گردید.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad [1]$$

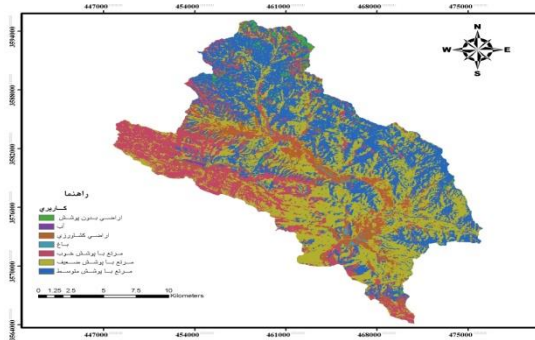
$$Q = \frac{(p-0.2s)^2}{p+0.2s} \quad [2]$$

که در روابط بالا S برابر میزان نفوذپذیری یا نگهداشت، CN شماره منحنی، p میزان بارندگی و Q میزان رواناب برحسب میلیمتر می‌باشد. مقدار S، در رابطه با نوع پوشش و نحوه بهره برداری از اراضی و وضعیت سطح خاک از نظر نفوذپذیری و داخل خاک از نظر انتقال است. بارندگی‌های متوالی، مقدار S را کاهش داده و فرصتی به خاک برای هوا خوردن و زهکشی و تبخیری و تعریق نمی‌دهند. در نتیجه برای S یک مقدار حداقل و حداکثر وجود داشته که بستگی به رطوبت قبلی خاک دارد. چنانچه ارتفاع بارندگی کمتر از ۰/۲S باشد فرض می‌شود که رواناب بوجود نخواهد آمد. در نهایت برای نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبخیز تنگ پردنجان از چارک‌های اول، میانه، سوم مقادیر ارتفاع رواناب در محیط SPSS استفاده شده است.

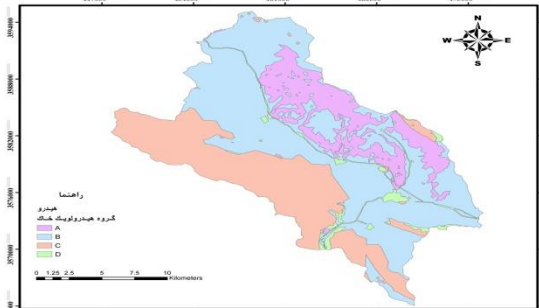
نتایج و بحث

از گروه‌های هیدرولوژیکی خاک جهت بررسی رواناب و سیلاب‌های سطحی با توجه به میزان بارندگی استفاده کردیم که توسط اداره کل منابع طبیعی تهیه گردیده بود. براساس نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، حوضه آبخیز تنگ پردنجان به ترتیب از نظر وسعت دارای گروه‌های A, C, B و D بوده که با توجه به اینکه بیشترین

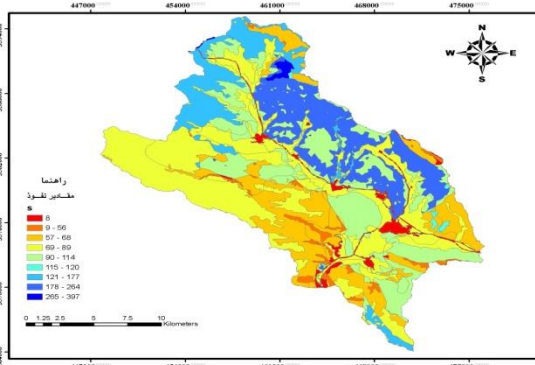
مساحت مربوط به گروه B بوده خاک‌های با شدت نفوذ پذیری متوسط و از نظر تولید رواناب توانایی متوسطی را دارند.



