ارزیابی کاربرد GIS در محاسبه رواناب (مطالعه موردي: حوزه آبخیز کچیک ،استان گلستان)

نادر نورا*[۱] و آتناکبیر[۲]

[۱] استاديار دانشگاه علوم كشاورزي ومنابع طبيعي گرگان، ايران

[۲] دانشجوي دكتري آبخيزداري، دانشگاه علوم وتحقيقات تهران، ايران

(تاريخ دريافت: ۸۵/۳/۲۹، تاريخ تصويب: ۸۷/۸/۲۹)

چکیده

در اين مقاله كاربرد GIS براي تعيين مشخصه‌ها و ترکیب‌های آنها درمدل فيزيكي هيدرولوژيكي بارندگي-رواناب تشريح شده است. در یک حوزه آبخيز ناهمگني خاک و پوشش گياهي را مي‌توان با توزيع نفوذپذيري و ظرفيت ذخيره رطوبتي خاک که با هم پوشاني نقشه‌هاي خاک و ویژگی‌های کاربري زمين بدست آيد مشخص نمود. اين توزيع به منظور ملاحظه توزيع غير خطي اشباع حقيقي سطح خاک با توجه به اثرگذاری آن در تولید بارش مازاد (رواناب مؤثر) و تراوش در طول یک رگبار بارندگي درحوزه آبخيز كاربرد دارد. تعيين مشخصه‌هاي ترکیب‌های مدل نفوذپذيري توسط GIS به طور موفقي در حوزه آبخيز کچیک انجام شده است. به منظور دستيابي به داده های مورد نیاز نقشه ساده ديجيتالي خاک حوزه به سلول‌هاي۱×۱ كيلومتري تقسيم بندي شده و با نقشه كاربري اراضي به‌منظور برآوردتوزيع مكاني مشخصه‌هاي مدل نفوذپذيري كه شامل بيشينه و كمينه نفوذپذيري و ظرفيت رطوبت‌پذيري خاک در حد اشباع (f_c،f_o و S_m)،ضریب‌های مدل (K_1،K_2،K_3 و K_4) و بارش مازاد مي‌باشد تركيب شده است. نتايج كاربرد مدل نشان مي‌دهد كه ارتباط بين بارندگي - رواناب در طول یک رگبار بارندگي با كاربرد روش GIS و با توجه به ویژگی‌های حوزه آبخيز و ناهمگني مكاني آن توليد جديدي از مدل هيدرولوژيكي در مقياس كوچک و بزرگ و قابل گسترش در حوزه آبخيز مي‌باشد.

واژه‌هاي كليدي: سامانه داده‌های جغرافيايي –بارندگي-رواناب– نفوذپذيري

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۱-۱۷۷۹۶۹۴ فاکس: ۰۱۷۱-۲۲۴۵۸۸۶ E-mail: nadernoura@yahoo.com

مقدمه

جامع‌ترين تعريف مورد پذيرش براي GIS عبارت است از گـرد آوري، ذخيـره سـازي ،پـردازش، تجزيـه وتحليـل و سرانجام توليد خروجي‌هايي بـه صـورت نقـشه، نمـودار يـا جدول از داده‌هايي كه وابستگي مكاني به زمـين دارنـد(۳). فن‌آوري‌هاي GISتوانـسته انـد ضـمن كـاهش بـسياري از هزينه‌ها با سرعت بالا موجب فراهم شـدن اطلاعـات لازم و تحليل‌هاي مناسـب و بهينـه شـدن عملكردهـا شـوند (۱). سـامانه اطلاعـات جغرافيـائي (GIS) بـرخلاف روش‌هـاي سنتي، مي‌تواند داده‌هاي جمع‌آوري شده را به شكل رقومي ذخيره ساخته و با بهره‌گيری از روش‌هاي گوناگون تركيـب نمايد. مهم‌ترين قابليت GIS را بايـد امكـان انجـام تحليـل هـاي پيچيـده داده‌هـاي مكـاني و غيرمكـاني دانـست (۲). سامانه اطلاعات جغرافيايي يـا GIS يكـي از بـه روز تـرين فنوني است كه با بكـارگيري فنـاوری روز مـي‌توانـد نقـش عمده‌اي در بهينه سازي بهره‌گيری از منابع ايفا كند(۱۱).با افزايش قابليت دسترسي بـه اطلاعـات ديجيتـال و كـارايي تحليـل هـاي رايانـه‌ای،GIS يـک محـيط مناسـب بـراي استخراج، تجزيه وتحليل ونمايش اطلاعـات رقـومي فـراهم ساخته است(۸).

