Archive of SID

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد هفدهم، شماره دوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

ارزیابی مکانی مناطق مناسب جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل در سیستم حوزه آب‌خیز (مطالعه موردی: حوزه آب‌خیز گناباد)

مسعود عشقی‌زاده[1]*، نادر نورا[2] و عادل سپهری[3]

[1]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [2]استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [3]دانشیار گروه مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/٤

چکیده

جمع‌آوری روان‌آب برای به حداقل رساندن تلفات و تقویت ذخایر آبی در سیستم حوزه‌های آب‌خیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. کشورهایی که همانند برخی از مناطق ایران مواجه با کمبود آب می‌باشند، با توزیع نامناسب بارندگی مواجه هستند. راهکارهای نوین، روی روش‌هایی با کیفیت بهتر به‌منظور ذخیره آب و شناسایی فرصت‌های بیش‌تر در اجرای روش‌های جمع‌آوری روان‌آب به‌عنوان وسیله‌ای برای ذخیره آب قابل دسترس، متمرکز می‌باشند. با این وجود روش‌های جمع‌آوری روان‌آب بدون توجه به اثرات غیرمستقیم بر سیستم‌های هیدرولوژیکی و اکولوژیکی پایین‌دست، نیازمند فهم بهتر از اثرات محیطی و هیدرولوژیکی در سیستم حوزه آب‌خیز هستند. در این مقاله روش توزیع مکانی ساده‌ای به‌منظور تعیین مکان‌های جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل در زیرحوزه کوچک کلات از حوزه آب‌خیز گناباد (ایران) ارایه شده است. مدل عکس‌العمل هیدرولوژیکی در سیستم حوزه آب‌خیز، ارایه، و اثرات اجراء آن مورد ارزیابی قرار گرفت. سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان وسیله‌ای برای یک‌پارچه کردن تصمیم‌گیری و حل مسأله به‌منظور تحلیل، ذخیره و مدیریت اطلاعات مکانی در فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گرفت. هنگام ترکیب اطلاعات مکانی با مدل عکس‌العمل هیدرولوژیکی توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی، سطح مکان‌های جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل،

* مسئول مکاتبه: masoud_eshghizadeh@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

به‌صورت نسبی نسبت به سطح تمرکز روان‌آب و محل توزیع آب ذخیره شده، تعیین گردید. براساس تحلیل تولید پتانسیل روان‌آب و مکان‌های جمع‌آوری روان‌آب، مشخص شد که ٦٨/٤ درصد از مساحت زیرحوزه کلات دارای پتانسیل تولید روان‌آب بالا و خیلی بالا است؛ در حالی‌که تحلیل تمامی فاکتورهای مؤثر بر چنین سیستم‌هایی در طبیعت، نشان داد تنها ٤/٨ درصد از مساحت زیرحوزه مورد مطالعه، دارای تناسب بالا و خیلی بالای مکانی برای جمع‌آوری روان‌آب می‌باشد. جزئیات روش ساده مکانی پذیرفته شده در این مقاله تشریح و خروجی مدل یک‌پارچه‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی توسط یک‌سری نقشه‌های مناسب ارایه شده است. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد، ارایه توزیع مکانی صحیح از تولید روان‌آب، گام مهمی در توسعه سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب در هر سیستم حوزه آب‌خیز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جمع‌آوری روان‌آب، ارزیابی مکانی روان‌آب، جمع‌آوری آب، زیرحوزه کلات گناباد

مقدمه

در مناطق خشک همانند سطح عظیمی از کشور ما، انسان همیشه با کمبود آب مواجه بوده و هست. در این مناطق امکان افزایش آب قابل استفاده بسیار محدود می‌باشد. از این‌رو برای مبارزه با کمبود آن، باید با مدیریتی صحیح، بیش‌تر به حفاظت و بهره‌برداری بهینه از آن توجه داشت. جمع‌آوری آب باران و روان‌آب از جمله اقداماتی است که به‌ویژه در بهره‌برداری صحیح از آب‌های موجود در مناطق خشک می‌تواند مؤثر واقع شود (کردوانی، ٢٠٠٤). درون یک حوزه آب‌خیز روان‌آب به‌دست آمده از رگبارها، یک منبع پتانسیل آب است که در صورت مدیریت درست، می‌تواند به‌عنوان یک مکمل برای رفع نیازهای آبی استفاده شود. به این‌ترتیب جمع‌آوری روان‌آب یک انتخاب مناسب برای جمع‌آوری و ذخیره کردن آب‌های سطحی برای مصارف است (وینار و همکاران، ٢٠٠٧). الگوهای بارش در مناطق خشک از نظر زمان و مقدار، کم‌تر قابل پیش‌بینی می‌باشد. حتی اگر متوسط بارندگی منطقه بالا باشد، در مناطق کوهستانی و پرشیب به‌دلیل پاسخ سریع دامنه‌ها به بارش و جاری شدن روان‌آب و کم بودن عمق خاک، مقدار قابل‌توجهی از آبی که حوزه دریافت می‌کند از دسترس خارج می‌شود؛ در نتیجه توانایی مدیریت صحیح روان‌آب در این مناطق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (دورگا رائو و همکاران، ٢٠٠١؛ مبیلینیای و همکاران، ٢٠٠٥؛ ورهائر و هملت، ١٩٩٦).

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طورکلی جمع‌آوری آب باران با هر نوع روشی، به‌منظور تمرکز، ذخیره و جمع‌آوری روان‌آب به‌دست آمده از بارندگی برای مصارف کشاورزی و خانگی انجام می‌شود (راک‌استرم، ۲۰۰۰؛ سادرلند و فین، ۲۰۰۰). سیستم‌های جمع‌آوری آب باران به ۳ نوع اصلی تقسیم می‌گردند که عبارتند از: ۱- حفاظت و نگهداری رطوبت (حفاظت آب و خاک). ۲- متمرکز نمودن روان‌آب برای تولید محصولات زراعی. ۳- جمع‌آوری و ذخیره‌سازی روان‌آب به‌دست آمده از بام‌ها و سطح زمین برای مصارف خانگی و زراعی (فالکنمارک و راک‌استرم، ۲۰۰٤). روش‌های جمع‌آوری روان‌آب که شامل روان‌آب ورقه‌ای، سطحی، شیاری و آب‌گذر می‌باشند، بسته به اشکال مختلف تولید روان‌آب متفاوت می‌باشند (راک‌استرم، ۲۰۰۰). جمع‌آوری روان‌آب بسته به نوع تشکیل روان‌آب، سدهای زراعی کوچک، مخازن ذخیره آب و یا سیستم‌های تغذیه آب‌های زیرزمینی، انواع بندهای اصلاحی و نوارهای مرزبندی شده (موانعی که آب را در مزرعه متوقف می‌کنند) را شامل می‌شوند (دورگا رائو و همکاران، ۲۰۰۱).

یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین مراحل به‌کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری آب باران، مکان‌یابی و شناسایی محل‌های مناسب برای اجرای این تکنولوژی است. با شناسایی محل‌های مناسب برای این منظور صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در زمان و هزینه صورت می‌گیرد. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی[1] (GIS) با فراهم نمودن چارچوب مشخص برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، تجزیه و تحلیل، نمایش و تبدیل داده‌های مکانی و غیرمکانی، نگرش مفیدی را برای اهداف خاص فراهم می‌نماید (چوسکون و موسی‌اوغلو، ۲۰۰٤؛ پادماوادی و همکاران، ۱۹۹۳).

در مورد مطالعات انجام گرفته در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- واینار و همکاران (۲۰۰۷) محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری روان‌آب را براساس قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، در حوزه پوتشینی[2] رودخانه توکلا[3] در آفریقای‌جنوبی شناسایی نمودند. آنان برای این منظور تغییرات مکانی خاک، کاربری اراضی، بارش و شیب را در نظر گرفته و با خروجی که شامل نقشه محل‌های مناسب برای جمع‌آوری روان‌آب بود، نشان دادند که سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر به مکان‌یابی مناطق تولید روان‌آب درون یک حوزه آب‌خیز بوده و می‌تواند نقش مهمی را در این ارتباط ایفاء نماید.

1. Geographic Information System
2. Potshini
3. Thukela

www.SID.ir

Archive of SID

– مهدوی و همکاران (۲۰۰٤) مطالعه‌ای را در مورد مکان‌یابی محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی از طریق سنجش از دور (RS)[1] و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در یکی از مناطق جنوبی اصفهان انجام دادند. در این بررسی پس از تهیه نقشه‌های شیب، خاک، جهت شیب، شبکه آبراهه، اطلاعات اقلیمی و نقشه کاربری اراضی، لایه‌های اطلاعاتی با هم تلفیق و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی استخراج گردید. نتایج به‌دست آمده از پژوهش آن‌ها نشان داد که استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند ابزار کارآمدی برای مکان‌یابی محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی باشد.

– مبیلینیای و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری بر پایه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به شناسایی محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری آب باران پرداختند. آن‌ها با استفاده از داده‌های دورسنجی شده، ارزیابی‌های زمینی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، قابلیت کاربرد سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شناسایی مکان‌های مستعد برای کاربرد سیستم‌های جمع‌آوری آب باران را نشان دادند.

هدف از این مطالعه توسعه متدولوژی به‌منظور تعیین مناطق مناسب برای جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل تولیدی و ارزیابی اثرات آن در مقیاس حوزه آب‌خیز می‌باشد. همچنین مناطق دارای پتانسیل جمع‌آوری روان‌آب با استفاده از پتانسیل روان‌آب تولید شده در موقعیت‌های مختلف زیرحوزه کلات گناباد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه: حوزه آب‌خیز کلات در ۲۵ کیلومتری جنوب گناباد و حدفاصل شهرستان‌های گناباد و فردوس در استان خراسان‌رضوی واقع شده است. این حوزه ٤۲۸۰ هکتار وسعت داشته و متوسط بارندگی این حوزه ۲۹۲ میلی‌متر می‌باشد. از لحاظ توپوگرافی کوهستانی بوده و شیب‌های بین ۳۰ تا ٦۰ درصد در آن شیب‌های غالب را تشکیل می‌دهند و شیب متوسط حوزه برابر با ٤٤/۷ درصد می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوزه ۲۵۹۱ متر در یکی از خط‌الراس‌های مرزی و حداقل ارتفاع در محل خروجی حوزه (پل ورودی روستای کلات) برابر با ۱٦۰۰ متر است (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی–سیاسی حوزه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تشکیلات زمین‌شناسی حوزه کلات به‌طور عمده شیل و ماسه‌سنگ‌های ژوراسیک، آهک‌های کرتاسه، رس، ماسه‌سنگ کنگولومرا، آگلومرا و توف‌های ائوسن

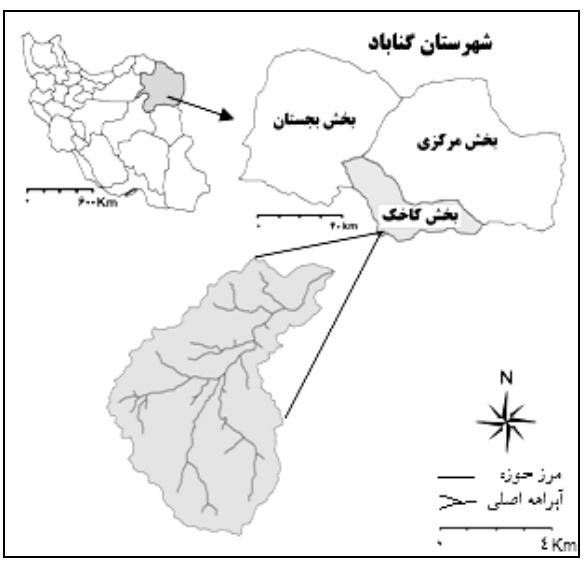
1. Remote Sensing

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. همچنین تشکیلات کواترنری شامل تراس‌ها و رسوبات رودخانه‌ای بخش دیگری از تشکیلات زمین‌شناسی حوزه آب‌خیز کلات را شامل می‌شوند. بیش‌تر نقاط ارتفاعی این حوزه سنگلاخی بوده و به‌دلیل شیب تند دامنه‌ها، اغلب عمق خاک کم است.

این حوزه بر طبق سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ دارای ۱۳ آبادی دارای سکنه با مجموع جمعیت ۱۰٤٦ نفر می‌باشد. کشت در این حوزه کاملاً متنوع است. به‌طورکلی هرچه بر ارتفاع افزوده می‌شود، نسبت باغداری به زراعت افزایش می‌یابد. انواع کشت‌هایی مانند گندم، جو، زعفران، حبوبات، صیفی‌جات و گیاهان علوفه‌ای و محصولات باغی از قبیل: بادام، توت، میوه‌های هسته‌دار، گردو و انگور کشت می‌گردد (هجرتی، ۲۰۰۰).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی- سیاسی حوزه آب‌خیز کلات شهرستان گناباد.

جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز: در این مطالعه داده‌های ورودی مورد نیاز برای خصوصیات بیوفیزیکی و پارامترهای اقتصادی- اجتماعی حوزه از نقشه‌های موجود، عکس‌های هوایی و ارزیابی‌های زمینی و میدانی جمع‌آوری گردید. برای تهیه مدل رقومی ارتفاع[1] حوزه، از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. این نقشه‌ها در نرم‌افزار الویس۳[2] رقومی گردید و مدل رقومی ارتفاع حوزه با ابعاد

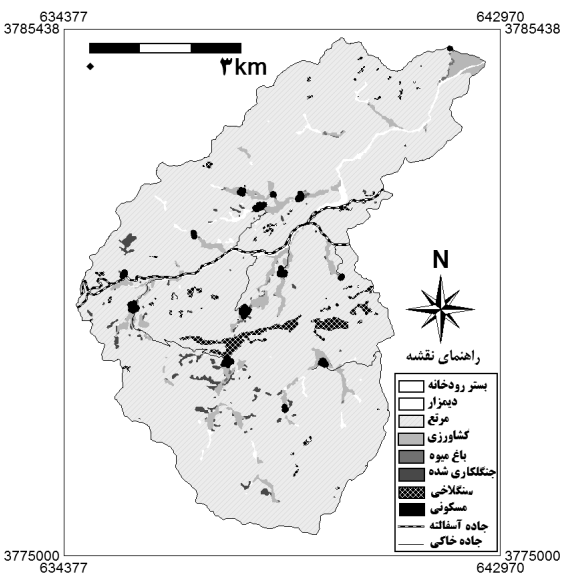
1. Digital Elevation Model
2. ILWIS 3

www.SID.ir

Archive of SID

پیکسلی ۱ متر در نرم‌افزار الویس ۳ تهیه شد. عکس هوایی حوزه با قدرت تفکیک بالا (۱ متر)، با گرفتن عکس‌هایی با پوشش مشترک از حوزه به‌وسیله نرم‌افزار گوگل ارس[1] در سال ۲۰۰۸ و موزائیک نمودن آن‌ها در نرم‌افزار فتوشاپ ۷، تهیه و با استفاده از نقاط کنترلی با سیستم موقعیت‌یاب جهانی[2] (GPS) در نرم‌افزار الویس ۳ زمین مرجع گردید.

کاربری‌های مختلف و نقشه کاربری اراضی حوزه در ۱۰ گروه شامل: مناطق مسکونی، کشاورزی، باغی، دیم، درخت‌کاری شده، سنگلاخی، مرتع، بستر آبرفتی، جاده خاکی و جاده آسفالته تهیه گردید (شکل ۲). همچنین با نمونه‌برداری از خاک، ۵ کلاس بافت خاک شامل لومی شنی، لوم رسی شنی، لومی، شنی و شنی لومی، در حوزه شناسایی شد. جهت ارزیابی خاک حوزه نسبت به واکنش به بارندگی‌ها و تولید روان‌آب و تغییرات مکانی آن در حوزه، آزمایش‌های میدانی نفوذپذیری با استفاده از استوانه مضاعف انجام گرفت. این آزمایش‌ها در سازندهای زمین‌شناسی و کاربری‌های مختلف حوزه انجام شد. به این ترتیب با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش‌ها نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه تهیه گردید.



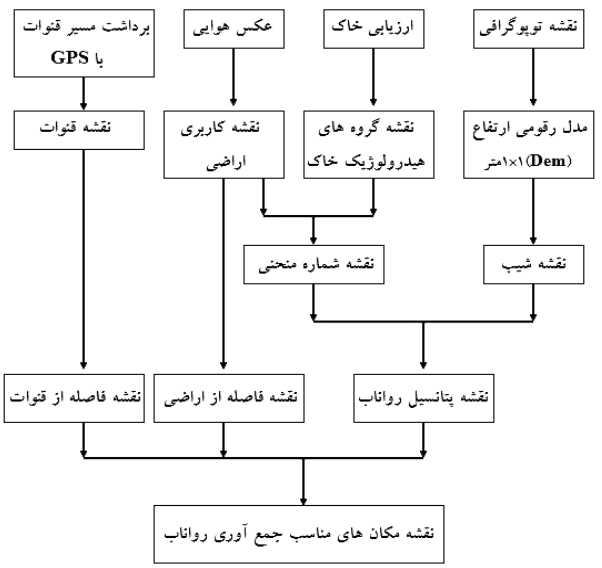
شکل ۲- نقشه کاربری اراضی حوزه آب‌خیز کلات.

1. Google Earth
2. Global Positioning System

www.SID.ir

Archive of SID

پردازش داده‌ها: داده‌های مورد نیاز برای مکان‌یابی مناطق دارای پتانسیل روان‌آب و مناسب برای جمع‌آوری روان‌آب در نرم‌افزار الویس ۳ پردازش گردید. این پردازش شامل محاسبه شیب، محاسبه فاصله از اراضی زراعی، محاسبه فاصله از قنوات (مناطق تغذیه آب‌های زیرزمینی)، رتبه‌بندی و طبقه‌بندی مجدد کلاس‌های تهیه شده به‌صورت انفرادی و محاسبات رستری می‌باشد (شکل ۳).



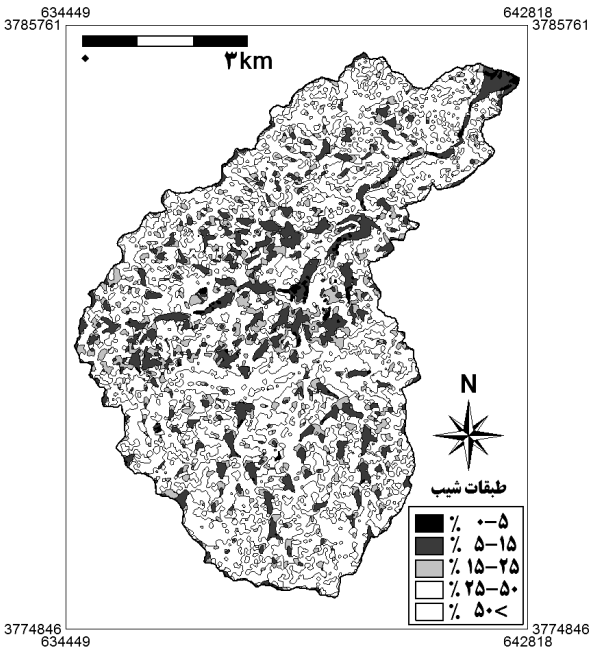
شکل ۳- مدل مفهومی جهت تولید روان‌آب حداکثر و تعیین مناطق مناسب برای جمع‌آوری روان‌آب در حوزه آب‌خیز کلات.

شیب: نقشه شیب حوزه با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، با نرم‌افزار الویس ۳ در ابعاد پیکسلی ۱ متر تهیه گردید (شکل ٤).