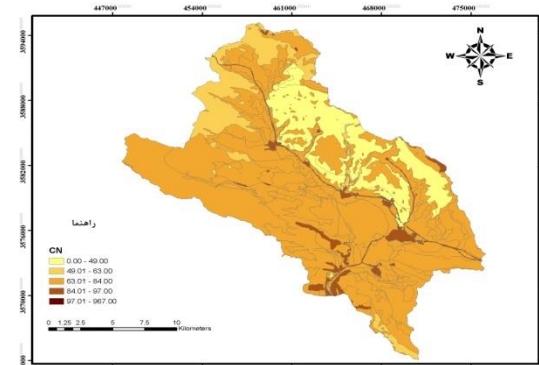
شکل ۲: نقشه کاربری اراضی



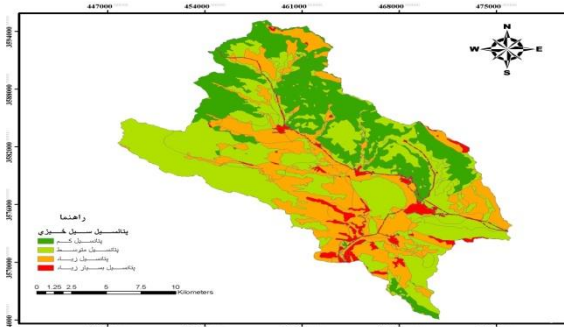
شکل ۱: نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک



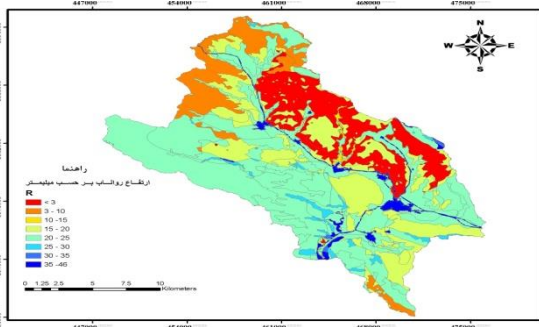
شکل ۴: نقشه مقادیر نفوذ بر حسب میلیمتر



شکل ۳: نقشه شماره منحنی



شکل ۶: نقشه پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی



شکل ۵: نقشه مقادیر رواناب بر حسب میلیمتر

با توجه به نقشه کاربری مشاهده می‌کنیم که بیشترین سطح حوضه دارای کاربری مرتع با پوشش ضعیف با ۶۰ درصد می‌باشد. بعد از تلفیق نقشه کاربری و گروه هیدرولوژیکی خاک، نقشه شماره منحنی بدست آمد که شماره منحنی وزنی حوضه برابر $70/68$ محاسبه گردید. بعد از محاسبه شماره منحنی، مقدار نفوذ محاسبه گردید که مقدار نفوذ حوضه از $7/5$ تا 396 متغییر است که حداقل آن منطبق بر کاربری شهری و مراتع با پوشش ضعیف و حداکثر آن منطبق بر مراتع با پوشش خوب می‌باشد. با توجه به نقشه پتانسیل تولید رواناب حوضه (شکل ۵)، اراضی شهری با پتانسیل تولید رواناب $45/7$ میلی‌متر بیشترین و مراتع با پوشش خوب به مقدار کمتر از ۳ میلی-متر، کمترین پتانسیل تولید رواناب را دارا می‌باشد. بعد از بدست آوردن ارتفاع رواناب برای پهنه‌بندی پتانسیل



