برآورد ارتفاع رواناب با استفاده از روش شماره منحنی در محیط نرم افزاری Arc GIS با ابزار Arc CN-Runoff (مطالعه موردی: حوزه آبخیز آزاد رود)

فرشاد میردار هریجانی1زهرا چتر سیماب2

۱: کار شناس ارشد آبخیزداری، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیز داری

2: کار شناس ارشد خاکشناسی، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیز داری

چکیده:

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به منظور تخمین رواناب حوضه آبریز در سالهای اخیر افزایش یافته است .در این تحقیق، برای تهیه نقشه ارتفاع رواناب به نقشه های شماره منحنی رواناب و حداکثر بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله نیاز است. نقشه شماره منحنی رواناب با استفاده از ابزار ArcCN-Runof در محیط GIS تهیه شده است.

شماره منحنی رواناب بر اساس فاکتورهایی مانند گروه هیدرولوژی خاک،کاربری اراضی، پوشش زمین و شرایط هیدرولوژیکی تعیین می شود .نقشه وضعیت پوشش زمین با استفاده از تصاویر +ETM سال ۲۰۰۲ در محیط نرم افزاری Erdas به روش طبقه بندی نظارت شده تهیه شد. همچنین با کمک شاخص پوشش گیاهی تفاوت نرمال شده(NDVI) مراتع و جنگلهای حوزه به ترتیب به مراتع خوب، متوسط و جنگلهای انبوه و نیمه انبوه تقسیم بندی شده است.نقشه حداکثر بارندگی ۶ ساعته نیز از روابط و معادلات بارندگی حوزه با استفاده از نقشه DEM در محیط GIS ترسیم شد.

با تلفیق نقشه های به دست آمده و معادلات مربوطه نقشه ارتفاع رواناب حوزه ترسیم شد که بر این اساس متوسط رواناب حوزه ۳.۱۸ میلیمتر است که نسبت به روش های سنتی (حدود ۳.۹۸ میلیمتر) از دقت بالاتری برخوردار است.

کلید واژه:

Arc GIS، ERDAS ، Arc CN-Runoff ، NDVI ، آزاد رود

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت باعث افزایش استفاده از منابع آبی گردیده است . با داشتن برنامه ریزی اصولی و مناسب، رواناب حاصل از بارش می تواند در جهت رفع مشکل کمبود آب مصارف شرب، کشاورزی وصنعتی بخصوص در شرایط خشکسالی، بسیار موثر واقع گردد. سرعت و دقت برآورد حجم رواناب در محاسبات، با بکارگیری تکنیکهای جدید به منظور طراحی صحیح سازه آبی و کاهش هزینه های اجرائی بسیار ضروری است.

از طرف دیگر به دلیل فرسایش خاک و کمبود منابع آب در ایران، حفاظت منابع طبیعی یک امر حیاتی می باشد. روش های مرسوم اندازه گیری رواناب در ایران به خاطر دسترس نبودن اکثر حوزه های آبخیز یک امر پرهزینه، وقت گیر و مشکل می باشد علاوه بر این در بیشتر حوزه های آبخیز ایران ایستگاه های اندازه گیری بارش یا رواناب وجود ندارد و یا داده های مو جود ناقص می باشند .داده های کامل و قابل اطمینان نیز یکی دیگر از مسائل جدی در طراحی و تحقیقات مربوط به هیدرولوژی می باشند . بنابراین استفاده از ابزارهای برای تهیه داده های پایه منابع آب و حفاظت خاک در طرح های آبخیزداری یک نیاز ضروری و اساسی می باشد.(مجتبی احمدی و همکاران)

سنجش از دور و استفاده از اطلاعات ماهواره ای در چند دهه اخیر رشد سریع و چشمگیری یافته است که در رشته های مربوط به علوم زمین کاربرد وسیعی دارد. به خصوص در مواردی که اطلاعات زمینی وجود نداشته و یا بروز نبوده و تغییرات سریع را نشان نمی دهد.(میردار هریجانی، ۱۳۹۰)

