علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره هفدهم، شماره چهار، زمستان ۹۴

ارزیابی تاثیر کاهش پوشش جنگلی برمیزان دبی پیک سیلاب توسط مدل کینفیل(KINFIL) (مطالعه موردی : حوضه آبریز سپیدرود)

علیرضا مردوخ پور[۱]

Alireza.mardookhpour@yahoo.com

لیلا اوشک سرایی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۰ **تاریخ پذیرش:۹۱/۱۰/۱۷**

چکیده

زمینه و هدف: مدل بارش – رواناب کینفیل با هدف بازسازی واقعه بارش در زمین های با کاربرد کشاورزی به کار می رود.

روش بررسی: مدل کینفیل که توسط سیستم GIS، تکمیل می شود، روش مناسبی برای دستیابی به رواناب سیلاب در حوضه آبریز سپیدرود (شمال ایران) به شمار می رود.که در طی آن سناریو های مختلفی از واقعه بارش اجرا می شود.

یافته ها و نتایج: نتایج نشان می دهند هنگامی که دبی پیک سیلاب مشاهده شده معادل ۲/۲۵ متر مکعب بر ثانیه بود، دبی محاسبه شده توسط مدل کینفیل معادل ۲/۴ متر مکعب بر ثانیه پیش بینی گردید (حدود ۷ درصد خطا) و هنگامی که دبی پیک سیلاب مشاهده شده معادل ۱/۹ متر مکعب بر ثانیه بود، دبی محاسبه شده توسط مدل کینفیل معادل ۱/۸ متر مکعب بر ثانیه پیش بینی گردید (حدود ۵ درصد خطا). هم چنینبر اساس مدل کینفیل مدیریت حوضه آبریز شامل بررسی کاهش پوشش جنگلی بر میزان پیش بینی دبی سیلاب با دقت چشم گیری به کار می رود. نتایج نشان دادند هنگامی که کاهش پوشش جنگلی به میزان ۱۰ درصد از کل مقدار اولیه می رسد، دبی پیک سیلاب ۱۴/۵ برابر افزایش می یابد .

واژه های کلیدی: مدل کینفیل، دبی پیک سیلاب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کاهش پوشش جنگلی.

۱- استادیار گروه عمران و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان،لاهیجان، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، لاهیجان، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

J.Env. Sci. Tech., Vol 17, No.4, winter 2016

Evaluating the Effect of Deforestation on the Runoff- Peak by KINFIL Model (Case study: Sepidroud catchment)

Alireza Mardookhpour[1] *(Corresponding Author)*

Alireza.mardookhpour@yahoo.com

Leila Ooshaksaraie[2]

Abstract

Introdouction: KINFIL rainfall-runoff model has been used for the reconstruction of the rainfall runoff events in agricultural land use.

Method: The implementation of the KINFIL model supported by GIS proved to be a proper method for the flood runoff assessment on Sepidroud catchments (north of Iran), during different scenarios of the rainfall events.

Results: The results show when the observed discharge peak was 2.25 m**3/s, the computed discharge by the KINFIL model predicted 2.4 m**3/s (about 7% errors) and when the observed discharge peak was 1.9 m**3/s, the computed discharge by the KINFIL model predicted 1.8 m**3/s (about 5% errors) .Also, the KINFIL model may be used for the catchment management, including the investigation of deforestation on predict flood runoff assessment with a significant precision. The results showed when deforestation reaches 10% of total primitive areas in Sepidroud basin, the runoff-peak may increase more than 14.5 times.

Keywords: KINFIL model, runoff peak, GIS, deforestation

Archive of SID

1- Associate professor, Ph.d. Department of civil engineering Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
2- Associate professor Ph.d. Department of environmental engineering, Islamic Azad University, Lahijan Iran

