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)

محمدرضا جوادی[۱]، فرشاد میردار هریجانی[۲]، زهرا چترسیماب[۳]

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 نقشه‌های شماره منحنی رواناب و حداکثر بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله نیاز است. نقشه شماره منحنی رواناب با استفاده از ابزار Ar cCN-Runofدر محیط GIS تهیه شده است.

شماره منحنی رواناب بر اساس فاکتورهایی مانند گروه هیدرولوژی خاک،کاربری اراضی، پوشش زمین و شرایط هیدرولوژیکی تعیین می‌شود. 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 تلفیق‌نقشه 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 روش‌های سنتی (حدود ۳,۹۸ میلیمتر) از دقت بالاتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: Arc GIS، ERDAS ، Arc CN-Runoff ، NDVI ، آزاد رود.

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی دانشگاه آزاد اسلامی – واحد نور

۲- دانشجوی کار شناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی- واحد نور

۳- کار شناس ارشد خاک‌شناسی، همکار سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت باعث افزایش استفاده از منابع آبی گردیده است. با داشتن برنامه ریزی اصولی و مناسب، رواناب حاصل از بارش می‌تواند در جهت رفع مشکل کمبود آب مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی بخصوص در شرایط خشکسالی، بسیار موثر واقع گردد. سرعت و دقت برآورد حجم رواناب در محاسبات، با به-کارگیری تکنیک‌های جدید به منظور طراحی صحیح سازه آبی و کاهش هزینه‌های اجرائی بسیار ضروری است.

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

سنجش از دور و استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای در چند دهه اخیر رشد سریع و چشمگیری یافته است که در رشته‌های مربوط به علوم زمین کاربرد وسیعی دارد. بویژه 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 ۲۰۰۶ .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 اندازه‌گیری شده از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ حوضه آبریز به منظور محاسبه دبی سیلاب برای دوره‌های بازگشت گوناگون استفاده شده است. آنها همچنین اعداد شماره منحنی که با استفاده از تکنیک-های RSوGIS تعیین شده است را با شماره منحنی که با روش تناوبی (فراوانی S) به دست آمده، مقایسه نموده و اثر تغییرات بین این شماره منحنی‌ها را روی دبی سیلاب حوضه آبریز مشخص کردند.

اکبرپور و شریفی در سال ۱۳۸۵ ، با استفاده از داده‌های 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 نقشه‌های 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 ۱۳۸۷ نقشه شماره منحنی رواناب حوضه آبریز منصورآباد بیرجند را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست+ETM وIRS مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶ تهیه کرد .نقشه کاربری اراضی به کمک تصاویر ماهواره‌ای و نقشه پوشش گیاهی را به کمک شاخص‌های VIوNDVI تهیه نمود.نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک به صورت میدانی و بر اساس نقشه‌های شیب، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی و بافت خاک تعیین شد. با تلفیق نقشه‌های تهیه شده درGIS و با کمک جدول

Archive of SID

www.SID.ir

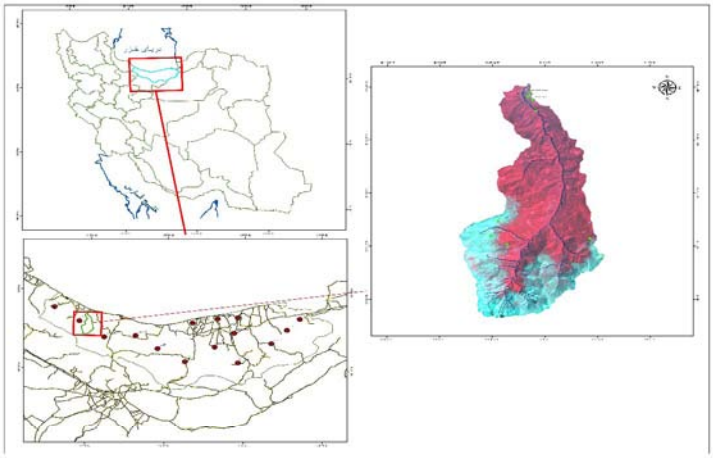
SCS، نقشه شماره منحنی رواناب برای سالهای ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶حوضه آبریز تهیه گردید. برای ارزیابیCN به دست آمده، دبی حداکثر سیلاب با مدلHEC_HMS تعیین و با نتایج اندازه گیری شده در خروجی حوضه مقایسه گردید.