اینسی تکلی و همکاران در سال 2006 اعداد شماره منحنی را برای حوضهGuyenne در هندوستان با استفاده از ابزارهای RS وGIS مشخص کردند. آنها در تعیین کاربری اراضی از نقشه های ماهواره لندستTM و برای تعیین تراکم پوشش گیاهی نیز از شاخصNDVI استفاده نمودند. مقادیر بارش و رواناب اندازه گیری شده از سال 1987 تا 2005 حوضه آبریز به منظور محاسبه دبی سیلاب برای دوره های بازگشت گوناگون استفاده شده است. آنها همچنین اعداد شماره منحنی که با استفاده از تکنیکهای RSوGIS تعیین شده است را با شماره منحنی که با روش تناوبی (فراوانی S) به دست آمده است، مقایسه نموده و اثر تغییرات بین این شماره منحنی ها را روی دبی سیلاب حوضه آبریز مشخص کردند.

اکبرپور و شریفی در سال 1385 ، با استفاده از داده های ماهواره لندست+ETM ، نقشه کاربری اراضی حوضه آبریز کامه که در شمال شهرستان تربت حیدریه واقع شده است را به روشهای فازی دو و سه لایه و همچنین روش حداکثر احتمال تهیه کرده و نتایج آن را با هم مقایسه نمودند . نقشه شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و تواناییهایERDAS و نقشه وضعیت مراتع را با کمک شاخص تسلدکپ تعیین و مراتع را به سه کلاس متوسط، فقیر و خیلی فقیر تقسیم بندی نمودند . در نهایت به کمک نقشه های خاک، شیب، تشکیلات زمین شناسی و بازدیدهای صحرائی، نقشه گروههای هیدرولوژی خاک تهیه و با استفاده از جدول نقشه شماره منحنی رواناب حوضه آبریز کامه تعیین گردید.

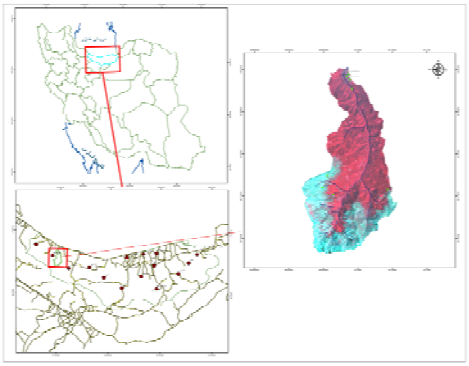
یعقوب زاده در سال 1387 نقشه شماره منحنی رواناب حوضه آبریز منصورآباد بیرجند را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست+ETM وIRS مربوط به سالهای 2002 و 2006 تهیه کرد . نقشه کاربری اراضی به کمک تصاویر ماهواره ای و نقشه پوشش گیاهی را به کمک شاخصهای VI و NDVI تهیه نمود.نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک به صورت میدانی و بر اساس نقشه های شیب، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی و بافت خاک تعیین شد. با تلفیق نقشه های تهیه شده درGIS و با کمک جدولSCS ، نقشه شماره منحنی رواناب برای سالهای 2002 و 2006 حوضه آبریز تهیه گردید. برای ارزیابیCN به دست آمده، دبی حداکثر سیلاب با مدلHEC_HMS تعیین و با نتایج اندازه گیری شده در خروجی حوضه مقایسه گردید .

بنابر اهمیت برآورد رواناب خروجی و حجم سیل در حوزه های آبخیز جهت مدیریت جامع حوزه های آبخیز کشور، در این مطالعه سعی شده است تا از تکنیک GISجهت تهیه اطلاعات لازم و اساسی در بدست آوردن رواناب مستقیم با استفاده از روش شماره منحنی(NRCS-CN) استفاده گردد. هدف از این مطالعه ارزیابی روش شماره منحنی(NRCS-CN) برای برآورد رواناب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS برای حوزه های فاقد ایستگاه می باشد.