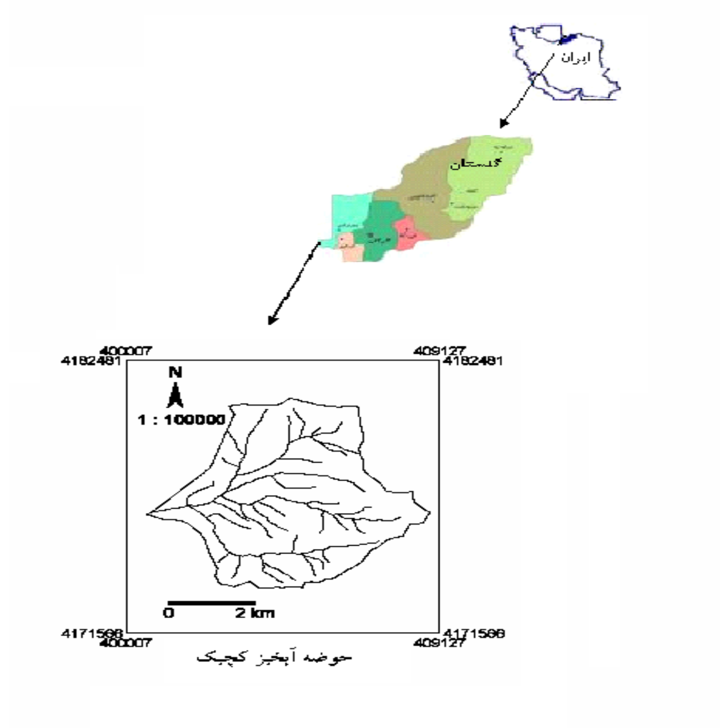
در مـدل‌هـاي هيـدرولوژيكي تـوزيعي، نـاهمگني مكـاني ويژگی‌های حوزه آبخيز به‌طور معمول باعـث شـده تـا ايـن حوزه‌ها به مساحت‌هـاي كوچـک و همگـن تقـسيم بنـدي شوند. مـدل‌هـاي فيزيكـي بيـشتر و تنهـا در مقيـاس‌هـاي كوچک داراي كاربرد مي‌باشـند. زيـرا ايـن مـدل‌هـا برپايـه شرائط فيزيكي تعريف شده (به عنوان مثـال مشخـصه‌هـاي خاک كه تنها در خاک‌هـاي همگـن شناسـائي مـي‌شـوند)، كاربردشان در مساحت‌هاي بيش از چند صد متر مربع مورد تأييد نمي‌باشد (۵ و ۱۰). در نتيجه نياز اسـت تـا مشخـصه هاي مؤثر،اين مدل‌ها با شرائط واقعـي زمينـي موردآزمـون قرار گيرد.بيشتر مدل‌هاي فيزيكـي تنهـا مقولـه ويـژه‌ای از مدل‌هاي مفهومي لامپ مـي‌باشـند زيـرا ايـن مـدل‌هـا بـا مشخصه‌هاي لامپ مورد بهره‌گيری قرار مي‌گيرنـد (۷ و ۹). از چندی پيش در مدلسازي بارندگي –رواناب توجه ويژه به تغييرهای مكاني عامل‌های قابل اندازه‌گيري در حوزه آبخيز و به اثرگذاری كـه‌ايـن تغييرهـا در واكـنش هيـدرولوژيكي حوزه دارد؛ مي‌باشد. در اين مقاله به منظور نـشان دادن نـا همگني مكاني ويژگی‌های هيدرولوژيكي حوزه آبخيـز روش جديدي در مدلسازي با مقياس كوچـک ارائـه شـده اسـت. هدف از آن تغيير مدل‌هـاي فيزيكـي از مقيـاس بـزرگ بـه كوچک نيست بلكه گسترش مقياس جديدي است كه نه به تركيب‌های مدل وابستگي داشته و نه به مشخصه‌هـاي آن. اين مدل‌ها بايد در مدلسازي حوزه‌هاي آبخيز و براي هـدف های: ۱- تشكيل بارش مازاد در افـق بـالائي و غيـر اشـباع خاک.۲- جريـان افقـي آب روي سـطح زمـين كـه بـر اثـر واكنش‌هـاي متفـاوت خـاک و پوشـش گيـاهي بـه وجـود مي‌آيند. ۳- تمركز رواناب در شـبكه آبراهـه‌اي و رودخانـه، مورد بهره‌برداری قرار گيرند (۵ و ۱۲)

هدف از اين پژوهش محاسبه مشخصه‌هاي مورد نياز برای مدلسازي فرايند بارندگي–بارش مازاد و همچنين تجزيـه و تحليل رفتار مكاني و زماني هيدرولوژيكي حـوزه آبخيـز در برآورد بارش مازاد توزيع شده در سطح حوزه با بهره‌گيـری از توانمندي‌هاي سامانه اطلاعات جغرافيايي مي‌باشد.

مواد وروش‌ها

معرفي منطقه

حوزه معرف كچيك با گستره‌ای حدود ۳۶۰۰ هكتار يكي از زير حوزه‌هاي كوچك حوزه آبخيز قرناوه بـوده و از نظـر تقسيم‌های كشوري جزء بخـش مـراوه تپـه و در محـدوده شهرسـتان كلالـه ، در منتهـي اليـه شـمال شـرق اسـتان گلستان، در مختصات ۱۰-۵۲-۵۵ الـي ۵۲-۵۷-۵۵ طـول شرقي ۱۵-۴۲-۳۷ الي ۲۵-۴۶-۳۷ عرض شمالي واقع شده است (۴). .نقشه حوزه آبخيز كچيـک در شـكل شـماره (۱) نشان داده شده است.



شكل ۱- نقشه موقعيت جغرافيايي محدوده مورد بررسی

شرح مدل

مدلي كه براي تشريح فرايند نفوذپذيري و محاسبه بـارش مازاد ارائه شده مدلي به نـسبت سـاده مـي‌باشـد كـه آن را مي‌توان براي محاسبه تغيير نرخ ظرفيت نفوذپذيري وتوليد رواناب موثر براي هر هايتوگراف بارش و يك ميـزان معلـوم رطوبت اوليه خاك، به كاربرد (۱۰). كاربرد مدل در فراينـد نفوذپذيري نيازبه تعريف دو متغير و سه مشخـصه دارد كـه متغيرهاي مدل عبارت‌اند ازتغييرات نفوذپذيري نـسبت بـه زمان، $f(t)$، وتغيير رطوبت موجود در خاك نسبت به زمـان، $(s(t))$، وهمچنين مشخصه‌هاي مدل عبارت‌اند از بيـشينه رطوبت موجود در خاك: (Sm), بيـشينه نـرخ نفوذپـذيري (fo) و كمينه نرخ نفوذپذيري، (fc)، اين سه مشخصه براي تعريف محيطهاي مدل وشـرح فراينـد نفوذپـذيري بـا هـم تركيب مي‌شوند. مدل شامل دو محيط تنظيمـي و ذخيـره است. محيط تنظيمي نماينده سطح خاك است كه تعيـين كننده ظرفيت نفوذ خاك مي‌باشـد. ايـن محـيط همچنـين ميزان تبديل بارش $r(t)$ را به نفود واقعي $q(t)$ ورواناب$y(t)$ تعيين مي نمايد. محيط ذخيره نيـز نماينـده رطوبـت لايـه بالايي خاك مي‌باشد كه‌اين رطوبت از راه نفوذپـذيري $q(t)$ ،از بالا به آن اضافه شده وبا تراوش $g(t)$ ،از مـرز پـايين آن تخليه مي‌شود. محاسبه‌های بر پايـه شـماری از معادلـه‌هـا خطي در فاصله‌های زماني مـشخص انجـام مـي‌شـوند كـه نمودار جرياني آن در شكل (۲) خلاصه شده است.

مشخصه‌هاي به كاربرده شده در مدل (شكل ۲) به ترتيب زير تعريف مي‌شوند.

R: شـدت بارنـدگي $(R=r/t)$. f_o: بيـشينه نـرخ ميـزان نفوذپذيري (در اندازه‌گيري نفوذپذيري مشخص مي‌شود) - fc: كمينــه نــرخ ميــزان نفوذپــذيري (در انــدازه‌گيــري نفوذپذيري خاک تعيين مي‌شود). - $f(t)$: تغيير نفوذپـذيري نسبت به زمان (ضمن اجراي مدل بسته به شدت بارندگي و رطوبت سطحي خاک در هر لحظه از زمان تعيين مي‌شود).