سیل خیزی چارک‌های اول، میانه و سوم مقادیر ارتفاع رواناب در محیط SPSS محاسبه شد و نهایتاً براساس مقادیر چارک‌ها به پهنه بندی سیل خیزی اقدام شد (جدول ۱ و شکل ۶). با توجه شکل ۶ و جدول ۱ بیشترین مساحت حوضه دارای پتانسیل سیل خیزی متوسط با مساحت ۲۰۱/۹ کیلومتر مربع، ۵۴/۴۲ درصد مساحت کل را شامل می‌شود و اراضی با پتانسیل سیل خیزی کم، ۲۴/۲۴ درصد از مساحت کل را شامل می‌شود. مناطق دارای پتانسیل سیل خیزی بالا منطبق با کاربری مراتع ضعیف و شهری و روستای می‌باشد. در محاسبات مربوط به سیل و سیل‌خیزی، نقش وضعیت کاربری حوضه در شماره منحنی نهفته است. دو لایه مهمی که منجر به تعیین عدد منحنی میشوند خاک و پوشش گیاهی است بنا بر این از طریق تحلیل شماره منحنی می‌توان رهنمودهای مورد نیاز برای مدیریت عملیات بیولوژیک جهت کنترل سیل ارائه کرد. در یک جمع بندی کلی، با استفاده از نقشه پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه و تفکیک مناسب مناطق با پتانسیل متفاوت سیل خیزی می‌توان جهت اجرای صحیح و درست اصول و ضوابط مهندسی رودخانه در احداث پل‌ها و جاده‌ها و همچنین طراحی سیستم پیش‌بینی و هشدار سیل اقدام کرد. برای جلوگیری از فرسایش اراضی و خسارت جانی و مالی احتمالی ناشی از این پتانسیل سیل خیزی بالا، کنترل و استفاده بهینه از حجم سیلاب جهت برطرف نمودن نیازهای آبی منطقه، در برنامه ریزی محیطی مورد توجه قرار بگیرد. با توجه به این نقشه در مناطق با پتانسیل بالا اجرای طرح‌های آبخیزداری در زمینه حفاظت خاک و فرسایش امکان پذیر می‌باشد.

جدول ۱- معیار طبقه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه تنگ پردنجان و مساحت هر طبقه

مقادیر ارتفاع رواناب (mm)	چارک	پتانسیل سیل خیزی	مساحت (Km)	درصد
کمتر از ۳/۹۳	کمتر از ۲۵	کم	۸۹/۹۳	۲۴/۲۴
۳/۹۳-۱۵/۱۴	۲۵-۵۰	متوسط	۲۰۱/۹	۵۴/۴۲
۱۵/۱۴-۳۰/۳۰	۵۰-۷۵	زیاد	۶۹/۲۲	۱۸/۶۷
بیشتر از ۳۰/۳۰	بیشتر از ۷۵	بسیار زیاد	۹/۹	۲/۶۶

منابع

- ۱- ثروتی، م. احمدی، م. نصرتی، ک. و مزبانی، م. ۱۳۹۲. پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه آبخیز سراب دره شهر. فصلنامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، سال یازدهم، شماره ۳۶، بهار ۱۳۹۲. صفحه ۵۵ تا ۷۷.
 - ۲- نیک نژاد، د. و علیزاده، ع. ۱۳۸۵. مطالعه سیلاب و کنترل آن در زیر حوضه منتهی به دریاچه ارومیه. کارگاه فنی همزیستی با سیلاب.
 - ۳- عبدی، پ. و رسولی، م. ۱۳۸۰. گزارش پهنه بندی خطر سیل در حوضه سیل در حوضه آبخیز زندجان رود، انتشارات مرکزی تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
 - ۴- یعقوب‌زاده، م. و اکبرپور، ا. ۱۳۹۰. بررسی الگوریتم‌های تصاویر ماهواره‌ای بر شماره منحنی رواناب و دبی حداکثر سیلاب به کمک GIS و RS. مجله جغرافیا و توسعه، ویژه‌نامه مخاطرات طبیعی، شماره ۲۲. صفحه ۵ تا ۲۲.
- 5- Amutha R, Porchelvan P, 2009. Estimation of surface runoff in malattar sub-watershed using SCS CN method, photo nirvachak. J, Indian Soc. Remote Sens 37: 291-304.