مواد وروش ها:

منطقه مورد مطالعه :

قلمرو مطالعاتی، منطقه‌ای کوهستانی دربخش شمال کشور، با وسعتی برابر۲۲۸۸۵/۸ هکتار و در محدوده‌ای با مختصات جغرافیایی ″۱۹، ′۵۴، °۵۰ تا ″۱۸، ′۰۴، °۵۱ طول شرقی و ″۴۴، ′۲۶، °۳۶ تا ″۱۳، ′۴۲، °۳۶ عرض شمالی در محدوده تقسیمات سیاسی استان مازندران قرار گرفته است. فاصله تقریبی از شهرنشتارود حدود ۱۲ کیلومتر می باشد . بلندترین نقطه منطقه مطالعاتی با ارتفاع ۴۳۸۰ متر در بخش جنوبی واقع و پست-ترین نقطه آن در بخش شمالی منطقه با ارتفاع ۹۰/۲ متر قرار گرفته اند.



شکل(۱): موقعیت منطقه دراستان وشهرستان

نرم افزارهای مورد استفاده:

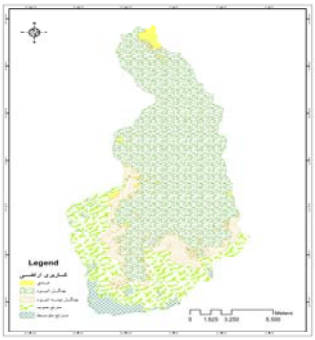
از نرم افزار ArcGIS که یک نرم افزار پرقدرت سیستم اطلاعات جغرافیایی می باشد. نرم افزار SPSS برای آنالیز آماری داده ها استفاده گردید. ابزار Arc CN-Runof جهت تولید لایه ها و نقشه های CN استفاده گردید. نرم افزار Excel جهت محاسبات ریاضی استفاده گردید. از ابزار XTools جهت انتقال داده ها از محیط GIS به محیط Excel استفاده گردید.

نقشه کاربری اراضی:

نقشه کاربری اراضی حوزه با استفاده از تصاویر ETM+ سال ۲۰۰۲ تهیه شد. پس از اعمال پیش پردازشهای تصحیحات هندسی،توپوگرافی و اتمسفریک ،و پس پردازش های آنالیز مولفه های اصلی و اعمال شاخص های گیاهی با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده کاربری های مرتع خوب، مرتع متوسط، جنگل انبوه،جنگل نیمه انبوه ومنطقه مسکونی با دقت 88 درصد استخراج گردید.(میردارهریجانی ۱۳۹۰)

بررسی وضعیت مراتع و جنگلهای حوزه:

به منظـور محاسـبه CN بایسـتی وضـعیت مراتـع و جنگلهـا از لحـاظ پوشـش بـه دسـت آیـد. بـدین منظـور از شـاخص NDVI بـر روی داده هـای +ETM اسـتفاده شـده اسـت. ارزش عـددی NDVI بـین ۱- و ۱+ مـی باشـد عـدد ۱- معـرف اراضـی لخـت و فاقـد هرگونـه پوشـش گیـاهی و عـدد ۱+ بـرای اراضـی جنگلـی دارای پوشـش گیـاهی متـراکم هسـتند. بـه دلیـل اینکـه عـدد ۱- و ۱+ بـه هـم نزدیـک هسـتند و امکـان طبقـه بنـدی و تعیـین انـواع طبقـات اراضـی مشـکل مـی باشـد بنـابراین بـرای طبقـه بنـدی NDVI فرمول فوق را در عـدد ۱۲۷ ضـرب بعـد نتیجـه را بـا عـدد ۱۲۸ جمـع مـی شـود. بـه منظـور تعیـین طبقـات از جـداول اسـتانداردSCS اسـتفاده شـد و بـا توجـه بـه وضـعیت مراتـع و جنگلهـای حوضـه بـه دو طبقـه خـوب و متوسـط و جنگـل هـای انبـوه و نیمـه انبـوه تقسـیم شـد.طبقـه بنـدی بـه روش نظـارت شـده و بـا الگورتیم حداکثر احتمال در نرم افزار Erdas انجام گرفته است. (میردارهریجانی۱۳۹۰)