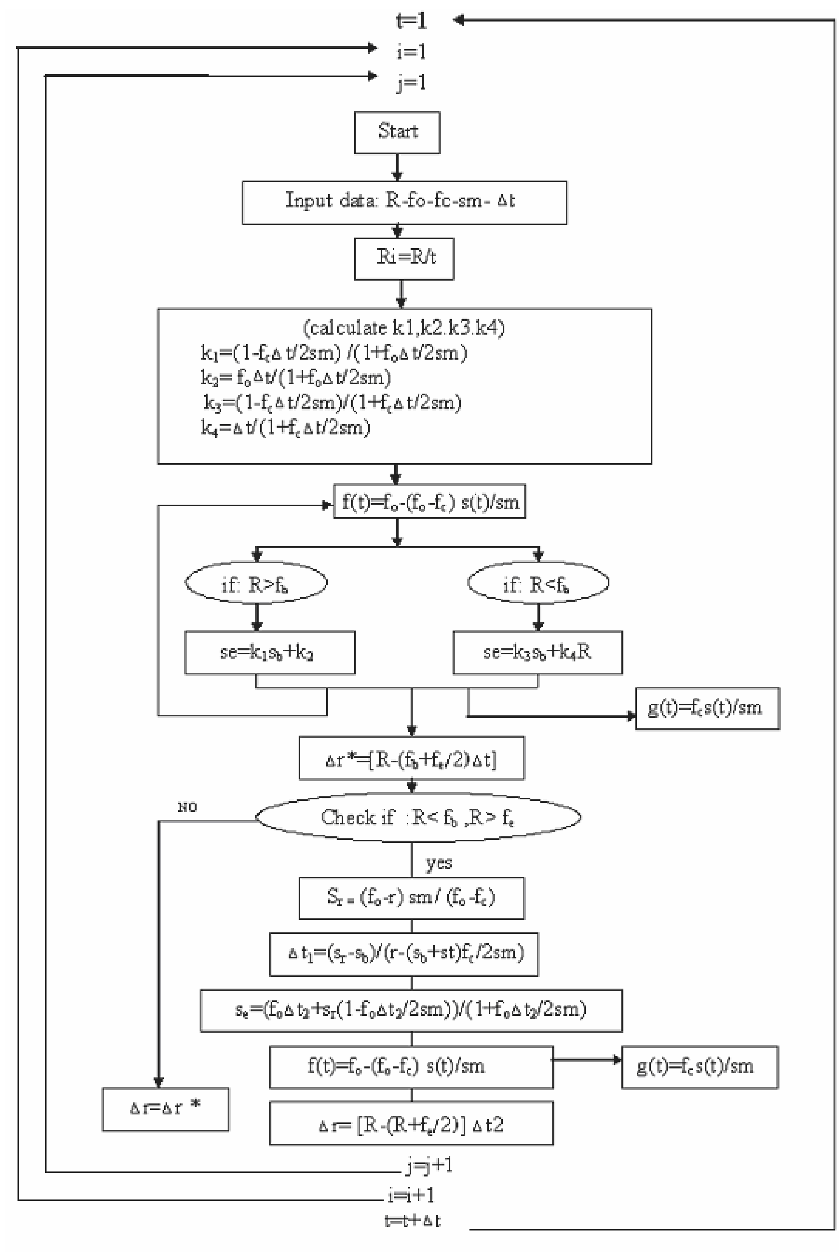
$S(t)$: تغيير ظرفيت رطوبـت سـطحي خـاك نـسبت بـه زمان، كه شامل: S_b وضعيت رطوبتي خاک در شروع پريـود زمان ، S_e يـا وضـعيت رطـوبتي خـاک در پايـان دوره ، S_r رطوبت سطحي خاک هنگام شروع رواناب و- Sm: بيـشينه حجم رطوبت قابل ذخيره در خاک سطحي (با نمونه‌برداري زميني و در آزمايشگاه تعيين مي‌شود).

Δt: فاصله زماني به كاربرده شده در محاسبه‌ها- Δt_1: طول زمان از شروع دوره تا تشكيل بارش مازاد. - Δt_2: فاصله بين لحظــه تــشكيل بــارش مــازاد تــا پايــان دوره زمــان $(\Delta t_2 = \Delta t - \Delta t_1)$.-$g(t)$: تغييـر تـراوش (آبگـذري) نـسبت بـه زمان

- k_1,k_2,k_3,k_4 ضريب‌هاي ثابتي هستند كه بـا مشخـصه هاي مدل در هـر دوره زمـاني محاسـبه مـي‌شـوند. نمـودار جرياني مدل روش محاسبه‌اين ضريب‌های را كه بستگي بـه بيشينه وكمينه نفوذپذيري و بيشينه رطوبت قابل ذخيره در خاک سطحي داشته نشان داده است.

Δr: ميزان بارش مازاد در هر دوره زمان. در اجراي مـدل، براي محاسبه بارش مازاد سه وضعيت ممكن است رخ دهد. همچنان‌كه در شكل ۲ (نمودار جريـاني مـدل) نـشان داده شده در صورتي كه $R>f_b$ باشد، از زمان شـروع دوره زمـان رواناب تشكيل مي‌شود. در صورتي كه $R<f_b$ و $R<f_e$ باشد

کل میزان بارنـدگي در خـاک نفـوذ نمـوده و روانـاب صـفر مي‌باشد. و اما در صورتي که $R<f_b$ و$R>f_e$ باشـد، روانـاب در لحظه‌هایی دردرون دوره زمـان تـشکیل مـي‌شـود و آن زماني است که رطوبت سطحي خاک اشباع شـده و میـزان نفوذپذیري برابر کمینه نفوذ شود(f_t=f_o). روش محاسبه در نمودارجرياني مشخص شده و مثـال عـددي آن در اجـراي مدل و نتايج تعیـین شـده اسـت. -انـديس هـايb و: e بـه ترتیب نماينده آغاز و پايان زماني -i : کد سـلول در جهـت افقي -j: کدسلول در جهت عمودي.



شکل ۲- نمودار جرياني مدل بارندگي- رواناب

روش پژوهش

مراحل پژوهش به ترتيب زير انجام شده است:

- تهيه آمارو داده‌هاي بارندگي لحظه‌اي ايستگاه ثبات آق امام از سازمان جهاد كشاورزي استان گلستان ودسته بندي رگبارها براي تعيين بارش مولد رواناب.