بنابر اهمیت برآورد رواناب خروجی و حجم سیل در حوزه‌های آبخیز جهت مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور، در این مطالعه سعی شده است تا از تکنیک GIS جهت تهیه اطلاعات لازم و اساسی در به‌دست 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 حوزه‌های فاقد ایستگاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

قلمرو مطالعاتی، منطقه‌ای کوهستانی در بخش شمال کشور، با وسعتی برابر۲۲۸۸۵/۸ هکتار و در محدوده-ای 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 شهر نشتارود حدود ۱۲ کیلومتر است . بلندترین نقطه منطقه مطالعاتی با ارتفاع ۴۳۸۰ متر در بخش جنوبی واقع و پست‌ترین نقطه آن در بخش شمالی منطقه با ارتفاع ۹۰/۲ متر قرار گرفته‌اند.



شکل(۱): موقعیت منطقه در استان و شهرستان ایران و استان مازندران

نرم افزارهای مورد استفاده

از نرم افزار ArcGIS که یک نرم افزار پرقدرت سیستم اطلاعات جغرافیایی است واز نرم افزار SPSS برای آنالیز آماری داده‌ها استفاده گردید. ابزار Arc CN-Runof جهت تولید لایه‌ها و نقشه‌های CN استفاده شداز نرم افزار Excel جهت محاسبات ریاضی و از ابزار XTools جهت انتقال داده‌ها از محیط GIS به محیط Excel استفاده گردید.

Archive of SID

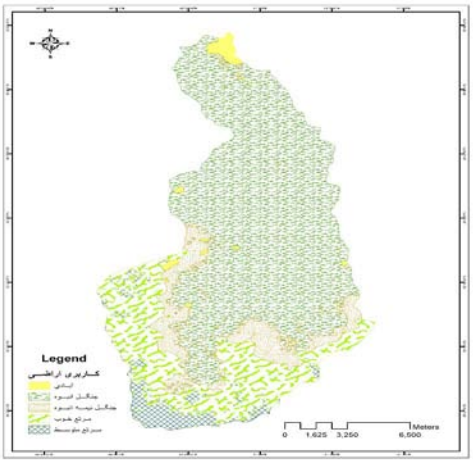
www.SID.ir

نقشه کاربری اراضی

نقشه کاربری اراضی حوزه با استفاده از تصاویر +ETM سال ۲۰۰۲ تهیه شد. پس از اعمال پیش پردازش-های تصحیحات هندسی،توپوگرافی و اتمسفریک و پس پردازش‌های آنالیز،مولفه‌های 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 و منطقه مسکونی با دقت ۸۸ درصد استخراج گردید.(میردارهریجانی ۱۳۹۰).

بررسی وضعیت مراتع و جنگلهای حوزه

به منظور محاسبه CN بایستی وضعیت مراتع و جنگل‌ها از لحاظ پوشش به دست آید. بدین منظور از شاخص NDVI بر روی داده‌های +ETM استفاده شده است. ارزش عددی NDVI بین ۱- و ۱+ می‌باشد.عدد ۱- معرف اراضی لخت و فاقد هرگونه پوشش گیاهی و عدد ۱+ برای اراضی جنگلی دارای پوشش گیاهی متراکم هستند. به دلیل این‌که عدد ۱- و ۱+ به هم نزدیک و امکان طبقه بندی و تعیین انواع طبقات اراضی مشکل می‌باشد، بنابراین برای طبقه بندی NDVI فرمول فوق را در عدد ۱۲۷ ضرب،سپس نتیجه با عدد ۱۲۸ جمع می‌شود. به منظور تعیین طبقات از جداول استانداردSCS استفاده شد و با توجه به وضعیت مراتع و جنگل‌های حوضه به دو طبقه خوب و متوسط و جنگل‌های انبوه و نیمه انبوه تقسیم شد.طبقه بندی به روش نظارت شده و با الگورتیم حداکثر احتمال در نرم افزار Erdas انجام گرفته است-(میردارهریجانی ۱۳۹۰).