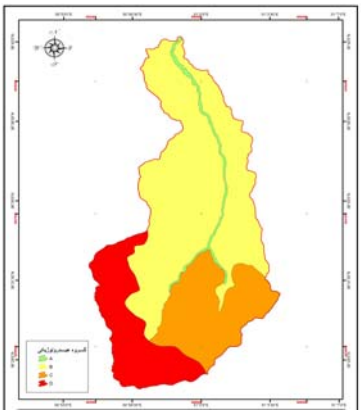


شکل(۲): نقشه کاربری اراضی حوزه آزادرود

نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک:

خصوصـیات خـاک روی تحـول و پیـدایش روانـاب اثـر داشـته و بایـد در محاسـبات مربـوط بـه آن در نظر گرفته شوند .خصوصیات خـاک مـی توانـد بـا یـک عامـل هیـدرولوژیکی بیـان گـردد کـه آن حـداقل سرعت نفوذپـذیری درحالـت مرطـوب بـودن طـولانی مـدت خـاک مـی باشـد . در ایـن مـورد، نـوع سـطح و افقهای خاک نیز در نظر گرفته می شوند مهدوی(1384) .

در این مطالعه، نقشه گروههای هیدرولوژیکی بر اساس نقشه خا ک، شیب و کاربری اراضی حوضـه کـه در مراحل فوق تهیه گردیده است، تهیه می شود.



شکل(۳):نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک حوزه آبخیز آزادرود

نقشه شماره منحنی رواناب:

رواناب یکی از متغییر های هیدرولوژیکی بسیار مهم و مورد استفاده در اکثر کاربردهای منابع آب می باشد.پیش بینی قابل اطمینان از کیفیت و نسبت رواناب سطح زمین در داخل جریانهای رودخانه ها سخت می باشد و برای حوضه های آبریز فاقد داده های اندازه گیری شده، زمان زیادی باید صرف شود تا این پیش بینی بدست آید نایاک و جیسوال.(2003) روشهای مختلفی برای محاسبه شدت رواناب وجود دارد، یکی از روشهای تخمین رواناب، روش شماره منحنی رواناب scs است.

در روش S.C.S برای تعیین بارش مازاد یا رواناب نیاز به محاسبه تلفات بارش (S) می‌باشد که توسط رابطه‌ای با یک عامل بدون بعد به نام شماره منحنی (CN) به صورت زیر محاسبه می‌شود مهدوی(1384) .

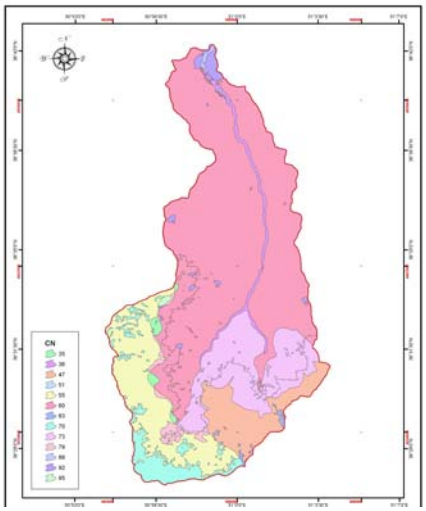
ابزار ArcCN-Runof :

در دهه های اخیر توسعه مدل های هیدرولوژیکی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)، در جهان مورد توجه محققین و دانشمندان قرار گرفته است یکی از این ابزارها، ArcCN-Runofمی باشد که توسط ژانگ و همکاران(۲۰۰۴) جهت تعیین ارتفاع و حجم رواناب بر اساس روش SCS ارائه شده است. محاسبه شماره منحنی و رواناب برای هر پلی گون بصورت جداگانه از ویژگی های این ابزار است.