- تعيين عامل‌هاي نفوذپذيري وخاک

براي اجراي مدل شرح داده شده بالاو محاسبه بارش مازاد در هر سلول به شماری‌از مشخصه‌های ثابت ورودي به مدل مانند بيشينه ميزان ظرفيت نفوذپذيري، كمينه ميزان ظرفيت نفوذپذيري و بيشينه رطوبت قابل ذخيره در خاک سطحي نياز مي‌باشد، كه.به منظور استخراج داده‌های بالا بررسی‌های زير صورت گرفت:

بررسی‌های نفوذپذيري

به منظور محاسبه مشخصه‌هاي بيشينه وكمينه ميزان ظرفيت نفوذپذيري،يک نمونه اندازه‌گيري در هر يک از قطعه‌های كاربري اراضي حوزه، كه حدود نود و پنج درصد بافت و ديگر شرايط فيزيكي خاک سطحي آن داراي شرائط يكسان مي‌باشند انجام و ميزان نفوذپذيري خاک سطحي(تا عمق ۵۰ سانتيمتر) به كمک وسيله ساده‌اي به نام نفوذسنج يا استوانه‌هاي دوتايي اندازه‌گيري شدكه نتايج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

بررسی‌های خاكشناسي

به منظور محاسبه قابليت گنجايش خاک سطحي در ذخيره رطوبت (حجم مخزني از خاک سطحي كه قابليت ذخيره رطوبت را در خود دارد) ، اقدام به برداشت پنج نمونه از خاک سطحي در هر كاربري از منطقه شد . سپس در آزمايشگاه درصد وزني رطوبت خاک تعيين شده و با بهره‌گيری از رابطه‌های موجود بين درصد وزني و حجمي در خاک‌ها، درصد حجمي رطوبت بيشينه، قابل ذخيره در خاک سطحي و همچنين رطوبت موجوددر خاک در لحظه نمونه‌برداري تعيين شد.

- كاربرد **GIS** براي اجراي مدل به‌منظور تهيه داده های فيزيكي توزيع شده در سطح حوزه

در اين قسمت مشخصه‌هاي لازم برای مدلسازي فرايند بارندگي – بارش مازاد بابهره‌گيری از سامانه اطلاعات جغرافيايي تعيين و مورد تجزيه و تحليل قرارمي گيرد.در بكارگيري سامانه اطلاعات جغرافيائي (GIS) ضمن بهره‌گيري از چگونگی توزيع مكاني بارندگي در شبكه‌هاي تقسيم بندي شده به عنوان يک لايه فضايي و عامل ايجاد رواناب، چندين لايه مطالعاتي ديگر مانند لايه خاک، لايه پوشش گياهي و لايه كاربري زمين و تغييرات مكاني آنها نيز مورد بررسي وارزيابی قرار مي گيرد . در اين بخش با ايجاد شبكه‌هاي سلولي۱×۱ كيلومتري و با نظم مصنوعي ايجاد شده؛ در آغاز در هر سلول به صورت جداگانه، هر كدام از لايه‌هاي اطلاعاتي توسط سامانه اطلاعات جغرافيايي مورد بررسی قرار گرفت. بهره‌گيري از نتايج كاربرد GIS در پروژه مورد نظر باعث مي‌شود تا هر سلول در چندين لايه مطالعاتي مورد نياز در مدلسازي بارش - بارش مازاد در حوزه آبخيز مورد بررسي قرار گرفته و به صورت واحدهای كوچک ميكرو (در سلول‌هاي ۱×۱ كيلومتر مربع) ،واكنش حوزه آبخيز رادر مقابل رگبارهاي بارندگي نمايش دهد.

تهيه نقشه‌هاي پايه حوزه آبخيز كچيک

در اين مرحله ، نقشه‌هاي كاربري اراضي و خاكشناسي حوزه آبخيز كچيک با مقياس ۱:۵۰۰۰۰ كه توسط مديريت آبخيزداري استان گلستان تهيه شده است، پس از انجام اصلاحات لازم، رقومي شد و محدوده حوزه آبخيز كچيک بر روي آنها جداسازی شد.

تهيه نقشه شبكه سلولي حوزه آبخيز به منظورتعيين ويژگی‌های واحدهاي كوچک

در اين قسمت حوزه آبخيز كچيک در محيط GIS به شبكه‌هاي سلولي ۱×۱ كيلومترمربعي تقسيم بندي مي‌شود .تقسيم حوزه به واحدهاي هيدرولوژيكي يا

شبکه‌هاي مربعي باعث مـي‌شـود تـا حـوزه بـه واحـدهاي کوچک وهمگن از نظر ویژگی‌های فیزیکي جدا شده ،و در هر واحد واکنش آن نسبت به شدت بارنـدگي تعیـین شـد. ایـن نقـشه در مراحـل بعـدي بـا نقـشه‌هـاي کـاربري و خاکـشناسي تلفیـق داده مـي‌شـود. در حقیقـت هـدف از تهیه‌این نقشه ، تعیین میانگین میزان عامل‌های نفوذپذیري در هـر شـبکه سـلولي و بـا بهـره‌گیـری از امکانـات GIS مي‌باشد . بدین وسیله مـي‌تـوان بـه تعیـین مشخـصه‌هـاي بارنـدگي وبـارش مـازاد در هـر واحـد و همچنـین بررسـي فرایندهاي هیدرولوژیکي در این شبکه‌ها بـا بهـره‌گیـری از ویژگی‌های فیزیکي هر واحـد پرداخـت کـه بهـره‌گیـری از GIS در جمـع‌آوري و پـردازش داده‌هـای مربـوط بـه‌ایـن بررسی‌ها ، بسیار مناسب است . شکل (۲) نتیجـه تقـسیم بندي حوزه به شبکه‌هاي سلولي همگـن در مـساحت‌هـاي یک کیلومتر مربعي مي‌باشد.

تلفیـق نقـشه شـبکه سـلولي بـا نقـشه کـاربري و خاکشناسي

در این قسمت به منظورکسب داده‌های مورد نیاز مدل در هرسلول از شبکه سلولي، نقشه شـبکه بنـدي شـده حـوزه آبخیز کچیـک در محـیط GIS بـا نقـشه‌هـاي کـاربري و خاکشناسي تلاقي داده مي‌شود. هدف از انجـام ایـن عمـل تعیین نوع خاک ،نوع کاربري و درصد آن درهـر سـلول از شبکه سلولي مي‌باشـد .نقـشه بدسـت آمـده سـوم نتیجـه بهره‌گیري از GIS در تعیین لایه‌هـاي نـوع خـاک و نـوع کاربري زمین در کل حوزه و شبکه‌هاي ایجاد شده مي‌باشد (شکل های ۴ و۵).