شکل(۲): نقشه کاربری اراضی حوزه آزادرود

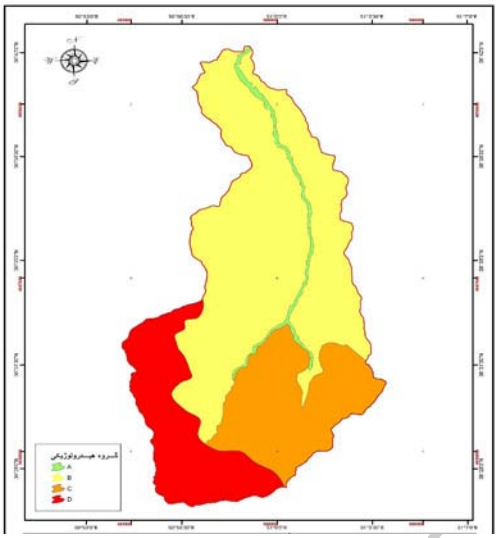
نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک

خصوصیات خاک روی تحول و پیدایش رواناب اثر داشته و باید در محاسبات مربوط به آن در نظر گرفته شود . خصوصیات خاک می‌تواند با یک عامل هیدرولوژیکی بیان گردد که آن حداقل سرعت نفوذپذیری در حالت مرطوب بودن طولانی مدت خاک است . در این مورد، نوع سطح و افقهای خاک نیز در نظر گرفته می‌شوند (مهدوی۱۳۸۴) .

در این مطالعه، نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی بر اساس نقشه خا ک، شیب و کاربری اراضی حوضه که در مراحل فوق تهیه گردیده است، تهیه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



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

نقشه شماره منحنی رواناب

رواناب یکی از متغییرهای هیدرولوژیکی بسیار مهم و مورد استفاده در اکثر کاربردهای منابع آب است.پیش بینی قابل اطمینان از کیفیت و نسبت رواناب سطح زمین در داخل جریان‌های رودخانه‌ها سخت می‌باشد و برای حوضه‌های آبریز فاقد داده‌های اندازه گیری شده، زمان زیادی باید صرف شود تا این پیش بینی به‌دست آید(نایاک و جیسوال-۲۰۰۳).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(مهدوی۱۳۸۴) .

ابزار ArcCN-Runof :

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

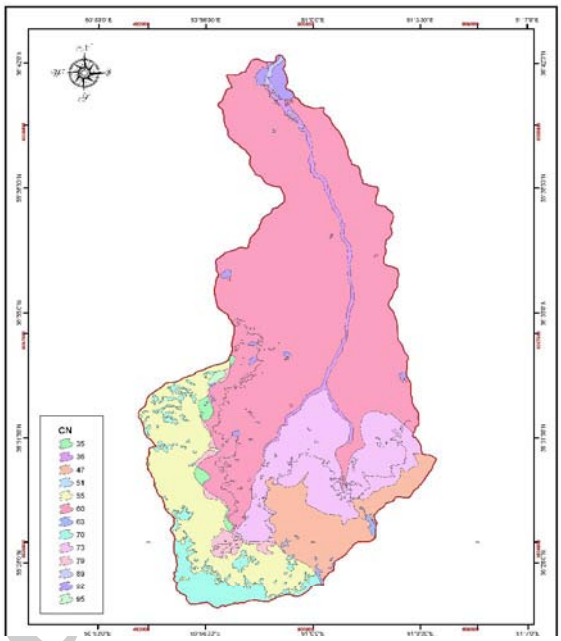
Archive of SID

www.SID.ir

ورودی‌های این ابزار به شرح ذیل است

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 می‌گردد.