ورودی های این ابزار به شرح ذیل می باشند:

لایه هیدرولوژیکی و کاربری : این لایه با اجرای عملیات تلفیق(Intersect)در محیط نرم افزاری GIS دو لایه کاربری اراضی با لایه گروه هیدرولوژیکی ایجاد می گردد.

جـدول شـاخص Index : در ایـن جـدول مقـدار شـماره منحنـی(CN) بـرای هریـک از گـروه هـای هیـدرولوژیکی خـاک بـا توجـه بـه نـوع کـاربری اراضـی بـر اسـاس جـداول مربوطـه از منـابع اسـتخراج مـی گردد. کـه ایـن جـدول در محـیط Excel قابـل ویـرایش و تغییـر مـی باشـد. سـپس ایـن جـدول در محـیط GIS اضافه می گردد.



شکل(۴):نقشه CN به دست آمده با ابزار ArcCN-Runof

- محاسبه**ارتفاع رواناب به روش S.C.S** :

تهیه نقشه ارتفاع رواناب

۱-تهیه نقشه طبقات رقومی ارتفاعی

۲-تهیه نقشه بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ساله

۳- تهیه نقشه CNبه روش S.C.S از طریق ابزار ArcCN-Runof

۴-تبدیل ساختار بُرداری(vector) نقشه تهیه شده در بند ۳ به ساختار سلولی

۵-به دست آوردن میزان S از طریق نقشه CN و بر اساس معادله زیر

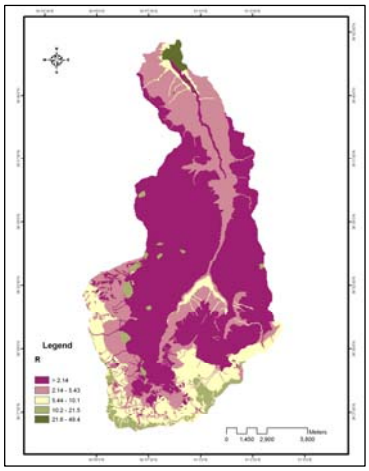
۶-تهیه نقشه ارتفاع رواناب از اطلاعات حاصله از بندهای ۱، ۲ و ۵ بر اساس معادله زیر

$$S = \frac{25400}{C.N} - 225$$

$$QT = \frac{(PT - .2S)^2}{PT + 0.8S}$$

QT= ارتفاع رواناب، با دوره برگشت Tسال بر حسب میلیمتر ،PT= ارتفاع حداکثر بارندگی ۶ ساعته با دوره برگشت۲ سال بر حسب میلیمتر ،S= ضریب نگهداشت حوزه بر حسب میلیمتر

متوسط ارتفاع رواناب در حوزه ۳.۱۸ میلیمتر است.



شکل(۵): نقشه رواناب حوزه آبخیز آزاد رود

بحث ونتیجه گیری:

