ISSN
Printed: 2788-4155
Online: 2788-6441

تاریخ دریافت: ۱۰ / ۱۱ / ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش نهایی: ۲۵ / ۱۲ / ۱۳۹۹

برآورد ارتفاع رواناب در حوزه‌های دریایی نیمروز

(با استفاده از مدل شمارهٔ منحنی و GIS)

نگارنده: پوهنمل محمد احسان رازی‌پور[۱]

چکیده

الگوهای استفاده از آب باران، کم‌بود آن را در افغانستان محک می‌زند؛ ورنه، از طریق مدیریت مناسب منابع آبی، میزان بارنده‌گی، کم‌رسی نخواهد کرد. از یک طرف کم‌بود آب برای آب‌یاری، و از طرف دیگر، طغیان سیلاب‌ها، سبب محدودساختن تولیدات زراعتی- مال‌داری و خسارات هنگفت مالی و جانی گردیده است؛ بنابرآن، بررسی زمانی و مکانی میزان آب جاری‌شده در سطح حوزهٔ دریایی جهت برنامه‌ریزی پایدار سکتور زراعت، و مدیریت به‌موقع حوادث و مخاطرات طبیعی، بسیار ضرور است. هدف این تحقیق، برآورد ارتفاع رواناب سطحی در ولایت نیمروز بود، تا توزیع زمانی و مکانی میزان آب جاری روی سطح زمین مشخص گردد. روش تحقیق، تحلیلی- توصیفی بوده، که در آن روش شمارهٔ منحنی رواناب سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS-CN)، با داده‌های سنجش از دور (RS) و نرم‌افزار GIS مدغم گردیده و در برآورد ارتفاع رواناب ولایت نیمروز استفاده گردید. داده‌های ورودی تحقیق، شامل آمار و ارقام بارنده‌گی ایستگاه‌های باران‌سنجی افغانستان، نقشه‌های سنگ‌شناسی و پوشش سطح اراضی بود. نتایج نشان داد، که احتمال ریزش بارنده‌گی‌های پنج‌روزهٔ سنگین (۴۷ تا ۱۰۱ میلی متر)، کم‌تر (۱۰٪) ولی بارنده‌گی‌های پنج‌روزهٔ سبک (۷.۵ تا ۱۶.۷ میلی متر) زیادتر (۹۹٪) است. ولایت نیمروز به مقایسهٔ ولایت‌های فراه، هرات و هلمند، میزان بارنده‌گی کم‌تر بوده و دامنهٔ تفاوت‌های سالانهٔ آن کم‌تر است. بیش از ۹۹٪ خاک‌های نیمروز نفوذپذیری زیاد تا متوسط داشتند. مقادیر CN در ولسوالی چهار برجک کم‌تر از ولسوالی‌های دیگر است، که در ایجاد رواناب و تغذیهٔ آبی بند آب و برق کمال‌خان نقش دارد. ظرفیت نگه‌داری خاک در مناطق سرسبز و انبوه خیلی زیاد؛ اما در کوهستان‌ها خیلی کم بود. ارتفاع رواناب در مناطق شمال‌شرقی زیادتر از شهر زرنج بود و بین ۰ تا ۸۹ میلی متر (با ۴٪ احتمال وقوع) متفاوت بود. مدل شمارهٔ منحنی در برآورد ارتفاع رواناب در مناطق مختلف جهان موافق بوده است؛ با آن هم، جهت تعمیم این مدل در افغانستان باید جیومورفولوجی، ویژه‌گی‌های خاک (مرتبط با رواناب) و تأثیر شیب بر شمارهٔ منحنی با جزئیات فراتر مطالعه گردد، تا ارتفاع رواناب دقیق‌تر برآورد و درون‌یابی گردد.

واژه‌گان کلیدی: نیمروز، رواناب، شمارهٔ منحنی، بند کمال‌خان، بارنده‌گی وLog-Pearson III.