www.SID.ir

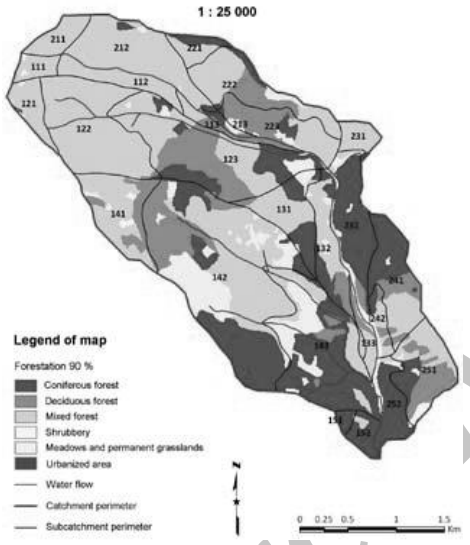
۱-مقدمه

شبیه سازی دبی طرح سیلاب در شرایطی که تغییر کاربری زمین توسط انسان صورت می گیرد، از اهداف عمده محققین در تحقیقات منابع آب به شمار میرود. نقش جنگل ها در مهار و کنترل دبی پیک هیدروگراف سیلاب در حوضه های آبریز، توسط محققین بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است (۱-۲) و کاربرد مدل های هیدرولوژیکی در مدیریت حوضه های آبریز، نقش مهمی در شبیه سازی رابطه بارش – رواناب ایفا می نماید. یکی از مدل های کاربردی و نوین، برای شبیه سازی میزان دبی سیلاب، وقتی پوشش گیاهی حوضه تغییر می کند، مدل کینفیل می باشد (۳) که در آن، شبیه سازی مستقیم سیلاب توسط مدل سازی امواج سینماتیک، با توجه به توپوگرافی حوضه، انجام می شود (۴). در مدل کینفیل، مشخصه های توپوگرافی حوضه توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی، بسیاری از عدم قطعیت ها را پوشش می دهد (۵)و امکان برآورد دقیق تر پیراسنجه ها را در مدل سازی بالا می برد. در تحقیق حاضر، مدل کینفیل، برای ارزیابی تاثیر ازبین رفتن پوشش گیاهی جنگلی در میزان تولید سیلاب، در حوضه آبریز سپیدرود مورد استفاده قرار گرفته است و نتایج حاصل از آن رابطه بارش – رواناب را در دو سناریوی مختلف کاربری زمین تبیین می نماید. لازم به ذکر است این مدل برای اولین بار در حوضه آبریز سپیدرود مورد استفاده قرار می گیرد و می تواند مرجعی برای پژوهش های آینده برای سایر محققین باشد.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- مشخصات مدل کینفیل

به طور کلی در مدل کینفیل، روش عدد منحنی مورد استفاده قرار می گیرد (۶). رابطه بین عدد منحنی و پیراسنجه های خاک مانند هدایت هیدرولیکی خاک در حالت اشباع و جذب آب از روش همبستگی داده ها و مقدار بارش طرح به دست می آید. برای یافتن بهترین برازش بین عدد منحنی و مقادیر هدایت هیدرولیکی خاک در حالت اشباع و جذب آب، چندین نمونه از خاک منطقه و داده های بارش با شدت های مختلف، مورد ارزیابی قرار می گیرند و ضرایب رگرسیون حاصله برای شبیه سازی واقعه بارش – رواناب در مدل کینفیل به کار می روند. نفوذ آب در مدل مذکور، بر پایه معادلات مورل-سیتوکس می باشد (۷). بخش شبیه سازی در مدل، بر پایه مدل امواج سینماتیک، برای دستیابی به دبی طرح سیلاب قرار دارد(۸). باید توجه داشت که استفاده از مدل امواج سینماتیک در شرایطی امکان پذیر است که شدت بارش بیشتر از ۲ میلی متر در دقیقه باشد و ارتفاع سیلاب در حوضه از ۵۰ میلی متر فراتر رود (۹). برای حل عددی مدل امواج سینماتیک از روش تفاضل محدود صریح لاکس - وندروف در مدل کینفیل استفاده می شود. شبیه سازی با تقسیم حوضه آبریز به زیر حوضه های کوچکتر با در نظر گرفتن ضرایب مانینگ ویژه هر قسمت انجام می شود و توپوگرافی حوضه از سیستم اطلاعات جغرافیایی به دست می آید (۱۰و۱۱) .