تعیین عامل‌هاي نفوذپذیري با بهره‌گیری از نوع خاک وکاربري زمین در هر سلول ازنقشه شبکه سلولي

در این قسمت از کار در هرسلول از شبکه سلولي، میـزان بیـشینه وکمینـه ظرفیـت نفوذپـذیري و ضـریب‌هـای k1,k2,k3,k4، کـه میـزان‌هـای ثابـت مـدل بـوده و بـا مشخصه‌هاي مدل در دوره زماني مورد نظر تعیین مي‌شوند، محاسبه و نتایج آن‌ها در جداول (۲ و ۳) ثبت شده است.

ورود داده‌ها و اجراي مدل

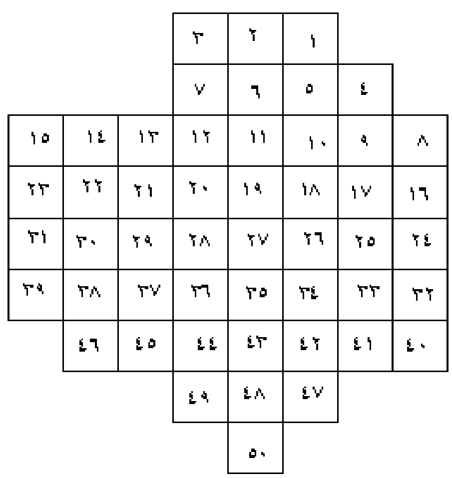
همان‌طور که پیشتر توضیح داده شد مـدل بـه محاسـبه تغییرات نفوذپذیري و تولید رواناب مـوثر در طـول رگبـار بارندگي در هر شبکه سلولي و به‌طور جداگانه مـي پـردازد. در این مرحله با گزینش یک دوره زماني بـراي رگبارهـاي بارندگي (که در اینجا دوره‌هاي ۱۰ دقیقه‌اي در نظر گرفته شـده اسـت) و محاسـبه شـدت بارنـدگي در هـر دوره و همچنین با مشخص بودن مشخصه‌هـاي مـدل (بیـشینه و کمینه ظرفیت نفوذپذیري خاک – حداکثر رطوبت موجود در خاک) محاسبه‌ها شروع مي‌شود و به ترتیب میزان‌هـای ذخیره رطوبتي خـاک ، ظرفیـت نفـوذ ، میـزان تـراوش و سپس بـارش مـازاد بـراي آن پریـود زمـاني در آن سـلول محاسبه مي‌شود . سپس محاسبه‌ها براي دوره‌هاي زمـاني پی در پی بارها تا پایان زمان بارندگي انجـام مـي‌شـود. در مرحله بعد، مراحل بالا براي ۵۰ سلول موجود تکرارمي‌شود و بدین ترتیب تغییر میزان بارش مازاد در طي یـک رگبـار بارندگي در هرکیلومترمربع از حوزه تعیین مي‌شود.

نتایج

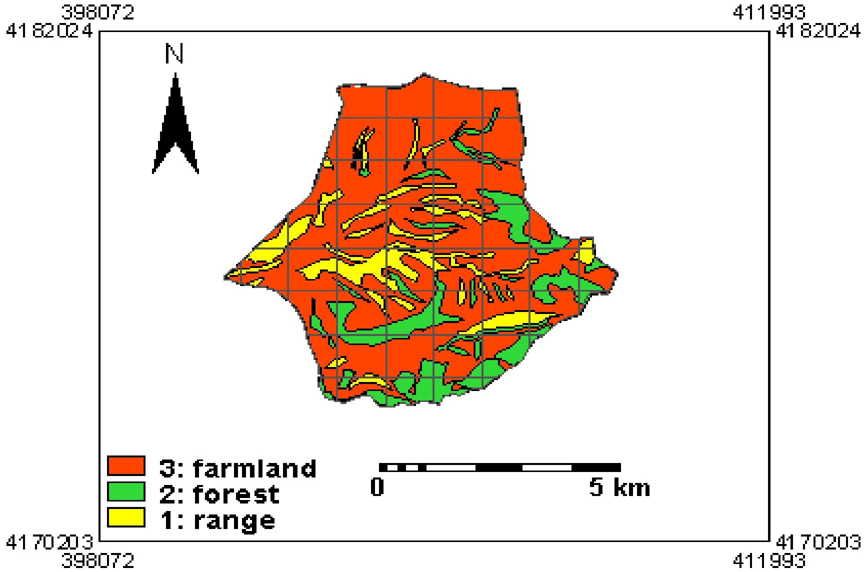
براي اجراي مدل یاد شده لازم بود اندازه‌گیري نفوذپذیري (جدول ۱) در زمین انجام شود تا مشخصه‌هاي مـورد نیـاز مدل محاسبه شوند که پس از انجام این عمل، مشخصه‌هاي کمینه و بیشینه ظرفیت نفوذپذیري در کاربري‌هاي مختلف محاسبه شد(جدول ۲) .در کاربري زراعت بیشینه و کمینه ظرفیت نفوذپذیري به ترتیب، ۳۶۰ و ۶ ، در کاربري مرتـع این ظرفیت به ترتیب ۳۰۰ و ۴ و درکاربري جنگل ۴۲۰ و ۶ میلیمتر بر ساعت مـي‌باشـد. همچنـین میـزان بیـشینه رطوبت‌پذیري خاک سطحي بـراي حـوزه آبخیـز کچیـک، حدود ۳۵ میلیمتردر صـد سـانتیمتر مکعـب بدسـت آمـده است.مدل با توجه به برنامه نویسي رایانه‌اي که انجام شـده بود با دادن داده‌های ورودي و مـورد نیـاز بـراي رگبـار روز ۲۰۰۵/۷/۳۱ و در هر سلول ومجموعه سلول‌ها اجراء شد که نتایج محاسبه بارش مازاد بـراي ایـن رگبـار در جـدول (۴) آورده شده است.