شبیه سازی رواناب حوزه آبریز رود زرد توسط مدل SWAT

راضیه آلاله^۱، غلامعباس صیاد^۲، محمدرضا انصاری^۳، بهرام اندرزبان^۴

۱- دانشجوی دانشگاه شهیدچمران اهواز

۲- استادیار دانشگاه شهیدچمران اهواز

۳- مربی دانشگاه رامین

۴- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

مقدمه

به منظور انجام برنامه‌ریزی‌های بلندمدت منابع آب و خاک، برآورد حجم رواناب ورودی به منطقه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. یکی از روش‌های نوین برآورد رواناب استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی می‌باشد. مدل‌های هیدرولوژیکی که امروزه به طور گسترده‌ای توسعه یافته‌اند، باعث درک بهتر عوامل موثر در فرآیندهای هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز می‌شوند. شبیه‌سازی بهتر فرآیندهای هیدرولوژیکی مستلزم این است که داده‌های ورودی مدل هیدرولوژیکی بتوانند به خوبی شرایط واقعی حوضه آبریز را بیان کنند. (علوی نیا و نصیری صالح، ۱۳۸۹). مدل SWAT که در این تحقیق از آن برای برآورد رواناب استفاده شده است به دلیل جامع بودن و در نظر گرفتن بسیاری از پارامترهای عموماً هیدرولوژیکی و همچنین آسان بودن کار با آن مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. وجود پارامترهای زیاد در مدل باعث شده که واسنجی مدل، که یکی از اساسی‌ترین مراحل در مدل‌سازی می‌باشد، به طور دستی، به کاری مشکل، زمان‌گیر و تا حدود زیاد وابسته به تجربه شخص تبدیل شود (شول و عباسپور، ۲۰۰۶). همچنین اندازه‌گیری مستقیم برخی از پارامترهای ورودی مدل به طور دقیق دشوار، وقتگیر و با کارایی کم می‌باشد. برای حل این مشکل مدل‌سازی معکوس در سال‌های اخیر تبدیل به روشی رایج و پر طرفدار در انجام واسنجی مدل‌ها شده است (دان و همکاران، ۲۰۰۳). در این روش با درک فیزیک حاکم بر مساله و نیز خطای پیش‌بینی مدل (تفاوت بین مقادیر پیش‌بینی و اندازه‌گیری شده) مقدار بهینه پارامترها که باعث حداقل خطای پیش‌بینی مدل شوند، تعیین می‌گردند. در این تحقیق برای واسنجی مدل و انجام آنالیز عدم قطعیت نتایج مدل از نرم افزار SWAT CUP و الگوریتم SUFI2 استفاده شد.

هدف از این تحقیق کاربرد مدل SWAT برای شبیه‌سازی رواناب ماهانه حوضه رود زرد می‌باشد.

معرفی مدل SWAT

SWAT یک مدل زمان پیوسته است که براساس روابط فیزیکی تهیه شده و یک ابزار مناسب برای شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی، کیفیت آب، فرسایش خاک و مدیریت مرتع می‌باشد (فیکلین و همکاران، ۲۰۱۰). این مدل مدلی فیزیکی است و به جای آنکه از معادلات رگرسیونی جهت توصیف رابطه بین متغیرهای ورودی و خروجی استفاده نماید، اطلاعات ویژه‌ای راجع به هوا، خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی و پوشش اراضی در حوضه آبریز دریافت می‌کند. مدل SWAT حوضه را به چندین زیر حوضه و زیر حوضه‌ها را به بخش‌های پاسخ هیدرولوژیکی تقسیم می‌کند. بخش‌های پاسخ هیدرولوژیکی کوچک‌ترین واحد کاری در این مدل می‌باشند که از ترکیب نقشه‌های طبقات شیب، کاربری اراضی و خاک حاصل می‌شوند. مدل، اجزا هیدرولوژیکی مثل رواناب سطحی، جریان پایه، تبخیر و تعرق و تغییر رطوبت خاک را برای هر بخش پاسخ هیدرولوژیکی تخمین می‌زند.