ارزیابی مکانی تولید روان‌آب: روش رستری بر مبنای تجزیه و تحلیل سیستم اطلاعات جغرافیایی برای پیش‌بینی روان‌آب مورد استفاده قرار گرفت (روزنفیلد، ۱۹۹۲؛ وان‌بلارگان، ۱۹۸۹). به‌منظور فائق آمدن بر ناکارایی مدل‌های لامپ، مدل‌های توزیع مکانی، روش الیورا و میدمنت (۱۹۹۹) توسعه داده شد. در این روش حوزه آب‌خیز به شبکه سلولی با ابعاد ۱×۱ متر تقسیم شد و در هر ٤ سلول پارامترهای هیدرولوژیکی و روان‌آب مؤثر محاسبه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- نقشه طبقات شیب حوزه آب‌خیز کلات.

نقشه شماره منحنی (CN)[1] و روان‌آب با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک (HSG)[2] و بارندگی محاسبه گردید. حداکثر روان‌آب تولیدی در حوزه آب‌خیز با استفاده از کاربردهای ساده روش شماره منحنی مورد ارزیابی قرار گرفت (سرویس حفاظت خاک آمریکا، ۱۹۸٦). ارتفاع روان‌آب (Q_i) از رابطه ۱ محاسبه می‌گردد.

$$Q_i = \frac{(P_i - ۰/۲S_i)^۲}{(P_i + ۰/۸S_i)} \qquad (۱)$$

که در آن، Q_i: ارتفاع روان‌آب (میلی‌متر)، P_i: ارتفاع بارندگی ۲٤ ساعته (میلی‌متر) و S_i: مقدار ذخیره حوزه آب‌خیز (میلی‌متر) در موقعیت مکانی i می‌باشند. S_i: طبق رابطه ۲ بر حسب میلی‌متر محاسبه می‌گردد.

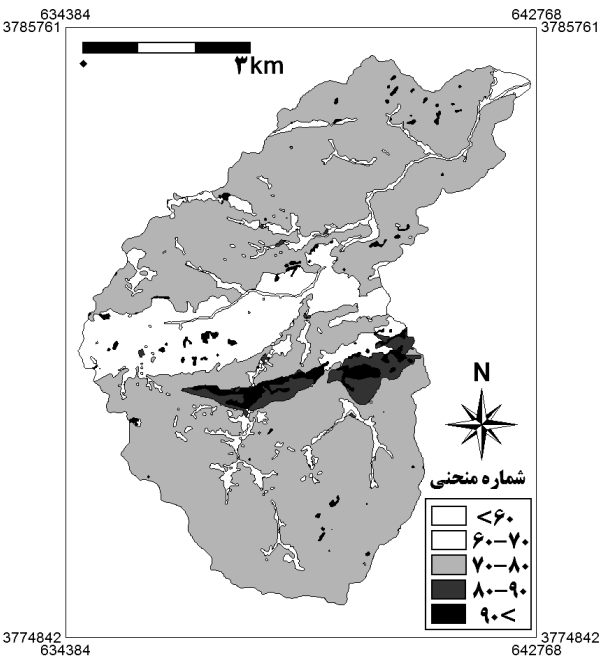
$$S_i = \frac{۲۵٤۰۰}{CN} - ۲۵٤ \qquad (۲)$$

1. Curve Number
2. Hydrologic Soil Groups

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار ذخیره، پارامتری است که مقدار آب نگه داشته شده در حوزه آب‌خیز که به داخل خاک نفوذ نموده و یا به‌صورت ذخیره سطحی تلف شده را مورد محاسبه قرار می‌دهد. لایه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک با لایه کاربری اراضی با هم تشکیل نقشه شماره منحنی را می‌دهند. مقدار شماره منحنی در موقعیت مکانی **i**، با استفاده از محاسبه رستری قابل پیش‌بینی می‌باشد. مقدار شماره منحنی بسته به گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، پوشش زمین، نوع بهره‌برداری از زمین و شرایط رطوبت قبلی خاک (AMC)[1] و بدون بعد، در حوزه مورد مطالعه بین ۵ تا ۹۸ قرار گرفته است (شکل ۵).



شکل ۵- نقشه طبقات شماره منحنی حوزه آب‌خیز کلات برای شرایط رطوبت پیشین متوسط (حالت II).

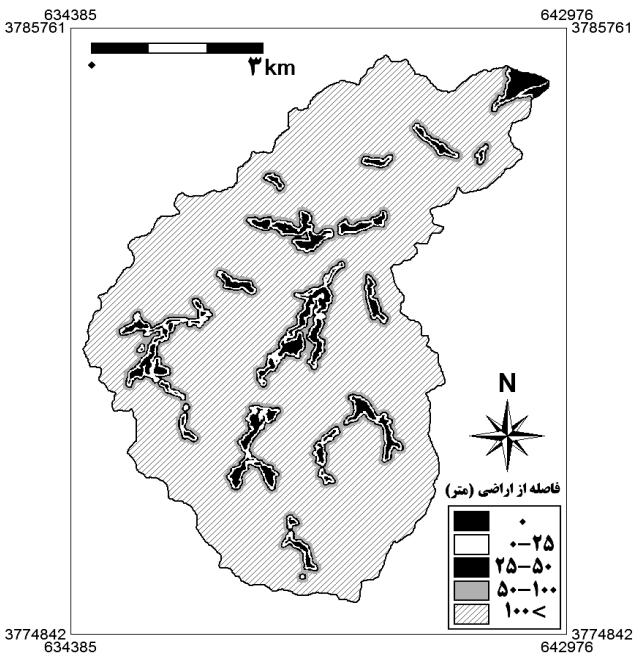
فاصله از اراضی زراعی: فاصله از مناطق زراعی یک فاکتور کلیدی برای به‌کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب می‌باشد. به این منظور فواصل مستقیم از اراضی زراعی به‌وسیله عملیات محاسبه فاصله در الویس ۳ محاسبه شد (شکل ٦).

1. Available Moisture Content

www.SID.ir

Archive of SID

فاصله از قنوات: فاصله از قنوات یک فاکتور کلیدی برای به‌کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب به‌منظور تغذیه قنوات می‌باشد. به این منظور فواصل مستقیم از مسیر قنات حدفاصل ابتدای تره‌کار تا مادرچاه در حوزه تغذیه‌کننده هر قنات به‌وسیله عملیات محاسبه فاصله در الویس ۳ محاسبه شد (شکل ۷).