جدول شاخص Index : در این جدول مقدار شماره منحنی(CN) برای هریک از گروه‌های هیدرولوژیکی‌خاک با توجه به نوع کاربری اراضی بر اساس جداول مربوطه از منابع استخراج می گردد. که این جدول در محیط Excel قابل ویرایش و تغییر است. سپس این جدول در محیط GIS اضافه می‌گردد.



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

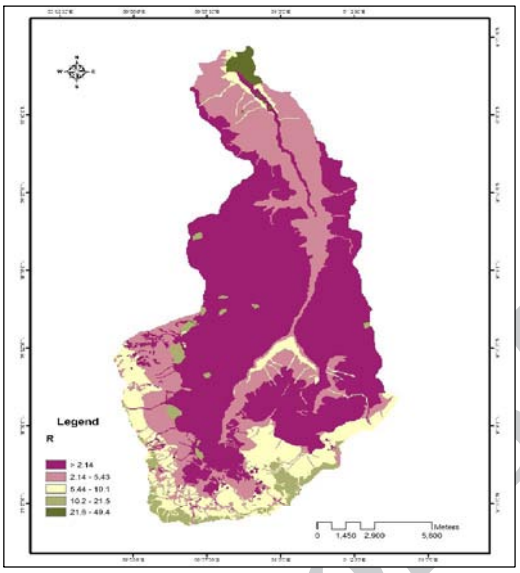
$$S = \frac{25400}{C.N} - 225$$

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

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

www.SID.ir

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 میلیمترمتوسط ارتفاع رواناب در حوزه ۳,۱۸ میلیمتر است.



شکل(۵): نقشه رواناب حوزه آبخیز آزاد رود

بحث و نتیجه گیری

با توجه به این‌که عوامل زیادی در مقدار CN و R تأثیرگذارند و در روش‌های دستی در گذشته برای هر زیرحوضه یکCN فرض می‌شد، در نتیجه یک ارتفاع رواناب با استفاده از معادلات بیان شده به دست می‌آمد. 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 شماره‌های منحنی در مقدار رواناب و بارندگی موثر حائز اهمیت هستند،بنابراین تعیین دقیق مقدار آنها لازم می‌باشد نقشه تعیین کننده شماره منحنی حوزه آبخیز آزادرود نشان می‌دهدکه‌متوسط 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 می‌باشد که دارای دقت بیشتری نسبت به روش‌های قدیمی است(حدود۳,۹۸ میلیمتر). در قسمت‌هایی که شماره منحنی بزرگتری نسبت به سایر قسمت‌ها دارند ،مستعد رواناب‌های سیل آسا بوده و همچنین به سبب قدرت تلفیق لایه‌های خاک و کاربری اراضی در محیطGIS که از ورودی های روش شماره منحنی می‌باشند، باعث بالا رفتن دقت مدل در براورد رواناب می‌شود.

احتمال سیل خیزی در این زیرحوضه‌ها نسبت به دیگر زیرحوضه‌ها بیشتر است. این دقت به سبب آن است که در محیط GIS ، گروه‌های هیدرولوژیکی، رطوبت پیشین، کاربری اراضی و وضعیت هیدرولوژیکی مورد نیاز برای روش شماره منحنی را برای هر پیکسل محاسبه می‌نمایید.و

Archive of SID

www.SID.ir

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.

۵. Inci Tekeli. Y. AkguÜl. S. Dengiz. O. AND AkÜzÜm. T. ۲۰۰۶, Estimation of flood discharge for small watershed using SCS curve number and geographic information system. River Basin Flood Management Journal, pp: ۵۲۷-۵۳۸.

۶. Nayak. R. T. AND Jaiswal. R. K. ۲۰۰۳, Rainfall-Runoff modeling using satellite data and GIS for Bebas river in Madhta Pradesh. Journal-CV, pp: ۴۷-۵۰

Archive of SID

www.SID.ir