جدول ۱- ميزان نفوذ اندازه‌گيري شده در کاربري‌هاي مختلف حوزه آبخيز با کمک استوانه دوتائي

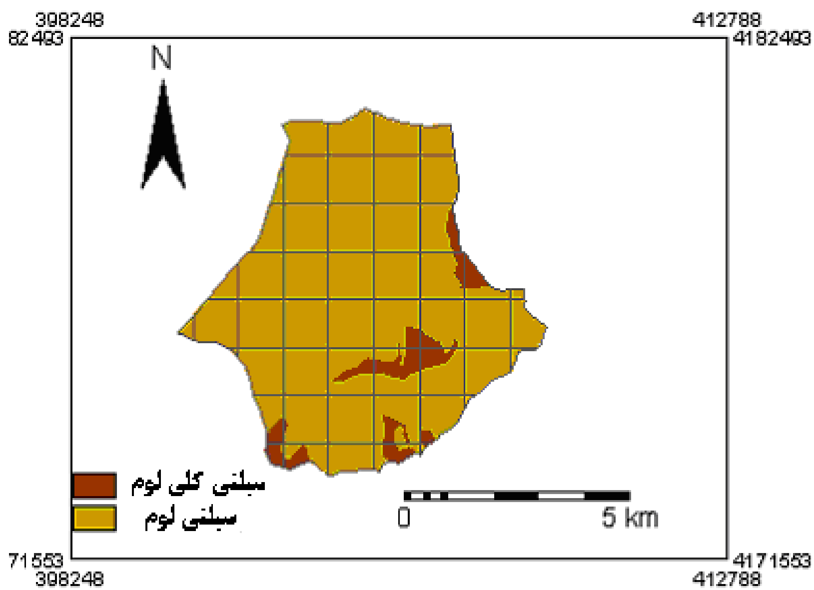
شدت نفوذ در کاربري جنگل (ميليمتر در ساعت)	ميزان نفوذ در کاربري جنگل (ميليمتر)	شدت نفوذ در کاربري مرتع (ميليمتر در ساعت)	ميزان نفوذ در کاربري مرتع (ميليمتر)	شدت نفوذ در کاربري زراعت (ميليمتر در ساعت)	ميزان نفوذ در کاربري زراعت (ميليمتر)	زمان (دقيقه)
-	۰	-	۰	-	۰	۰
۴۲۰	۷	۳۰۰	۵	۳۶۰	۶	۱
۳۶۰	۱۴	۲۴۰	۹	۳۰۰	۱۱	۲
۳۰۰	۱۹	۱۸۰	۱۲	۲۴۰	۱۵	۳
۱۸۰	۲۵	۱۵۰	۱۷	۱۵۰	۲۰	۵
۱۲۰	۲۹	۱۲۰	۲۱	۹۰	۲۳	۷
۸۰	۳۳	۸۰	۲۵	۶۰	۲۶	۱۰
۶۰	۳۸	۴۸	۲۹	۴۸	۳۰	۱۵
۲۰	۴۳	۱۶	۳۳	۱۶	۳۴	۳۰
۸	۴۷	۱۲	۳۶	۸	۳۸	۶۰
۶	۵۰	۴	۳۷	۶	۴۱	۹۰
۶	۵۳	۴	۳۸	۶	۴۴	۱۲۰
۶	۵۶	۴	۳۹	۶	۴۷	۱۵۰



شکل ۳- نقشه شبکه بندي شده حوزه آبخيز کچيک با شبکه‌هاي ۱×۱ کيلومتروتعيين شماره هرسلول



شکل ۴- نقشه شبکه‌بندي شده کاربري حوزه آبخیز کچیک



شکل ۵- نقشه شبکه بندي شده خاک حوزه آبخیز کچیک

جدول ۲- توزيع مكاني كمينه و بيشينه نفوذپذيري (مشخصه‌هاي مدل) در حوزه آبخيزه (ميليمتر در ساعت)

شماره سلول	f_o	f_c	شماره سلول	f_o	f_c
۱	۴۱۰/۹۴	۶	۲۶	۳۸۱/۸۲	۵/۸۶
۲	۳۶۳/۴۴	۵/۵۴	۲۷	۳۴۱/۲۱	۵/۲۳
۳	۳۴۵/۸۱	۵/۵۳	۲۸	۳۵۳/۱۶	۵/۶۷
۴	۴۱۷/۹۹	۶	۲۹	۳۵۳/۳۸	۵/۶۹
۵	۳۷۴/۰۸	۵/۸۹	۳۰	۳۵۴/۲۴	۵/۸۰
۶	۳۸۰/۱۱	۵/۸۹	۳۱	۳۶۰	۶/۰۰
۷	۳۸۱/۶۱	۶	۳۲	۳۶۳/۹۳	۵/۷۰۹
۸	۴۲۰	۶	۳۳	۳۶۷/۵۵	۵/۸۲
۹	۳۸۹/۸۲	۶	۳۴	۳۷۰/۱	۵/۸۳
۱۰	۳۵۲/۱۵	۵/۵۸	۳۵	۳۳۳/۵۳	۵/۰۸
۱۱	۳۶۲/۰۴	۵/۹۸	۳۶	۳۴۹/۰۸	۵/۶۳
۱۲	۳۸۷/۷۶	۵/۹۷	۳۷	۳۵۶/۲۴	۵/۸۷
۱۳	۳۷۲/۵۴	۶	۳۸	۳۵۳/۶۲	۵/۷۸
۱۴	۳۶۴/۳۳	۶	۳۹	۳۶۰	۶
۱۵	۳۶۱/۱۹	۶	۴۰	۳۶۶/۶۷	۶
۱۶	۳۹۸/۱۷	۶	۴۱	۳۵۷/۹۵	۵/۸۶
۱۷	۳۶۸/۲۶	۶	۴۲	۳۷۰/۷۲	۶
۱۸	۳۶۳/۶	۵/۸	۴۳	۳۴۶	۵/۵۳
۱۹	۳۵۸/۹۳	۵/۸۸	۴۴	۳۴۴/۵۵	۵/۴۸
۲۰	۳۴۹/۴۲	۵/۵۵	۴۵	۳۴۶/۰۵	۵/۵۳
۲۱	۳۵۶/۴۲	۵/۷۸	۴۶	۳۵۰/۸۵	۵/۶۹
۲۲	۳۶۷/۱۱	۵/۹۷	۴۷	۳۶۰	۶
۲۳	۳۶۰	۶	۴۸	۳۴۹/۳۷	۵/۶۴
۲۴	۴۰۷/۴۱	۶	۴۹	۳۱۶/۲۷	۵/۵۴
۲۵	۳۷۴/۲۵	۶	۵۰	۳۶۰	۶