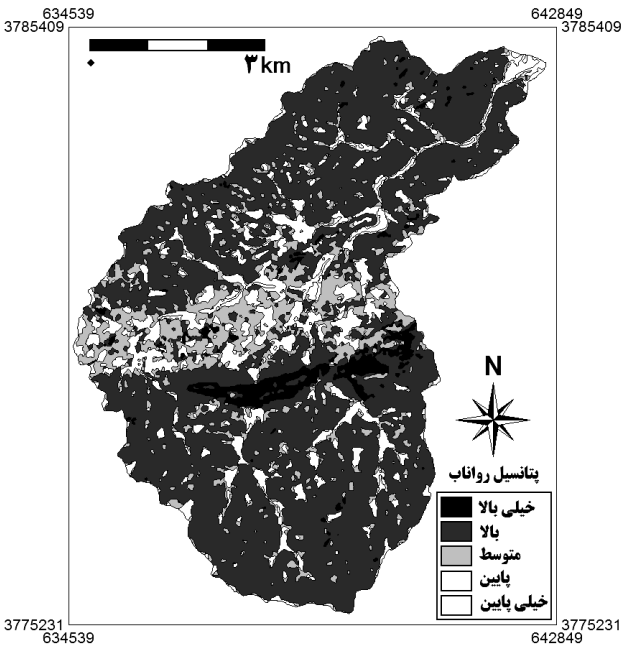
شکل ٦- نقشه طبقات فاصله‌ای از اراضی زراعی حوزه آب‌خیز کلات.

تهیه مدل مناسب: آخرین گام ترکیب فاکتورهای متفاوت به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مکان برای جمع‌آوری روان‌آب می‌باشد. نقشه‌های مناسب به‌منظور تهیه یک نقشه ساده رتبه‌بندی شده مکان‌های مناسب جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل از ترکیب نقشه‌های پتانسیل روان‌آب و مکان‌های مناسب جمع‌آوری روان‌آب توسعه داده شد. روش مدل‌سازی تناسب به‌دلیل سادگی و حداقل زمان مورد نیاز برای تحلیل و انتقال سری‌های آماری پذیرفته شده است. به‌منظور ساده کردن تحلیل شایستگی‌ها، هر نقشه به ۵ دسته کلاس‌بندی گردید (واینار و همکاران، ۲۰۰۷). نقشه‌های شیب، شماره منحنی، فاصله

www.SID.ir

Archive of SID

از اراضی کشاورزی و فاصله از قنوات به‌منظور تعیین شایستگی‌ها به‌کار برده شد. مقادیر عددی هر لایه نقشه براساس یک مقیاس از بیش‌ترین تا کم‌ترین تناسب با در نظر گرفتن وزن معادل در هر لایه برای جمع‌آوری روان‌آب، رتبه‌بندی گردید.



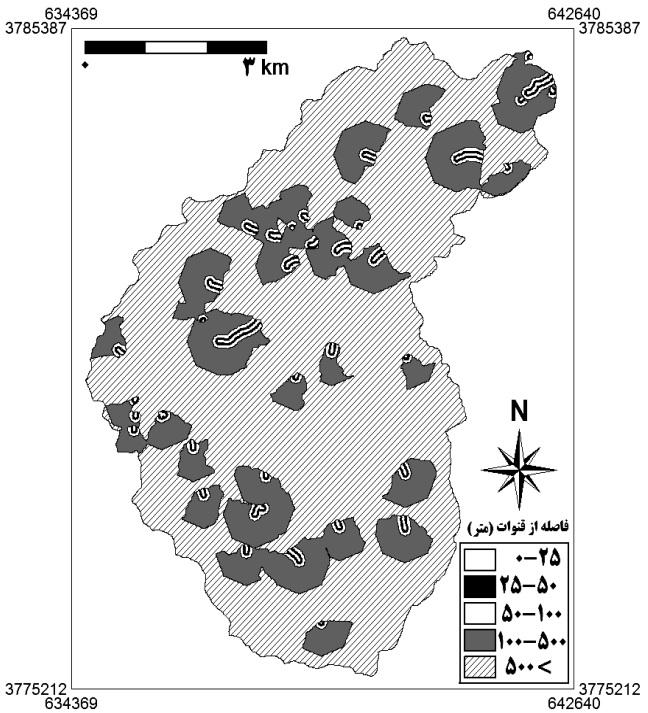
شکل ۷- نقشه طبقات فاصله‌ای از قنوات حوزه آب‌خیز کلات.

تعیین مناطق دارای پتانسیل تولید روان‌آب: برای تعیین مناطق دارای پتانسیل برای جمع‌آوری روان‌آب از دو نقشه شیب و شماره منحنی استفاده شد. برای این منظور این دو نقشه با عملیات تلاقی[1] در الویس ۳ با هم ترکیب و رتبه‌بندی گردید و نتیجه به‌دست آمده به‌صورت یک نقشه رستری ۵ کلاسه که پتانسیل تولید روان‌آب در حوزه آب‌خیز را از خیلی بالا تا خیلی پایین نشان می‌دهد، نمایش داده شد (شکل ۸).

1. Cross

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- نقشه مناطق دارای پتانسیل تولید روان‌آب در حوزه آب‌خیز کلات.

تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری روان‌آب: مکان‌یابی محل‌های مناسب برای جمع‌آوری روان‌آب بر مبنای نقشه فیزیکی روان‌آب پتانسیل، همچنین فاکتورهای اقتصادی- اجتماعی که باعث تغییر در سیستم شده نیز انجام می‌شود. بنابراین نقشه مناطق دارای پتانسیل جمع‌آوری روان‌آب باید با نقشه رتبه‌بندی شده فاصله از اراضی زراعی و فاصله از قنوات به‌منظور تغذیه آب‌های زیرزمینی ترکیب گردد. برای این منظور این دو نقشه در نرم‌افزار الویس ۳ با هم ترکیب گردید و نتیجه به‌دست آمده به‌صورت یک نقشه رستری ۵ کلاسه که مناطق مناسب برای جمع‌آوری روان‌آب را از خیلی بالا تا خیلی پایین نشان می‌دهد، نمایش داده شد (شکل ۹).

ارزیابی آستانه بارندگی در تشکیل روان‌آب: آستانه بارندگی به‌منظور تعیین تعداد روزهای تولید روان‌آب در سال‌های با بارندگی زیاد در مقایسه با سال‌هایی که بارندگی کم می‌باشد مورد ارزیابی قرار گرفت. متوسط بارندگی سالانه زیرحوزه کلات گناباد ۲۹۲ میلی‌متر بوده و الگوی توزیع آن فصلی