تقسیم حوزه آبخیز به اجزاء کوچکتر (زیرحوزه و بخش‌های پاسخ هیدرولوژیکی) این امکان را فراهم می‌سازد که تغییرات و تفاوت‌ها در میزان تبخیر و تعرق برای هر خاک و هر گیاه، مشخص و قابل انعکاس باشد. از سوی دیگر مقدار رواناب ابتدا برای هر بخش پاسخ هیدرولوژیکی به صورت جداگانه محاسبه و سپس میزان رواناب برای کل حوزه آبخیز تعیین می‌شود که این امر این امکان را فراهم می‌سازد تا تفسیری بهتر از فرایندهای فیزیکی رخ داده در حوزه آبخیز بدست آید.

رواناب سطحی

رواناب سطحی یا جریان روی سطح عبارت است از جاری شدن آب بر روی یک سطح شیب‌دار و زمانی ایجاد می‌شود که میزان ورود آب به سطح زمین بیشتر از سرعت نفوذ آن به داخل خاک باشد. در مدل SWAT دو روش شماره منحنی و معادله نفوذ گرین-آمپت برای برآورد رواناب سطحی پیشنهاد شده است. ورودی‌های مدل شامل نقشه مدل ارتفاعی رقومی، نقشه کاربری اراضی و نقشه خاک می‌باشد که هر سه باید در قالب رستری به مدل معرفی شوند. متغیرهای دیگر شامل مقادیر روزانه بارش، درجه حرارت حداقل و حداکثر روزانه مربوط به ایستگاه‌های داخل و خارج حوضه به همراه موقعیت‌های جغرافیایی آنها می‌باشد. سایر اطلاعات هواشناسی مورد نیاز عبارتند از: تابش، سرعت باد و رطوبت نسبی که در این تحقیق توسط مدل شبیه‌سازی می‌شوند. ون لیو و گاربرچ (۲۰۰۳) توانایی مدل SWAT در شبیه‌سازی دبی رواناب را ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند مدل قادر است دبی را با دقت قابل قبولی شبیه‌سازی کند.

روش کار

منطقه مورد مطالعه زیر حوزه رودزرد از حوزه مارون می‌باشد. حوضه آبریز رودزرد مساحتی بالغ بر ۸۷۵ کیلومتر مربع دارد و از جنوب به شهرستان رامهرمز و از شمال به شهرستان ایذه منتهی می‌گردد. منطقه مورد نظر به دلیل سازندهای زمین‌شناسی حساس، رسوب‌خیزی بالایی دارد که در مدیریت حوضه موثر می‌باشد. هم‌چنین با توجه به احداث سد در این حوزه، لازم است که میزان رواناب برای آینده مدنظر قرار گیرد. برآورد صحیح رواناب ممکن است سطح زیر کشت شبکه‌های آبیاری رامهرمز را که در دست اجراء می‌باشد کاهش و یا افزایش دهد که این مهم در میزان توسعه کشاورزی و اقتصادی منطقه بسیار تأثیرگذار است. هم‌چنین یکی از مهم‌ترین مصارف آب رودخانه رودزرد استفاده آن جهت کشاورزی و شرب می‌باشد. این زیر حوزه شامل ۵ ایستگاه داخلی (بارانگرد، ماشین، دلی بختیار، باغملک و مال آقا) و دو ایستگاه خارجی (ایذه و رامهرمز) می‌باشد که داده‌های اقلیمی این ایستگاه‌ها از سازمان آب و برق و هواشناسی استان خوزستان و نقشه‌های موردنیاز از سازمان آب و برق استان خوزستان و سازمان نقشه‌برداری استان خوزستان تهیه شد. به منظور شبیه‌سازی رواناب حوزه از کل دوره آماری ۱۵ سال (۲۰۰۹-۱۹۹۵)، سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۹۷ برای واسنجی و ۲۰۰۹-۲۰۰۴ برای اعتبار سنجی در دو خروجی حوزه (ماشین و پل منجیق) مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