با توجه به اینکه عوامل زیادی در مقدار CN و R تأثیر گذارند و در روشهای دستی درگذشته برای هر زیرحوضه یکCN فرض می شد در نتیجه یک ارتفاع رواناب با استفاده از معادلات بیان شده به دست می آمد. در این تحقیق با استفاده ازGIS و سنجش از دور و خاصیت سلولی شماره منحنی رواناب برای هر پیکسل محاسبه گشته که به واقعیت نزدیکتر است . با توجه به اینکه شماره های منحنی در مقدار رواناب و بارندگی موثر حائز اهمیت هستند لذا تعیین دقیق مقدار آنها لازم می باشد نقشه تعیین کننده شماره منحنی حوزه آبخیز آزادرود نشان می دهد که متوسط CN در حوزه آبخیز آزاد رود ۶۰.۷۸ است. و از طرفی میزان رواناب محاسبه شده از طریق GIS و سنجش از دور حدود ۳.۱۸ میلیمتر می باشد که دارای دقت بیشتری نسبت به روش های قدیمی است(حدود3.98 میلیمتر). در قسمت هایی که شماره منحنی بزرگتری نسبت به دیگر قسمت ها دارند مستعد روانابهای سیل آسا بوده و احتمال سیل خیزی در این زیرحوضه ها نسبت به دیگر زیرحوضه ها بیشتر است.

این دقت به خاطر آن است که اولاً در محیط GIS ، گروه های هیدرولوژیکی، رطوبت پیشین، کاربری اراضی و وضعیت هیدرولوژیکی مورد نیاز برای روش شماره منحنی را برای هر

پیکسل محاسبه می نمایید و همچنین به خاطر قدرت تلفیق لایه های خاک و کاربری اراضی در محیطGIS که از ورودی های روش شماره منحنی می باشندباعث بالا رفتن دقت مدل در براورد رواناب می شود.

Estimated height of the runoff curve number method in Arc GIS software tool Arc CN-Runoff

(Case study: watershed AZADROOD)

Abstract:

The use of GIS and remote sensing to estimate basin runoff has increased in recent years. In this study, to map the height of the runoff curve number and runoff maps of maximum rainfall of 6 hours with 2-year return period is required. Runoff curve number maps using the GIS environment is provided With ArcCN-Runof.

Runoff curve number based on factors such as soil hydrology, land use, land cover and hydrological conditions are determined. Map land cover using ETM + images, 2002 in Erdas software was developed using supervised classification. Also, using the normalized difference vegetation index (NDVI) of pastures and forests to pastures were good, medium and dense forest, and half is divided. maps of maximum rainfall of 6 hours with 2-year return period from rain area relations and equations using the DEM map was drawn in the GIS environment.

Maps obtained integrating the equations of runoff height map was drawn. Based on the average runoff of 3.18 mm compared to the traditional method (about 3.98 mm) has a higher accuracy.

Keyword: Arc GIS، ERDAS ، Arc CN-Runoff ، NDVI،AZADROOD

منابع:

۱-اکبر پور، ا. و شریفی، م.ب.۱۳۸۵، تخمین شماره منحنی رواناب با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی(مطالعه موردی:حوضه آبریز کامه). مجموعه مقالات هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز،صص ۳۵۷-۳۶۵

۲- مهدوی،محمد.۱۳۸۴، هیدرولوی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چاپ چهارم، ۴۴۱ ص.

۳- میردار هریجانی.ف.۱۳۹۰،برآورد و مقایسه پتانسیل رسوبدهی فرسایش آبی مدلهای MPSIAC و EPM با استفاده ازGIS(مطالعه موردی:حوزه آبخیز آزاد رود نشتارود)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، گروه آبخیزداری،۲۰۰ ص.

۴- یعقوب زاده،مصطفی،تعیین شماره منحنی حوضه آبریز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)و سنجش از دور(RS)(مطالعه موردی: حوضه آبریز منصور آباد بیرجند)، ۱۳۷۸،بارانی، غلامعباس، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه مهندسی آب، ۱۵۰ ص.

5-Inci Tekeli. Y. Akguül. S. Dengiz. O. AND Aküzüm. T. 2006, Estimation of flood discharge for small watershed using SCS curve number and geographic information system. River Basin Flood Management Journal, pp: 527-538.

6- Nayak. R. T. AND Jaiswal. R. K. 2003, Rainfall-Runoff modeling using satellite data and GIS for Bebas river in Madhta Pradesh. Journal-CV, pp: 47-50