[۱]. استاد بخشِ جغرافیایِ پوهنځی تعلیم و تربیهٔ پوهنتون هرات (razipoor@hu.edu.af)

مقدمه

در افغانستان، برآورد ارتفاع رواناب سطحی، برای مقاصد گوناگون هایدرولوجیکی و حوادث طبیعی مانند سیلاب، الزامی است؛ چون نبود داده‌های کافی در زمینهٔ هایدرولوجی، محدودیت‌های فراوانی را در بخش مدیریت منابع آبی در کشور ایجاد نموده است. میزان بارنده‌گی در افغانستان کم نیست؛ بل‌که الگوهای استفاده از این آب باران کم‌بودی و کم‌رسی آن را محک می‌زند. حتا الگوی کشت نیز از آن متأثر گردیده و به شکل فصلی محصولات زراعی کاشت و برداشت می‌گردند. بعضی از بارنده‌گی‌های افغانستان، برای تأمین نیاز آبی نباتات زراعی کم، ولی برای ایجاد سیلاب‌های ویران‌گر کافی می‌باشند. از یک طرف، کم‌بود آب برای آب‌یاری و مصارف روزمره، و از طرف دیگر، طغیان سیلاب‌ها سبب محدودساختن تولیدات زراعتی– مال‌داری و خسارات هنگفت مالی و جانی گردیده است. سیلاب یکی از حوادث طبیعی بوده، که سالانه خسارات جانی و مالی قابل توجهی را به افغانستان به وجود می‌آورد. تلفات جانی، از دست‌دادن آشیانه و شست‌وشوی زمین‌های زراعی، عمده‌ترین خسارات سیلاب‌اند، که توأم با آلوده‌گی آب و خاک، فرسایش خاک، هدر رفت آب و منابع طبیعی بر اهمیت مدیریت سیلاب در این کشور می‌افزایند (رازی‌پور؛ ۱۳۹۹: ۹۹–۱۰۰)؛ بنابر این، بررسی زمانی و مکانی میزان آب جاری‌شده در سطح حوزهٔ دریایی، جهت برنامه‌ریزی پایدار فعالیت‌های زراعی و مدیریت به‌موقع حوادث و مخاطرات طبیعی، بسیار الزامی است.

مدل شمارهٔ منحنی سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS-CN)، یکی از مهم‌ترین روش‌هایی است که برای برآورد ارتفاع رواناب به کار می‌رود (گیلانده و هم‌کاران؛ ۱۳۹۵: ۱۶۱). مزیت این مدل ارائهٔ نتایج دقیق بدون نیاز به داده‌های مغلق و متنوع می‌باشد، که در مناطق مختلف جهان از این مدل برای محاسبهٔ ارتفاع رواناب استفاده گردیده است (Bhuyan et al, 2003: 303-310; Tirkey et al, 2014: 778-791). مدل SCS-CN خصوصیات مربوط خاک، اقلیم و پوشش سطح را با هم تلفیق نموده و به شکل اعدادی بین ۰ تا ۱۰۰ در تخمین ارتفاع رواناب استفاده می‌گردد. بافت خاک و توزیع اندازهٔ ذرات خاک؛ از قبیل ریگ، سیلت و کلی میزان نفوذپذیری آب را در خاک مشخص ساخته و هم‌راه با نوع پوشش سطح در کنترول و مداخلهٔ باران رسیده به سطح، و توزیع آن نقش مهمی را ایفا می‌کند. وضعیت پیشین رطوبت خاک (AMC) میزان رطوبت موجود در خاک را نشان می‌دهد، که نظر به بارنده‌گی پنج‌روز گذشته محاسبه شده و یکی از عواملی است، که حتا اگر یک منطقه خاک و پوشش مشابهی داشته باشد؛ باز هم میزان رواناب، متفاوت خواهد بود.