جدول ۳- توزيع مكاني محاسبه ضريب‌ها ثابت مدل در سطح حوزه آبخيز كچيک

شماره سلول	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	شماره سلول	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**
۱	۰/۰۱۳	۳۴/۵۵	۰/۹۷	۰/۱۶	۲۶	۰/۰۵	۳۳/۲۶	۰/۹۷	۰/۱۶
۲	./۰۷۴	۳۲/۴	۰/۹۷	۰/۱۶	۲۷	۰/۱۰۵	۳۱/۳۱	۰/۹۷	۰/۱۶
۳	./۰۹۹	۳۱/۵۴	۰/۹۷	۰/۱۶	۲۸	۰/۰۸۸	۳۱/۹	۰/۹۷	۰/۱۶
۴	۰/۰۰۴	۳۴/۸۵	۰/۹۷	۰/۱۶	۲۹	۰/۰۸۸	۳۱/۹۲	۰/۹۷	۰/۱۶
۵	۰/۰۶	۳۲/۹۱	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۰	۰/۰۸۷	۳۱/۹۶	۰/۹۷	۰/۱۶
۶	۰/۰۵۲	۳۳/۱۹	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۱	۰/۰۷۹	۳۲/۲۴	۰/۹۷	۰/۱۶
۷	۰/۰۵	۳۳/۲۵	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۲	۰/۰۷۴	۳۲/۴۳	۰/۹۷	۰/۱۶
۸	۰/۰۰۲	۳۴/۹۳	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۳	۰/۰۶۹	۳۲/۶	۰/۹۷	۰/۱۶
۹	۰/۰۳۹	۳۳/۶۳	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۴	۰/۰۶۵	۳۲/۷۲	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۰	۰/۰۹	۳۱/۸۵	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۵	۰/۱۱۷	۳۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۱	۰/۰۷۶	۳۲/۳۴	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۶	۰/۰۹۴	۳۱/۷	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۲	۰/۰۴۲	۳۳/۵۳	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۷	۰/۰۸۴	۳۲/۰۶	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۳	۰/۰۶۲	۳۲/۸۳	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۸	۰/۰۸۸	۳۱/۹۳	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۴	۰/۰۷۳	۳۲/۴۵	۰/۹۷	۰/۱۶	۳۹	۰/۰۷۹	۳۲/۲۴	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۵	۰/۰۷۷	۳۲/۳	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۰	۰/۰۷	۳۲/۵۶	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۶	۰/۰۲۹	۳۴	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۱	۰/۰۸۲	۳۲/۱۴	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۷	۰/۰۶۸	۳۲/۶۳	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۲	۰/۰۶۴	۳۲/۷۵	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۸	۰/۰۷۴	۳۲/۴۱	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۳	۰/۰۹۹	۳۱/۵۵	۰/۹۷	۰/۱۶
۱۹	۰/۰۸	۳۲/۱۹	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۴	۰/۱۰۱	۳۱/۴۸	۰/۹۷	۰/۱۶
۲۰	۰/۰۹۴	۳۱/۷۲	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۵	۰/۰۹۹	۳۱/۵۵	۰/۹۷	۰/۱۶
۲۱	۰/۰۸۴	۳۲/۰۶	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۶	۰/۰۹۲	۳۱/۷۹	۰/۹۷	۰/۱۶
۲۲	۰/۰۶۹	۳۲/۵۸	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۷	۰/۰۷۹	۳۲/۲۴	۰/۹۷	۰/۱۶
۲۳	۰/۰۷۹	۳۲/۲۴	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۸	۰/۰۹۴	۳۱/۷۲	۰/۹۷	۰/۱۶
۲۴	۰/۰۱۷	۳۴/۴	۰/۹۷	۰/۱۶	۴۹	۰/۱۴۳	۳۰	۰/۹۷	۰/۱۶
۲۵	۰/۰۶	۳۲/۹۱	۰/۹۷	۰/۱۶	۵۰	۰/۰۷۹	۳۲/۲۴	۰/۹۷	۰/۱۶

جدول ۴- توزيع مكاني باراش مازاد محاسبه شده براي رگبار روز ۲۰۰۵/۷/۳۱ در سطح حوزه آبخيز

شماره سلول	بارش مازاد (ميليمتر)	شماره سلول	بارش مازاد (ميليمتر)
۱	۳۸/۸۳	۲۶	۴/۱۶
۲	۴/۵	۲۷	۴/۹۸
۳	۴/۷۳	۲۸	۴/۵۶
۴	۳/۷۷	۲۹	۴/۵۵
۵	۴/۲۳	۳۰	۴/۴۸
۶	۴/۱۷	۳۱	۴/۳۳
۷	۴/۱	۳۲	۴/۴۲
۸	۳/۷۵	۳۳	۴/۳۳
۹	۴/۰۲	۳۴	۴/۳
۱۰	۴/۶۱	۳۵	۵/۱۹
۱۱	۴/۳۱	۳۶	۴/۶۲
۱۲	۴/۰۶	۳۷	۴/۴۳
۱۳	۴/۲	۳۸	۴/۵
۱۴	۴/۲۸	۳۹	۴/۳۳
۱۵	۴/۳۲	۴۰	۴/۲۶
۱۶	۳/۹۴	۴۱	۴/۴۲
۱۷	۴/۲۴	۴۲	۴/۲۱
۱۸	۴/۳۸	۴۳	۴/۷۳
۱۹	۴/۴	۴۴	۴/۷۸
۲۰	۴/۶۶	۴۵	۴/۷۳
۲۱	۴/۴۷	۴۶	۴/۵۸
۲۲	۴/۲۷	۴۷	۴/۳۳
۲۳	۴/۳۳	۴۸	۴/۶۲
۲۴	۳/۸۶	۴۹	۵/۷۹
۲۵	۴/۱۸	۵۰	۴/۳۳

بحث

نتايج بدست‌آمده از اجراي مدل بارندگي –بارش مازاد بـه صورت انفرادي و در سطوح كوچک خرد و در حـوزه آبخيـز نشان مي دهد كـه ارتبـاط بـين شـدت بارنـدگي و شـدت نفوذپذيري خاک عامل مهم وتعيين كننده در توليد رواناب موثر (بارش مازاد) مي‌باشد.در ايـن ارتبـاط در صـورتي كـه شدت بارندگي كمتر يا برابر كمينه نفوذپذيري خاک باشـد كل ميزان بارندگي در خاک نفـوذ نمـوده و ميـزان روانـاب صفر مي‌شود. در صورتي كه شدت بارندگي بيشتر از كمينه نفوذپـذيري و كمتـر ازقابليـت نفـوذ باشـد دو وضـعيت رخ مي‌دهد: در حالت اول اگر بارندگي پـيش از زمـان رسـيدن خاک به حالت اشباع قطع شود رواناب صفر مي‌شـود و اگـر بارندگي تا زماني ادامه پيدا كند كه خاک به حالـت اشـباع در آيد در نتيجه نفوذ قابليت خاک به نفـوذ واقعـي نزديـک

شده و بارندگي مازاد بر تلفات خاک (نفوذواقعي)تبـديل بـه رواناب مي شو د. همچنين در صورتي کـه شـدت بارنـدگي بيشتر از ظرفيت قابليت نفوذ باشد بارندگي مازاد برقابليـت نفوذ به رواناب تبديل مي‌شود. که‌اين مـوارد بـا نتـايج بـاير (۷)،ورما (۴)،سـينگ (۱۳)وآرون وهمکـاران (۶) هماننـدی دارد.