شکل(۱) – نمایی از حوضه آبریز مورد مطالعه ، به دست آمده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

۲-۲- مشخصات بخشی از حوضه آبریز سپیدرود در تحقیق: ویژگی های اصلی بخشی از حوضه آبریز سپیدرود که در تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است، در جداول ۱ و ۲ ارایه شده اند و خلاصه آن ها در شکل ۱ نمایش داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- مشخصات حوضه از نظر کاربری زمین

کاربری زمین	مساحت (km2)	درصد (%)
جنگل کاج	۲/۸۱	۲۶/۰۶
جنگل برگ ریز	۱/۶۴	۱۵/۱۸
جنگل مخلوط	۵/۲۴	۴۸/۵۶
بوته زار	۰/۰۶	۰/۵۰
مرغزار	۰/۹۱	۸/۴۷
ناحیه شهری	۰/۰۱	۰/۰۳
شبکه راه	۰/۱۳	۱/۲۰

جدول۲- مشخصات فیزیکی و جغرافیایی حوضه

مساحت حوضه(km2)	Sp	۱۰/۸۰
مساحت ناحیه جنگلی(km2)	SL	۹/۸۴
زمین جنگلی(%)	l	۹۰/۱۴
طول رودخانه(km)	L	۶/۴۳
طول جریان ورودی(km)	ΣLpi	۹/۲۶
محیط حوضه(km)	O	۱۴/۹۰
طول خط القعر حوضه(km)	Lu	۶/۸۳
حداکثر ارتفاع حوضه از سطح دریا (a.s.l.)	H max	۱۴۵۸
حداقل ارتفاع حوضه از سطح دریا (a.s.l.)	H min	۵۶۹
متوسط ارتفاع حوضه از سطح دریا (a.s.l.)	H ave	۹۰۹/۸۶
متوسط عرض حوضه از سطح دریا(km)	Bp	۱/۵۸
متوسط شیب رودخانه(%)	It	۱۵/۷۵
متوسط شیب خط القعر(%)	Iú	۱۲/۳۴
متوسط شیب حوضه(%)	Is	۳۱/۱۵

با توجه به پارامترهای شیب حوضه، نوع خاک و کاربری حوضه، زیر حوضه هایی به تعداد ۱۰ قسمت طبق جدول ۴ ارایه شدند (تمامی زیر حوضه ها به صورت مستطیل معادل نشان داده شدند). تقسیم بندی حوضه به مساحت های کوچک بر مبنای آن بوده است که بتوان از روابط سازمان حفاظت خاک امریکا با دقت بیشتری استفاده نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۴)- تقسیم بندی حوضه به زیر حوضه ها