تخریب مناطق بلندآب حوزهٔ دریایی به اشکال گوناگونی؛ چون از بین‌بردن پوشش نباتی (لطفی و جعفری؛ ۱۳۹۰: ۲۹۰–۲۹۲)، چرش بیش از حد مواشی و تبدیل چراگاه‌ها به اراضی زراعی باعث کاهش نفوذ آب و افزایش رواناب می‌گردد.

هرچند شمارۀ منحنی یک نقطه را می‌توان به شکل دستی از جدول‌ها و گراف‌های آماده شده محاسبه نمود؛ لیکن این روش قدیمی شده و هزینۀ زمانی و نیروی بشری فراوانی نیاز دارد. در مقابل، کاربرد GIS و داده‌های سنجش از دور در مدل‌های هایدرولوجیکی؛ چون شمارۀ منحنی، هزینه‌های مالی و زمانی و نیروی بشری حاصله از روش عنعنه‌وی را به طور قابل ملاحظه‌یی کاهش می‌دهد (Cheng et al, 2006: 1108-1119; Al-Ghobari et al, 2020: 1-3).

بنابراین، هدف این تحقیق، برآورد ارتفاع رواناب در حوزه‌های دریایی نیمروز، با استفاده از مدل شمارۀ منحنی در محیط نرم‌افزار ArcGIS به منظور مدیریت تلفیقی منابع آب در افغانستان است.

این تحقیق در ولایت نیمروز انجام گردیده، که بین عرض‌البلدهای °۸۵،۳۲ تا °۶۲،۳۵ شمالی و طول‌البلدهای °۵۲،۶۰ تا °۴۹،۶۴ شرقی وجود دارد. این ولایت حدود ۱۰۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح بحر ارتفاع داشته و ۳۴۰۰۰ کیلومتر مساحت دارد. اقلیم آن خشک صحرایی داغ (BWh) بوده، که بارنده‌گی آن بین ۴۳ میلی‌متر تا ۱۱۵ میلی‌متر (به طور اوسط ۵۹ میلی متر) متفاوت است (Fick and Hijmans, 2017: 261؛ رازی‌پور؛ ۱۴۱:۱۳۹۸-۱۴۳). بند آب و برق کمال‌خان روی دریای هیرمند در ولسوالی چهاربرجک این ولایت احداث گردیده است، که سالانه ظرفیت ۹ گیگا وات تولید برق داشته و آب مورد نیاز ۸۷۵ هزار جریب زمین زراعی را تأمین می‌کند.

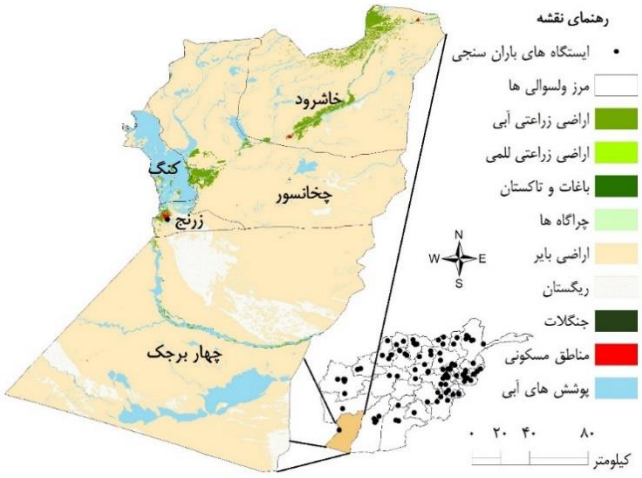
این تحقیق از نظر هدف، کاربردی، از نگاه روش توصیفی- میدانی و بر حسب اطلاعات از نوع کمی می‌باشد. برای برآورد ارتفاع رواناب سطحی در ولایت نیمروز از مدل شمارۀ منحنی (SCS-CN) استفاده گردیده‌است، که در سال ۱۹۷۲ توسط سازمان حفاظت خاک امریکا ابدا شده است:

$$Q = \begin{cases} \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} & P > 0.2S \\ 0 & P \leq 0.2S \end{cases} \quad \text{... (رابطه ۱)}$$