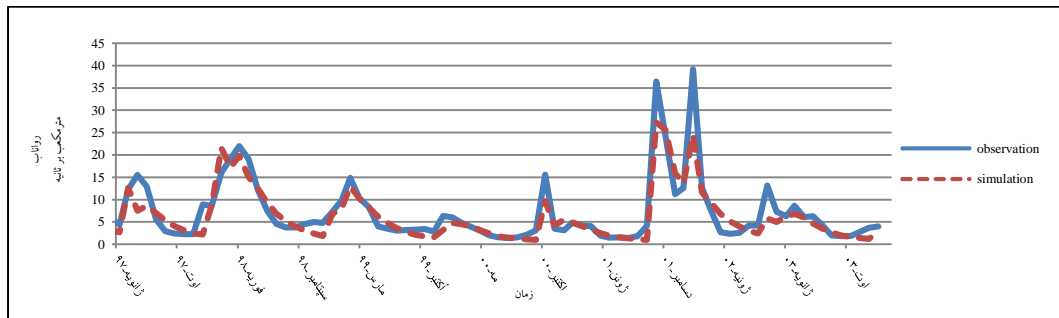
نتایج حاصل از اعتبار سنجی و واسنجی مدل به صورت ماهانه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج ارزیابی مدل

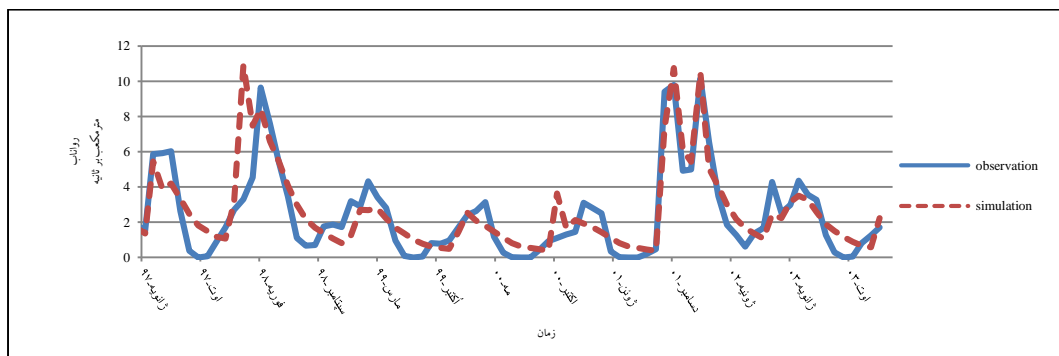
ایستگاه پل منجنیق	ایستگاه ماشین	معیار ارزیابی	
۰/۷۲	۰/۸۳	R^2*	واسنجی
۰/۷	۰/۸۱	NS*	(۱۹۹۷-۲۰۰۳)
۰/۷۴	۰/۷۴	R^2	اعتبارسنجی
۰/۷۴	۰/۷۱	NS	(۲۰۰۴-۲۰۰۹)

* R^2 نشان می‌دهد که خط رگرسیون بین مقادیر شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده تا چه میزان به بیش‌ترین مقدار هماهنگی بین این دو سری نزدیک است و از صفر تا ۱ تغییر می‌کند.

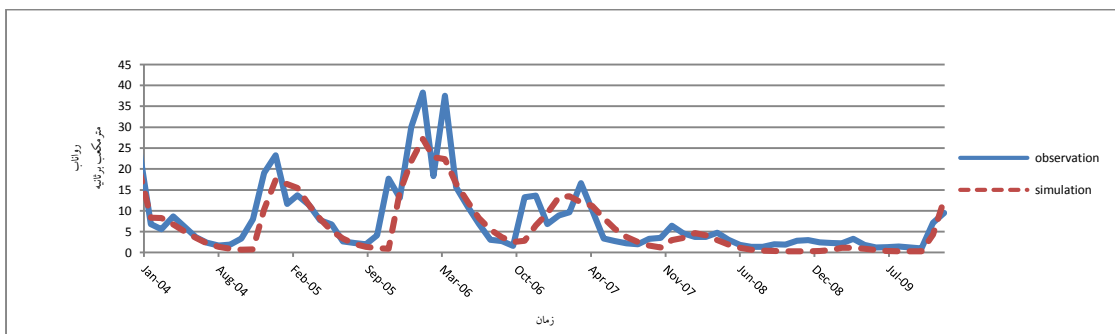
*NS نشان می‌دهد که خط رگرسیون بین مقادیر شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده تا چه مقدار به خط رگرسیون با شیب 1 نزدیک است. بالا بودن مقدار ضریب تعیین (R^2) و ناش سایتکلیف (NS) دلیل موفقیت مدل در شبیه‌سازی جریان ماهانه حوضه رودزرد با استفاده از پارامترهای بهینه شده می‌باشد. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که مدل SWAT توانایی شبیه‌سازی هیدروگراف حوزه را دارد. نمودارهای ۱ تا ۴ زیر رابطه‌ی مناسب بین داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهند.