بهره‌گيري از نتايج کاربرد GIS در پروژه مورد نظر باعـث شد تا هر سلول در چنـدين لايـه مطالعـاتي مـورد نيـاز در مدلسازي بارش – بارش مازاد در حوزه آبخيز مورد بررسـي قرار گرفته ودرآغاز به صورت واحد کوچـک(در سـلول‌هـاي ۱×۱ کيلومتر مربع) و آنگاه با ايجاد ارتباط با مشخصه‌هـا و ضريب‌ها که در نقاط همگن محاسبه شـده، مـدل طراحـي شده به صورت کلان در کـل حـوزه آبخيـز، واکـنش حـوزه آبخيز را در برابر رگبارهـاي بارنـدگي نمـايش دهـد. نتـايج بدست‌آمده از اجراي مدل باکاربرد GIS نشان مي‌دهد کـه بکارگيري اين روش باعث شده است تـا نـاهمگني خـاک و پوشش گياهي و همچنين ويژگی‌های فيزيکي حوزه آبخيـز در اجراي مدل مؤثر واقع شده و باعث محاسـبه روانـاب در مقياس کوچک و بزرگ در سطح حوزه آبخيز گردد. در ايـن ارتباط مدل بارندگي-رواناب که به طـور معمـول در سـطح محدود ويا ميکرو مورد بهره‌گيری قرار مي‌گيرد، مي‌تواند بـا استفاده از کاربرد GIS اصـلاح شـده و در سـطح گـسترده حوزه آبخيز مورد بهره برداري قرار گيرد.

منابع

۱- آوريده، فريبا. عليرضا حجی آبادی و رضا سبزيوند. ۱۳۸۴. کاربرد تکنولوژی فـضايی (RS&GIS) در حفاظـت ومهندسـی رودخانه و سواحل و کنترل سيلاب. چکيده مقالات پنجمين کنفرانس هيدروليک ايران، دانشکده مهندسی شهيد با هنر کرمان.

۲- رهنما، محمدباقر. علی کريمی. ۱۳۸۰. استفاده ازGIS در شبکه‌های آب. مجموعه مقالات اولين کنفرانس پژوهـشی منـابع آب و خاک استان آذربايجان غربی ،اروميه.

۳- غضنفری مقدم، محمد صادق. ۱۳۸۲. بهره‌گيری از RS &GIS در بهينه سازی اسـتفاده از منـابع آب. سـومی‌ن همـايش مهندسی آبياری، ساری.

۴-وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۷۹. گزارش کارحوزه آبخيز معرف (کچيک). ۲۴۵ صفحه.

5-Andreas, H. Schumann &Ronald Funke, 1996. GIS-based components for rainfall-runoff models.in Application of Geographic Information Systems in hydrology and water resources management (Proceedings of the Vienna conference, April 1996). IAHS Publ.no.235, 1996.PP.477-484.

6-Aron, G.and Dempsey, B.A., 1992.Pen state runoff model user manual.Department of Civil and Environmental Engineering, Pennsylvania pp.235-276.

7-Bauer,S.W.,1974.A.modified Horton's equation during intermittent rainfall. Hydrol. Sci. Bull.,19(2-6): 219-224.

8-Coskun, M.& Musaoglu N.,2003, Investigation Of rainfall-runoff modeling of the Van Lake catchment by using remote sensing and GIS integration.
www.isprs.org/Istanbul.2004/com 7/papers /52.pdf.

9-Diskin, M.H. & Nazimov, N.1995.Linear reservoir with feedback regulated inlet as a model for the infiltration process, Journal of hydrology Vol. 172, pp 313-330.

10- Fujimura, K. & Ando, Y.2001. Analysis of infiltration capacity in upper soil layer during unsteady rainfall using a rainfall simulator, in: Urban Drainage Modeling, Brashear R. W. and Maksimovic C. (Eds), ASCE, pp 83-88.

11- Melesse, A.M., Graham, W. & Jordan, D.2003. Spatially distributed watershed mapping and modeling: GIS-based storm runoff response and hydrograph analysis: part 2. Journal of Spatial Hydrology.Vol.3, No.2 Fall 2003.

12-Muzik, 1996. A GIS-derived distributed unit hydrograph. In Application of Geographic Information Systems in hydrology and water resources management (Proceedings of the Vienna conference, April 1996). IAHS Publ.no.235, .PP.453-460.

13-Sing, V.P., 1989.Infiltration.In: Hydrologic system, vol.2.Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

14-Verma, S.C., 1982.Modified Horton' s infiltration equation.J.Hydrol. 58: 385-388.

Application of GIS for calculation of runoff (Case study: Kechik Watershed, Golestan province)

N. Noura[*1] and A. Kabir[2]
[1]Assistant Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran
[2] Ph.D. student, Research and Science Branch, Islamic Azad University, Tehran I. R. Iran
(Received: 19 June 2006, Accepted: 19 November 2008)

Abstract

In this paper the utilization of GIS for the parameterization of rainfall- runoff process, physically based hydrological model components is described. The hytrogeneity of soil and vegetation in a catchment can be expressed with distribution functions of infiltration and soil storage capacities which derived efficiently by an overlay of a soil map with land use characteristics. These distribution functions are used to consider the non-linear distribution of actual saturation within a catchment with regard to their impacts on generation of excess rainfall and deep percolation during a storm event. The newly developed infiltration model components and its parametrization by GIS was successfully applied to Kechik catchment. To obtain the nesessory information a simple digital soil map of the catchment was constructed by discretizing the watershed into 1×1 km^2 grid cells, and combined with the land use classification to estimate for each cell in a soil texture class the areal distribution function of infiltration model parameters consist of surface soil moisture content, maximum and minimum infiltration capacity rate (S_m, f_o, f_c), coefficients of model (K_1, K_2, K_3 & K_4) and excess rainfall. The results of the model application are shown that the rainfall-effective runoff relationships during storm events in catchment, by application of GIS technology, a new generation of hydrological model for micro and macro scale can be developed under consideration of catchment characteristics and their spatial heterogeneity.

Keywords: Geographical Information systems (GIS) – Rainfall - Runoff - Infiltration

*Corresponding author: Tel: +98 911 1779694 , Fax: +98 171 2245886 , E-mail: nadernoura@yahoo.com