در این رابطه، Q ارتفاع رواناب (mm)، P میزان بارنده‌گی (mm)، و S حداکثر ظرفیت بالقوۀ نگه‌داری خاک حوزۀ دریایی می‌باشد. S از رابطۀ زیر به دست می‌آید:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{... (رابطه ۲)}$$

که در آن، CN شمارۀ منحنی بوده، که از نقشه‌های [۱] گروه هایدرولوجیکی خاک، [۲] پوشش سطح و [۳] وضعیت پیشین رطوبت خاک محاسبه می‌گردد. شمارۀ منحنی بین ۰-۱۰۰ بوده که مقادیر بالا بیان‌گر نفوذپذیری کم‌تر و رواناب بیش‌تر است و برعکس مقادیر پایین، نفوذپذیری بیش‌تر و رواناب کم‌تری ایجاد می‌گردد (Shadeed and Almasri, 2010: 1-2).



شکل [۱]. موقعیت ولایت نیمروز و انواع پوشش سطح اراضی آن

نقشهٔ گروه هایدرولوجیکی خاک (HSG) ولایت نیمروز با استفاده از ویژه‌گی‌های سنگ‌شناسی و مبنی بر خصوصیات تعریف شده توسط سازمان حفاظت خاک امریکا ایجاد گردید (جدول ۱).

جدول ۱. گروه‌های هایدرولوجیکی خاک و خصوصیات آن‌ها:

گروه خاک	**بافت خاک**	**نفوذپذیری** (میلی متر بر ساعت)	
A	ریگ، ریگ لومی یا لوم ریگی	زیاد	۷.۶ – ۱۱.۴
B	لوم سلتی یا لوم	متوسط	۳.۸ – ۷.۶
C	لوم کلی ریگی	کم	۱.۳ – ۳.۸
D	لوم کلی، لوم کلی سیلتی، کلی ریگی، کلی سلتی یا کلی	خیلی کم	<۱.۳

خاک‌ها از لحاظ گروه هایدرولوجیکی به چهار دسته A، B، C و D اند. خاک‌هایی که نفوذپذیری زیادتری داشته و رواناب کم‌تری ایجاد می‌کنند، جزو گروه A بوده و خاک‌هایی که نفوذپذیری متوسط تا کمی دارند و رواناب متناسباً متوسط تا زیادی ایجاد می‌کنند؛ به‌ترتیب در گروه‌های B تا D رده بندی می‌گردند (NRCS, 2009: 1-4). پوشش سطح نیمروز از اطلس پوشش اراضی افغانستان، که توسط FAO ایجاد گردیده بود، استخراج گردید (UN-FAO, 2016: 22-49) و با نقشهٔ گروه هایدرولوجیکی خاک تلفیق گردید.

آمار و ارقام بارنده‌گی، که در جریان سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۶ به شکل روزانه ثبت گردیده بود، از ریاست هواشناسی افغانستان (http://www.amd.gov.af) تهیه گردید. این داده‌ها برای

تحلیل مجموع بارش پنج‌روز قبل از وقوع رواناب استفاده شد. بارش پنج‌روزه در جریان دورهٔ مورد مطالعه (۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵) محاسبه شد و نظر به جدول [۲] برای تعیین شمارهٔ منحنی استفاده گردید.