شیب (–)%	طول (km)	عرض متوسط (km)	مساحت (km2)	شماره منطقه	مساحت (km2)	بازه
۰/۳۲۰	۰/۰۳۱	۳/۲۴۸	۰/۱۰۲	۱۱۱	۰/۴۱۸	۱
۰/۳۶۰	۰/۰۶۷		۰/۲۱۶	۱۱۲		
۰/۱۹۵	۰/۰۳۱		۰/۱۰۰	۱۱۳		
۰/۳۰۴	۰/۰۵۷	۲/۹۶۱	۰/۱۷۰	۱۲۱	۲/۱۴۸	۲
۰/۴۳۴	۰/۲۹۱		۰/۸۶۳	۱۲۲		
۰/۳۱۶	۰/۳۷۶		۱/۱۱۵	۱۲۳		
۰/۲۸۶	۰/۱۵۵	۲/۴۲۶	۰/۳۷۷	۱۳۱	۰/۸۳۱	۳
۰/۲۵۴	۰/۱۴۹		۰/۳۶۲	۱۳۲		
۰/۳۳۷	۰/۰۳۸		۰/۰۹۲	۱۳۳		
۰/۳۴۸	۰/۱۲۰	۳/۹۳۸	۰/۴۷۴	۱۴۱	۳/۶۰۰	۴
۰/۳۱۷	۰/۵۲۸		۲/۰۸۱	۱۴۲		
۰/۲۷۸	۰/۲۶۵		۱/۰۴۵	۱۴۳		
۰/۲۷۶	۰/۰۸۶	۰/۴۱۸	۰/۰۳۶	۱۵۱	۰/۱۴۶	۵
۰/۳۶۳	۰/۲۶۳		۰/۱۱۰	۱۵۲		
----	----		---	----		
۰/۲۸۰	۰/۰۵۶	۲/۷۳۳	۰/۱۵۳	۲۱۱	۰/۸۱۱	۶
۰/۳۷۷	۰/۲۲۶		۰/۶۱۸	۲۱۲		
۰/۱۷۲	۰/۰۱۵		۰/۰۴۰	۲۱۳		
۰/۲۱۸	۰/۱۵۳	۰/۸۲۱	۰/۱۲۶	۲۲۱	۰/۹۹۴	۷
۰/۳۵۰	۰/۵۸۳		۰/۴۷۹	۲۲۲		
۰/۳۲۹	۰/۴۷۴		۰/۳۸۹	۲۲۳		
۰/۳۴۴	۰/۰۶۴	۱/۷۹۴	۰/۱۱۵	۲۳۱	۰/۵۹۸	۸
۰/۲۸۸	۰/۲۶۹		۰/۴۸۳	۲۳۲		
----	----		----	----		
۰/۱۶۱	۱/۲۰۰	۰/۳۷۹	۰/۴۵۵	۲۴۱	۰/۵۶۹	۹
۰/۳۶۴	۰/۳۰۱		۰/۱۱۴	۲۴۲		
----	----		----	----		
۰/۱۷۹	۰/۳۸۹	۱/۱۲۷	۰/۴۳۸	۲۵۱	۰/۶۸۰	۱۰
۰/۳۲۰	۰/۲۱۵		۰/۲۴۲	۲۵۲		
----	----		----	----		

Archive of SID

www.SID.ir

۳- بحث و نتیجه گیری

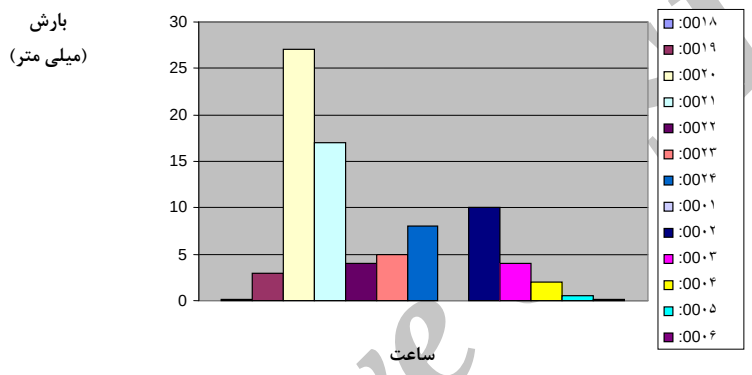
هنگامی که اولین موج سیلاب در حوضه به وجود می آید، خاک حوضه نیمه اشباع در نظر گرفته می شود (رطوبت ناشی از بارش های قبلی) و وقتی موج دوم سیلاب، حادث می گردد، خاک حوضه کاملا اشباع در نظر گرفته می شود. مقدار تعیین درجه اشباع خاک با توجه به طبقه بندی اس-سی-اس می باشد که درآن برای تمایز درجه اشباع خاک از موارد زیر بهره گرفته می شود(۱۲):

الف - درجه اشباع کم (آ-۱) : مقدار بارش ۵ روز قبل از شروع مطالعه برروی حوضه، ۳۶ میلی متر است.

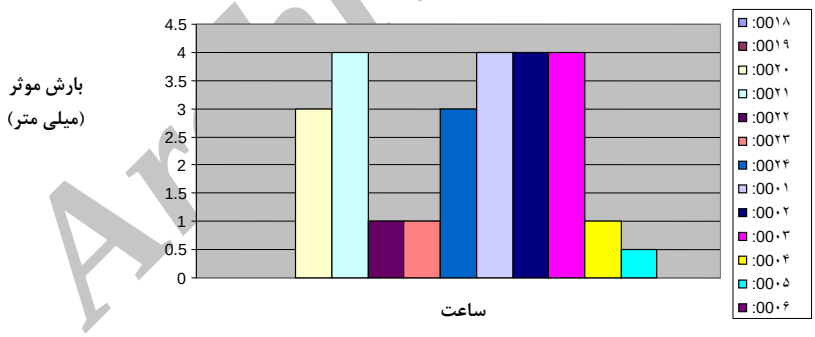
ب - درجه اشباع متوسط(آ-۲) : مقدار بارش ۵ روز قبل از شروع مطالعه برروی حوضه، بین ۳۶ تا ۵۳ میلی متر است.