www.SID.ir

Archive of SID

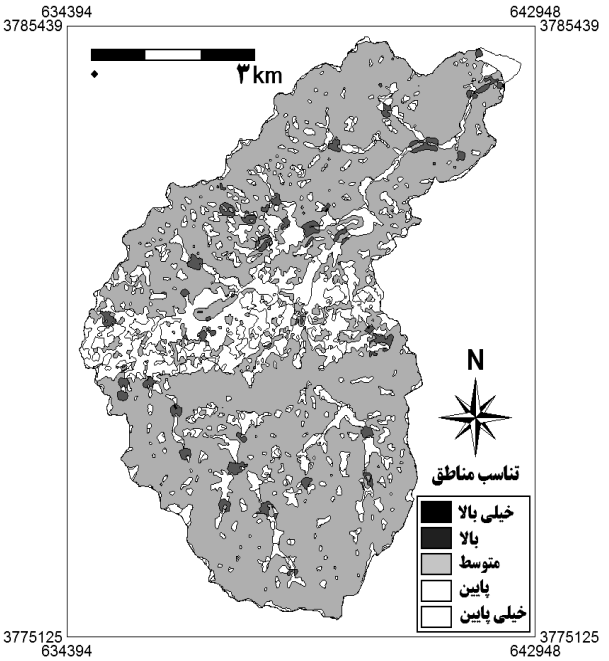
می‌باشد؛ به‌طوری‌که سال به دو فصل خشک و مرطوب قابل تقسیم است. فصل خشک با متوسط بارندگی ۱۹ میلی‌متر از خردادماه تا آخر آبان‌ماه و فصل مرطوب با متوسط بارندگی ۲۷۳ میلی‌متر از آذرماه تا آخر اردیبهشت‌ماه تقسیم می‌شود. بارندگی در طی ماه‌های فصل خشک و در فصل مرطوب طی ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت بیش‌تر به‌صورت رگبارهای شدید اتفاق می‌افتد. همچنین از اواخر آذرماه تا اوایل اسفندماه بارش برف نیز در منطقه اتفاق می‌افتد.

با توجه به شرایط منطقه و بارندگی‌های رگباری شدید و براساس تحلیل بارندگی (ارتباط بارندگی و روان‌آب) بارندگی‌های ۵ و ۱۰ میلی‌متر در روز، وقایع مناسبی برای تشکیل روان‌آب تشخیص داده شد؛ بنابراین تعداد روزهایی که بارندگی آن‌ها از این آستانه بیش‌تر بود، محاسبه گردید. از آنجا که تعداد سال‌های آماری ثبت شده در ایستگاه باران‌سنجی گردنه کلات محدود به ۲۲ سال بود و برای تصمیم‌گیری آماری نامناسب می‌باشد؛ سال‌های آماری روزانه از ۲۲ سال با روش زنجیره مارکوف به ۱۰۰ سال افزایش داده شد. زنجیره مارکوف روشی برای شبیه‌سازی داده‌های بارندگی، دبی و... با استفاده از مدل‌سازی بر مبنای مقادیر واقعی موجود می‌باشد (اکولا و کرکیدس، ۲۰۰۳). در این روش مقادیر بارندگی روزانه ۲۲ سال با استفاده از یک مدل ریاضی و آماری مناسب شده با داده‌های موجود، برای ۱۰۰ سال شبیه‌سازی گردید و خروجی مدل زمانی مورد قبول قرار گرفت که اختلاف متوسط مقادیر ۱۰۰ سال تولید شده با متوسط مقادیر واقعی موجود به کم‌تر از ۵ درصد رسید.

برای تعیین سال مرطوب و خشک، مقادیر بارندگی سالانه این ۱۰۰ سال به‌ترتیب صعودی منظم گردید؛ سپس مقادیر دهمین و نودمین درصد آن‌ها مشخص شد. به این ترتیب سال‌هایی که مقدار بارندگی آن‌ها از مقدار دهمین درصد کل داده‌ها کم‌تر می‌باشد به‌عنوان سال خشک و سال‌هایی که مقدار بارندگی آن‌ها از مقدار نودمین درصد کل داده‌ها بیش‌تر می‌باشد به‌عنوان سال مرطوب در نظر گرفته شد. به‌منظور تعیین تعداد وقایع روان‌آب برای به‌کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب ۱۰۰ سال بارندگی روزانه تطویل شده این ایستگاه مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. جدول ۱ تعداد روزهای با بارندگی مؤثر برای تشکیل روان‌آب را در حوزه آب‌خیز کلات نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- نقشه محل‌های مناسب جمع‌آوری روان‌آب در حوزه آب‌خیز کلات.

جدول ۱- تعداد روزهای بارندگی روزانه در آستانه بیش از ۵ و ۱۰ میلی‌متر زیرحوزه کلات گناباد.

	۱۰-۵ میلی‌متر		بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر	
	سال مرطوب	سال خشک	سال مرطوب	سال خشک
فصل خشک	۰/۸۱	۰/٦۳	۱	۰/۲۷
فصل مرطوب	۱۰/۱۸	۷/۸	۱٤	۷/۷

نتایج

شناسایی مناطق دارای پتانسیل تولید روان‌آب یک مرحله حیاتی برای مکان‌یابی مناطق مناسب برای به‌کارگیری و کاربرد سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب می‌باشد. علاوه‌بر این فاکتورهای اقتصادی- اجتماعی نیز از عوامل مهم مؤثر بر محل‌های مناسب برای کاربرد و اجرای این سیستم‌ها می‌باشند. از مهم‌ترین این فاکتورها فاصله سیستم‌های انتقال آب در این سیستم‌های جمع‌آوری می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، محل‌های دارای پتانسیل و مناسب برای کاربرد این سیستم‌ها در زیرحوزه کلات گناباد تعیین گردید. براساس نتایج به‌دست آمده، ٤/۲ درصد از

www.SID.ir

Archive of SID

مساحت زیرحوزه دارای پتانسیل خیلی بالا برای تولید روان‌آب می‌باشد و قسمت اعظم زیرحوزه یعنی ٦٤/٢ درصد، دارای پتانسیل بالا برای تولید روان‌آب هست. همچنین با در نظر گرفتن فاکتور فاصله از اراضی و قنوات برای تعیین نهایی مناطق مناسب برای جمع‌آوری روان‌آب، مناطق دارای تناسب خیلی بالا و بالا به‌ترتیب ۰/۱و ٤/٧ درصد از مساحت حوزه را شامل می‌شوند. جدول۲ تناسب پتانسیل سطح حوزه آب‌خیز کلات را برای تولید و جمع‌آوری روان‌آب نشان می‌دهد.

جدول ۲- تناسب، مساحت و نسبت سطح مناطق دارای پتانسیل تولید و جمع‌آوری روان‌آب به سطح کل زیرحوزه کلات گناباد.