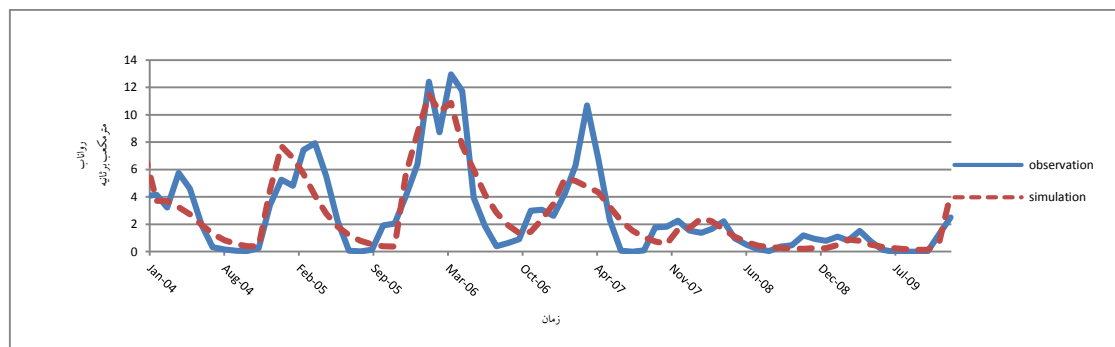
شکل ۱- واسنجی رواناب ماهانه ایستگاه ماشین



شکل ۲- واسنجی رواناب ماهانه ایستگاه پل منجنیق



شکل ۳- اعتبارسنجی رواناب ماهانه ایستگاه ماشین



شکل ۴- اعتبارسنجی رواناب ماهانه ایستگاه پل منجیق

نتایج این مقاله نشان می‌دهد که مدل SWAT توانایی شبیه‌سازی هیدروگراف حوزه را دارد. استفاده از این مدل این امکان را برای پژوهشگران و مدیران اجرایی به وجود می‌آورد تا سناریوهای مختلف مدیریتی را (که امکان اجرای آن‌ها در زمان کوتاه و بدون صرف هزینه سنگین وجود ندارد) مورد ارزیابی قرار داده و با تحلیل نتایج، بهترین تصمیم را اتخاذ نمود.

منابع

۱- علوی نیا، م. و نصیری صالح ف.، ۱۳۸۹. تهیه نقشه CN خاک براساس نتایج شبیه‌سازی رواناب با استفاده از یک مدل نیمه توزیعی. پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

- 2- Duan Q, Sorooshian S, Gupta HV, Rousseau AN, Turcotte R, 2003. Calibration of Watershed Models. American Geophysical Union, Washington, DC.
- 3- Schol J and Abbaspour K. C, 2006. Calibration and uncertainty issues of hydrological model (SWAT) applied to West Africa. Advances in Geosciences 9: 137-143.
- 4- Ficklin D, Luo Y, Luedeling E, Gatzke S and Zhang M, 2010. Sensitivity of agricultural runoff loads to rising levels of CO₂ and climate change in the San Joaquin Valley watershed of California. Environmental Pollution, 158: 223-234.



- 5- Van Liew MW, Garbrecht J, 2003. Hydrologic simulation of the Little Washita River experimental watershed using SWAT. Journal of the American Water Resources Association 39:413-426