ج - درجه اشباع کامل (آ-۳) : مقدار بارش ۵ روز قبل از شروع مطالعه برروی حوضه، بیشتر از ۵۳ میلی متر است.

درتحقیق حاضر، سیلاب های ناشی از بارش های مختلف برای دوره بازگشت دو ساله در جدول۳، ارایه گردیده اند و از روی آن ها مقادیر بارش موثر و کل بارش برحوضه در تاریخ های ثبت شدهنشان داده شده اند.(شکل های(۲) و(۳) .



شکل۲- مقدار بارش کل در تاریخ 16. 09. 2005

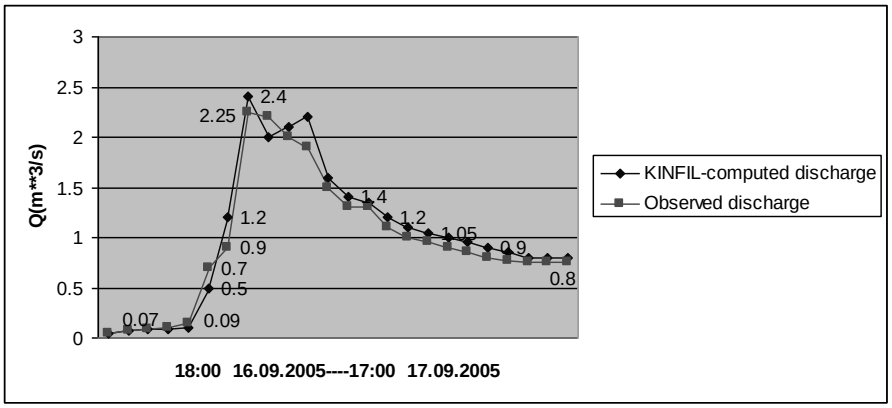


شکل۳- مقدار بارش موثر در تاریخ 16. 09. 2005

مقدار دبی محاسبه شده از مدل کینفیل با مقدار دبی اندازه گیری شده در حوضه درشکل ۴ مقایسه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



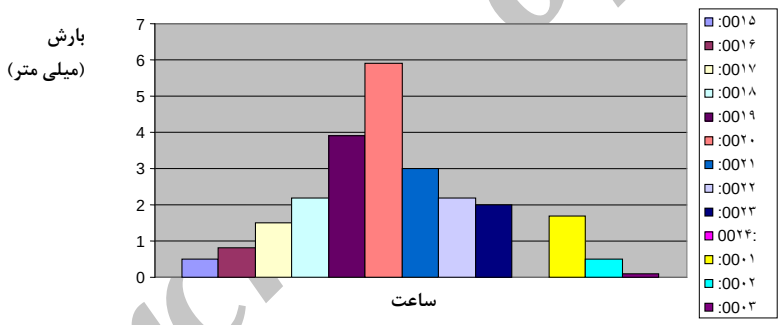
شکل۴- مقایسه دبی اندازه گیری شده با مقدار محاسبه شده توسط مدل کینفیل

(بارش ۲۴ ساعته از تاریخ 16. 09. 2005 الی 17. 09. 2005)

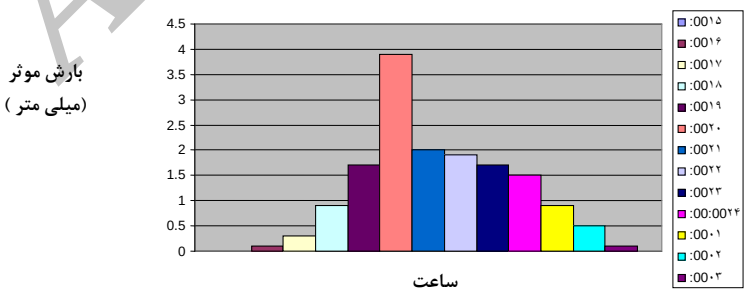
۴- بحث و نتیجه گیری

همان طور که مشاهده می شود دو مدل، انطباق بسیار نزدیکی با یک دیگر دارند و دبی پیک سیلاب در مدل کینفیل معادل ۲/۴ متر مکعب بر ثانیه و دبی انداره گیری شده در حوضه معادل ۲/۲۵ متر مکعب بر ثانیه است که اختلاف حاصله حدود ۷ درصد می باشد.