تناسب	پتانسیل تولید روان‌آب		پتانسیل جمع‌آوری روان‌آب	
	مساحت به هکتار	درصد مساحت	مساحت به هکتار	درصد مساحت
خیلی بالا	۱۷۹/۹	٤/٢	٤/١	۰/۱
بالا	٢٧٤٥/٩	٦٤/٢	٢٠٠/٣	٤/٧
متوسط	٦٥٨/٥	١٥/٤	٢٨٤٠/٢	٦٦/٧
پایین	٥٩١/٤	١٣/٨	٧٥٣/٩	١٧/٧
خیلی پایین	٩٨	٢/٣	٤٥٥/٣	١٠/٧

نتایج به‌دست آمده از ارزیابی آستانه بارش به‌منظور تعیین تعداد وقایع روان‌آب برای به‌کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب نشان داد که در سال خشک و در فصل خشک تعداد روز بارندگی ۵ تا ۱۰ میلی‌متر ۰/٦٣ روز و در فصل مرطوب ۷/۸ روز می‌باشد در صورتی‌که در سال مرطوب، فصل خشک بارندگی ۵ تا ۱۰ میلی‌متر ۰/۸۱ روز و در فصل مرطوب ۱۰/۱۸ روز می‌باشد. در بارندگی بیش از ۱۰ میلی‌متر در سال خشک، فصل خشک ۰/۲۷ روز و در فصل مرطوب ۷/۷ روز می‌باشد. در سال مرطوب و در فصل خشک فقط یک روز بارندگی اتفاق افتاده در حالی‌که در فصل مرطوب ١٤ روز بارندگی ریزش داشته است. بنابراین در فصل خشک وقوع بارندگی که قابلیت تولید روان‌آب داشته باشد تقریباً وجود نداشته و جمع‌آوری روان‌آب امکان‌پذیر نمی‌باشد اما در فصول مرطوب سال (در هر دو سال خشک و مرطوب) و در هر دو آستانه بارندگی به‌دلیل این‌که تعداد روزهای بارندگی به نسبت تعداد کل بارندگی قابل ملاحظه می‌باشد؛ وقوع روان‌آب امکان‌پذیر بوده و جمع‌آوری آن بسته به مقدار و موقعیت مکانی به یکی از روش‌های معمول قابل انجام می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه روشی برای تعیین نقاط دارای پتانسیل برای جمع‌آوری روان‌آب با استفاده از کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی توسعه داده شد. بنابراین تعیین مناطق مخصوص و ارزیابی مناسب این اراضی برای جمع‌آوری روان‌آب مستلزم داشتن اطلاعات رقومی و متضمن چیدن این اطلاعات در کنار هم می‌باشد. مطالعه مشابهی قبلاً در سال ۲۰۰۷ توسط واینار و همکاران (۲۰۰۷) به‌منظور شناسایی مکان‌های دارای پتانسیل جمع‌آوری روان‌آب انجام شده است. آنان در این مطالعه تغییرات مکانی خاک، کاربری اراضی، بارش و شیب را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند؛ اما به‌منظور کاهش حجم عملیات محاسبه، ابعاد شبکه سلولی ۲۰ متر در نظر گرفته شد. بنابراین امکان برآورد ارتفاع روان‌آب براساس روش الیورا و میدمنت (۱۹۹۹) وجود ندارد. اما در روشی که در این پژوهش ارایه گردید علاوه‌بر تعیین مناطق دارای پتانسیل تولید و جمع‌آوری روان‌آب، امکان برآورد ارتفاع روان‌آب در هر سلول با استفاده از محاسبات رستری بر مبنای تجزیه و تحلیل سیستم اطلاعات جغرافیایی با توجه به ابعاد شبکه سلولی ۱ متر وجود دارد.

درصد مکان‌های تولید خیلی بالا و بالای روان‌آب در زیرحوزه کلات گناباد ٦٨ درصد مساحت کل زیرحوزه است در صورتی‌که مکان‌های دارای پتانسیل خیلی بالا و بالا برای جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل، در مجموع ٤/٨ درصد کل مساحت می‌باشد. این تفاوت عمده به‌دلیل توپوگرافی شیب‌دار حوزه بوده که حدود ۷۵ درصد زیرحوزه دارای شیبی بالاتر از ۲۵ درصد است و بنابراین برای استفاده مناسب‌تر از جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل، بهتر است عملیات جمع‌آوری پس از نقاط دارای پتانسیل خیلی بالا و بالا در مناطق پتانسیل متوسط جمع‌آوری انجام شود.

در زیرحوزه کلات گناباد معمولاً زمانی روان‌آب تشکیل می‌شود که بارندگی روزانه بیش از حد اقل ۵ میلی‌متر باشد و به‌دلیل این‌که شدت بارندگی در این منطقه زیاد می‌باشد پیش‌بینی می‌شود که بیش‌تر بارندگی‌های بیش‌تر از این مقدار روزانه، بسته به‌مدت بارندگی تولید روان‌آب داشته باشند. تجزیه و تحلیل بارندگی‌های روزانه منطقه نشان می‌دهد در طول فصل خشک تعداد روزهای با بارندگی مؤثر برای تشکیل روان‌آب در سال‌های خشک به کم‌تر از ۱ روز و در سال‌های مرطوب به کم‌تر از ۲ روز می‌رسد؛ بنابراین در طول فصل خشک در هر دو دوره سال‌های خشک و مرطوب

www.SID.ir

Archive of SID

بارندگی مؤثری برای تشکیل روان‌آب وجود ندارد و اعتماد به آن با ریسک زیادی همراه خواهد بود. این در حالی است که در طول فصل مرطوب تعداد روزهای با بارندگی مؤثر برای تشکیل روان‌آب در سال‌های خشک به‌حدود ۱۶ روز و در سال‌های مرطوب به‌حدود ۲۴ روز می‌رسد؛ بنابراین در طول فصل مرطوب در هر دو دوره سال‌های خشک و مرطوب تعداد روزهای با بارندگی بالاتر از آستانه تشکیل روان‌آب نسبت به تعداد کل بارندگی‌ها قابل ملاحظه بوده و امکان وقوع روان‌آب وجود دارد. از سوی دیگر دوره‌های خشک ممکن است در طول فصل مرطوب نیز اتفاق افتد که گاهی مواقع ممکن است این اتفاق در دوره رشد محصولات زراعی رخ داده و سبب مرگ آن‌ها شود. بنابراین داشتن ذخیره کافی آب در طول دوره‌های بحرانی، می‌تواند باعث تغییر در طول فصل خشک شده و از وارد آمدن خسارت جدی به محصولات جلوگیری نماید. بنابراین جمع‌آوری بارش مازاد در طول فصل مرطوب از طریق تغذیه قنوات (در واقع تغذیه آب‌های زیرزمینی) و احداث مخازن زیرزمینی باعث کنترل خشکی و نبود خسارت جدی به محصولات کشاورزی در طول دوره‌های خشک خواهد بود.