در شکل های ۵ و ۶ مقادیر بارش موثر و کل بارش برحوضه نیز، در تاریخ های ثبت شده ارایه گردیده اند.



شکل۵- مقدار بارش کل در تاریخ 11. 10. 2006

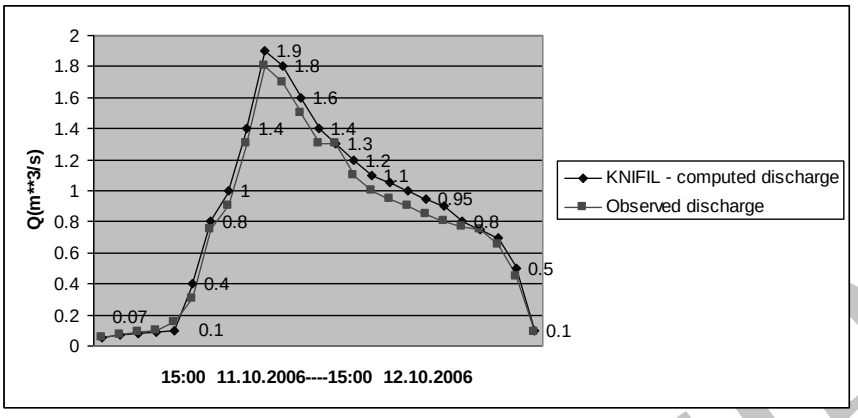


شکل۶- مقدار بارش موثر در تاریخ 11. 10. 2006

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۷، مقدار دبی محاسبه شده از مدل کینفیل را با مقدار دبی اندازه گیری شده در حوضه مقایسه می نماید. همان طور که مشاهده می شود، دو مدل انطباق بسیار نزدیکی با یک دیگر دارند و دبی پیک سیلاب در مدل کینفیل معادل ۱/۹ متر مکعب بر ثانیه و دبی اندازه گیری شده در حوضه معادل ۱/۸ متر مکعب بر ثانیه است که اختلاف حاصله حدود ۵٪ می باشد.



شکل۷- مقایسه دبی اندازه گیری شده با مقدار محاسبه شده توسط مدل کینفیل
(بارش ۲۴ ساعته از تاریخ 11. 10. 2006 الی 12. 10. 2006)

۳-۱- شبیه سازی سناریو در منطقه با تغییر پوشش گیاهی: بعد از کالیبراسیون پارامترهای مدل، ناحیه جنگلی که حدود ۹۰٪ حوضه را پوشش می دهد، با یک ناحیه مرتع و چمن زار شبیه سازی و جایگزین می شود. در جایگزینی مذکور ناحیه جنگلی به ترتیب معادل ۱۰ و ۵۰ و ۹۰٪ مقدار اولیه کاهش می یابد. تغییر پوشش گیاهی با سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام می شود و فرض می گردد که خاک حوضه کاملا اشباع باشد. در این حالت مقدار عدد منحنی ازجداول به دست می آید .

۴- نتیجه گیری

مدل بارش – رواناب کینفیل که برمبنای شبیه سازی وقایع هیدرولوژیکی و کاربری زمین می باشد، می تواند چشم انداز دبی پیک سیلاب در حوضه های آبریز را با تغییر پوشش گیاهی آشکار سازد. در تحقیق حاضر، خلاصه نتایج حاصل از مدل در سه حالت کاهش پوشش گیاهی به ۱۰ و ۵۰ و۹۰٪ مقدار اولیه در جدول ۵ ارایه شده است.