ارایه اطلاعات مکانی از مناطق تولیدکننده روان‌آب، یک گام مهم و ضروری در به‌کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب درون یک حوزه آب‌خیز می‌باشد. از سوی دیگر برای ارزیابی مکانی روان‌آب نیاز به بررسی‌های دقیق محلی با قدرت تفکیک بالا می‌باشد که این امر برای مناطق وسیع کاری دشوار و پرهزینه خواهد بود. روش ارایه شده در این مطالعه، سیستم اطلاعات جغرافیایی را به‌عنوان یک ابزار قدرتمند و مفید جهت ترکیب، ذخیره، آنالیز و مدیریت داده‌های مکانی معرفی می‌نماید که می‌تواند در هر مقیاس از سطح حوزه آب‌خیز مورد استفاده قرار گرفته و به‌عنوان یک روش منطقی برای کمک به تصمیم‌گیری‌ها از طریق شناسایی سطح حوزه، نقشه‌برداری و ارزیابی‌های مکانی، در مطالعات مکان‌یابی استفاده گردد. خروجی به‌دست آمده از این روش نمایش مکانی از مناطق تولیدکننده روان‌آب و محل‌های مناسب جمع‌آوری روان‌آب را درون یک حوزه آب‌خیز نشان می‌دهد. به این ترتیب با هدایت سیستم‌های جمع‌آوری روان‌آب به این محل‌ها علاوه‌بر افزایش کارآیی این سیستم‌ها، به مقدار قابل‌توجهی در وقت و هزینه صرفه‌جویی می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Coskun, M., and Musaoglu, N. 2004. Investigation of rainfall-runoff modeling of the Van Lake catchment by using remote sensing and GIS integration, P 268-271. In: Twentieth International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Congress, Istanbul, Turkey, 12-23 July 2004.

2.Durga Rao, K.H.V., Hariprasad, V., and Roy, P.S. 2001. A suitable site, In: Khurana, I. (ed.), Making water everybody's business. Centre for Science and Environment, New Delhi, Pp: 243-245.

3.Falkenmark, M., and Rockstro, M.J. 2004. Balancing water for humans and nature: The new approach in ecohydrology. Earthscan, London, UK, 249p.

4-Hejrati, M. 2000. Geograohy and Rural Development, Case of study Central section of Gonabad, First edition. ABA cultural center. Tehran, 249p. (In Persian)

5.Kardavani, P. 2004. Water Resources and Problems in Iran. First book, surface and Ground Water and their revenue operation problems, Seventh edition. Tehran Univ. Press, 414p. (In Persian)

6.Mahdavi, R., Abedi-Koopaei, J., Rezaei, M., and Abdolhosaini, M. 2004. Identifying Suitable sites of ground water recharge based on RS and GIS. Second Student National Conference of Soil and Water Resources, Dept. of Agriculture, University of Shiraze, Pp: 28-39. (In Persian)

7.Mbilinyi, B.P., Tumbo, S.D., Mahoo, H.F., Senkondo, E.M., and Hatibu, N. 2005. Indigenous knowledge as decision support tool in rainwater harvesting. Physics and Chemistry of the Earth, 30: 792-798.

8.Ochola, W.O., and Kerkides, P. 2003. A Markov Chain simulation model for predicting critical wet and dry spells in Kenya: analyzing rainfall events in the kano plains. J. Irrig. and Drain. 52:4. 327-342.

9.Olivera, F., and Maidment, D.R. 1999. Geographic information systems (GIS)-based spatially distributed model for runoff routing. Water Resour. Res. 35:4. 1155-1164.

10.Padmavathy, A.S., Ganesha, Raj, K., Yogarajan, N., and Thangavel, P. 1993. Checkdam site selection using GIS approach. Advances in Space Research, 13:11. 123-127.

11.Rockstro, M.J. 2000. Water resources management in smallholder farms in Eastern and Southern Africa: An overview. Physics and Chemistry of the Earth, 25:3. 275-283.

12.Rosenfeld, C.L. 1992. Watershed management, fighting the effects of drought in West Africa. Geographic Information Systems, 2:3. 29-39.

www.SID.ir

Archive of SID

13.Sutherland, D.C., and Fenn, C.R. 2000. Assessment of water supply options. Prepared for the World Commission on Dams, Cape Town, 8018, South Africa, 143p.
14.USDA, Soil Conservation Service. 1986. Urban hydrology for small watersheds. Natural Resource Conservation Service Technical Release, 55: Available form: http://www.wcc.nrcs.usda.gov/hydro/hydro-tools-models-models-tr55.html.
15.Van Blargan, E.J. 1989. A geographic information system for watershed growing and hydrograph simulation. Ph.D. Dissertation, University of Maryland, College Park, Maryland, 190p.
16.Vorhauer, C.F., and Hamlett, J.M. 1996. GIS: a tool for sitting farm ponds. J. Soil and Water Conservation, 51:5. 434-438.
17.Winnaar, G.De., Jewitt, G.P.W., and Horan, M. 2007. A GIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela River basin, South Africa. Physics and Chemistry of the Earth, 32: 1058-1067.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Spatial assessment of potential runoff harvesting sites in Watershed systems (Case study: Gonabad watershed)

***M. Eshghizadeh[1], N. Noura[2] and A. Sepehri[3]**

[1]M.Sc. Student, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept. of Range Management, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

Abstract

Water harvesting can be used to minimize water loss and augment water supplies in watershed systems. Water scarce countries such as some parts of Iran are facing to poor rainfall distribution. Recent initiatives focus to explore more efficient alternatives to water supply and recognition of numerous opportunities to implement runoff harvesting as a means to supplement water availability. However, increasing the implementation of runoff harvesting, without encountering unintended impacts on downstream hydrological and ecological systems, requires better understanding of the hydrological and environmental impacts at watershed system. In this paper, we present a spatially explicit method to identify potential runoff harvesting sites in the Kalat small sub-catchment in the Gonabad watershed, Iran. Hydrological response modeling in watershed systems can be performed and assessed its impacts. Geographical information system (GIS) was utilized as an integrated, decision making and problem solving tool to store, analyze and manage spatial information during decision-making process. When spatial information is linked to hydrological response model by Geographical information system, potential runoff harvesting sites identified relative to areas that concentrate runoff and where the stored water will be appropriately distributed. Based on runoff harvesting site and potential runoff generation analysis it was found that 68.4 percent of Kalat sub-catchment area has a high and very high potential for runoff generation surface runoff, whereas an analysis of all factors which influence the location of such systems, shows that 4.8 percent is highly and very highly suitable for runoff harvesting. Details of the spatially explicit method that was adopted in this paper are provided and output from the integrated GIS modeling system is presented using suitability maps. It is concluded that providing an accurate spatial representation of the runoff generation potential within a watershed system is an important step in developing a strategic runoff harvesting plan for any watershed system.

Keywords: Runoff harvesting, Runoff spatial assessment, Water harvesting, Kalat sub-catchment

* Corresponding Author; Email: masoud_eshghizadeh@yahoo.com

www.SID.ir