جدول۵- خلاصه نتایج حاصل از مدل کینفیل در تغییر پوشش گیاهی از جنگلی به چمن زار و مرتع

	t_d= 30(min)	t_d= 60(min)	t_d= 300(min)
سیلاب(m^3/s)	$Q(m^3/s)$	$Q(m^3/s)$	$Q(m^3/s)$
جنگل(10%)	۲۷/۵	۳۷/۸	۱۱/۶۵
جنگل(50%)	۲۲/۱	۳۱/۵	۸/۳
جنگل(90%)	۱۸/۵	۲۰/۵	۶/۴

مطابق جدول ۵، وقتی پوشش گیاهی منطقه به ۱۰ درصد مقدار اولیه کاهش یابد، دبی پیک سیلاب برای زمان بارش ۶۰ دقیقه و دوره بازگشت ۱۰۰ ساله حداکثر مقدار می گردد (۳۷/۸ متر مکعب بر ثانیه) که نشان می دهد نسبت به پوشش جنگلی کامل که حداکثردبی سیلاب معادل ۲/۴ متر مکعب برثانیه بود، افزایش بسیار قابل ملاحظه (حدود ۱۴/۵ برابر) دارد.

شکل۴، مقدار دبی محاسبه شده از مدل کینفیل را با مقدار دبی اندازه گیری شده در حوضه مقایسه می نماید. همان طور که مشاهده می شود، دو مدل انطباق بسیار نزدیکی با یک دیگر دارند و دبی پیک سیلاب در مدل کینفیل معادل ۲/۴ متر

Archive of SID

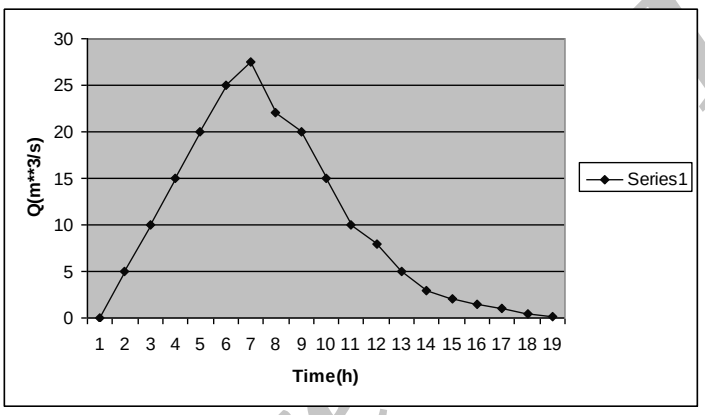
www.SID.ir

مکعب بر ثانیه و دبی انداره گیری شده در حوضه معادل ۲/۲۵ متر مکعب بر ثانیه است که اختلاف حاصله حدود ۷ درصد می باشد.

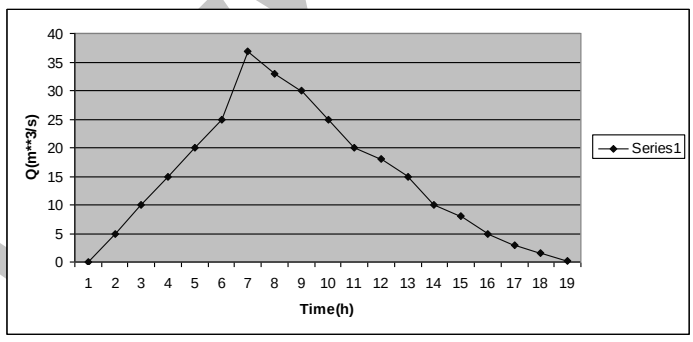
در شکل های(۵)و(۶)مقادیر بارش موثر و کل بارش برحوضه نیز، در تاریخ های ثبت شده ارایه گردیده اند. شکل ۷، مقدار دبی محاسبه شده از مدل کینفیل را با مقدار دبی اندازه گیری شده در حوضه مقایسه می نماید.

همان طور که مشاهده می شود، دو مدل انطباق بسیار نزدیکی با یک دیگر داشته و دبی پیک سیلاب در مدل کینفیل معادل ۱/۹ متر مکعب بر ثانیه و دبی انداره گیری شده در حوضه معادل ۱/۸ متر مکعب بر ثانیه است که اختلاف حاصله حدود ۵ درصد می باشد.

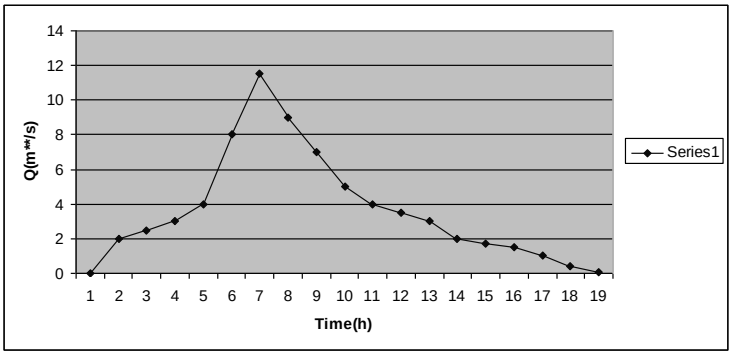
با استفاده از مدل کینفیل به اختصار، تنها نتایج دبی های حاصله بعد از کاهش پوشش گیاهی به ۱۰ درصد مقدار اولیه به دلیل رسیدن به بحرانی ترین حالت، در شکل های ۸ تا ۱۰ ارایه شده اند.



شکل۸- شبیه سازی کاربری زمین با زمان تداوم بارش ۳۰ دقیقه و ۱۰ درصد پوشش جنگلی



شکل ۹- شبیه سازی کاربری زمین با زمان تداوم بارش ۶۰ دقیقه و ۱۰ درصد پوشش جنگلی



شکل۱۰- شبیه سازی کاربری زمین با زمان تداوم بارش ۳۰۰ دقیقه و ۱۰ درصد پوشش جنگلی

www.SID.ir

تشکر وقدردانی

نویسنده مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان به دلیل در اختیار قراردادن امکانات و نرم افزارهای مرتبط تشکر می نماید.

منابع

1. Beven, K.J., 2006. Rainfall-Runoff Modeling. The Primer. John Wiley & Sons, Chichester, pp.279–282.
2. Brakensiek, D.L., Rawls, W.J., 1981. An infiltration based Rainfall-Runoff Model for a SCS Type II Distribution. In: Winter Meeting ASAE. Palmer House,Chicago.
3. Hradek, F., Kovar P., 1994.Design rainfall intensities computation.Water Resources Management, Czech Republic, Vol.11, pp.49–53.
4. Kaldec, V., and Kovar, P., 2009.Use of the KINFIL rainfall-runoff model on the Hukava catchment.Journal of soil and water research, Vol. 1, pp.1-9
5. Kovar, P., 1992. Possibilities of determining design discharges on small catchments using the KINFIL model, Journal of Hydrology and Hydromechanics, Vol. 40, pp.197–220.
6. Kovar, P., Cudlin. P., Herman, M., and Zemek, F., 2002.Analysis of flood events on small river catchments using the KINFIL Model. Journal of Hydrology and Hydromechanics, Vol.50, pp. 157–171.
7. McCulloch, J.S., and Robinson M., 1993. History of forest hydrology. Journal of Hydrology, Vol.150, pp. 189–216.
8. Morel-Seytoux, H.J., 1982.Analytical results for prediction of variable rainfall infiltration. Journal of Hydrology, Vol.59, pp. 209–230.
9. Overton, D.E., Meadows, M.E., 1976.Storm water Modeling. Academic Press London, pp.200–214.
10. Swank, W.T., Crossley, D.A., 1988.Forest Hydrology and Ecology at Coweeta. Ecological Studies 66, Springer Verlag, New York.
11. Tani, M., Abe, T., 2007.Analysis of storm flow and its source area expansion through a simple kinematic wave equation. In: Proc. Vancouver Symposium Forest Hydrology and Watershed Management. Vancouver, IAHS/AIHS Publication No. 167, 609–615.
12. U.S. SCS., 2006.Urban hydrology for small watersheds, U. S. Soil Conservation Service. Technical Release SCS, Washington, Vol.55, pp 13

Archive of SID

www.SID.ir