جدول۲ . رطوبت قبلی خاک (AMC)، میزان بارنده‌گی و شمارهٔ منحنی مربوطه آن

رطوبت قبلی خاک	بارنده‌گی پنج‌روزه قبل از رواناب		شمارهٔ
	فصل خشک	فصل رشد/ مرطوب	منحنی
AMC_I	<۱۲.۷	<۳۵.۶	CN_I
AMC_{II}	۱۲.۷–۲۷.۹	۳۵.۶–۵۳.۳	CN_{II}
AMC_{III}	>۲۷.۹	>۵۳.۳	CN_{III}

جهت توزیع زمانی بارنده‌گی در این تحقیق، از روش توزیع احتمالی لاگ پیارسون نوع ۳ برای احتمال وقوع بیش‌ترین بارنده‌گی پنج‌روزهٔ ایست‌گاه‌های افغانستان با دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال استفاده گردید؛ سپس توزیع مکانی حداکثر بارنده‌گی روزانهٔ ولایت نیمروز با استفاده از ایست‌گاه‌های متذکره و روش وزن‌دهی فاصلهٔ معکوس‌شده (IDW) درون‌یابی گردید. در روش IDW هرقدر فاصلهٔ یک منطقه از ایست‌گاه‌های اگرومتئورولوجی زیادتر گردد، ساحات درون‌یابی‌شدهٔ آن منطقه از میزان بارنده‌گی ایست‌گاه قرار روابط زیر کم‌تر متأثر می‌گردد (Al-Ghobari et al, 2020: 9):

$$P(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^{m} w_i \; x \; P_i \quad \text{...(رابطه ۳)}$$

$$w_i = \frac{1/_{Xi^2}}{\sum_{i=1}^{m} 1/_{Xi^2}} \quad \text{...(رابطه ۴)}$$

$$x_i{}^2 = (x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 \quad \text{...(رابطه ۵)}$$

که، $P\ (x_0, y_0)$ عبارت از بارش تخمین‌شده در مختصات (x_0, y_0) بوده؛ P_i بارش ایست‌گاه باران‌سنجی (i)؛ w_i وزن ایست‌گاه باران‌سنجی؛ و $x_i =(x_i, y_i)$ مختصات ایست‌گاه باران‌سنجی می‌باشد.

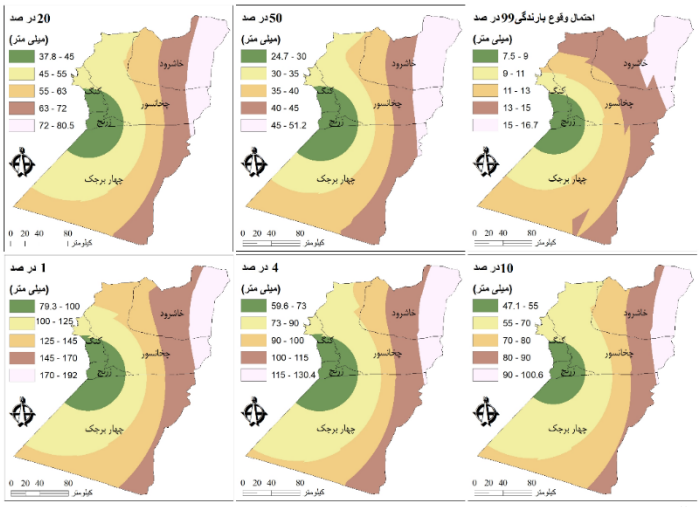
در نهایت، نقشهٔ شمارهٔ منحنی ولایت نیمروز، با استفاده از نقشه‌های گروه هایدرولوجیکی، پوشش اراضی و رطوبت پیشین خاک (AMC)، باتوجه به هدایات ارائه‌شده توسط سازمان حفاظت خاک (SCS)، ایجاد گردید. نقشه‌های حداکثر ظرفیت نگه‌داری خاک (S) و رواناب سطحی (Q) ولایت نیمروز، به‌ترتیب از رابطه‌های (۲) و (۱) با استفاده از ابزار Raster Calculator و نقشهٔ CN در نرم‌افزار ArcGIS به دست آمد.

نتایج و مناقشه

توزیع زمانی و مکانی بارنده‌گی

منظور از توزیع زمانی و مکانی بارنده‌گی، این است که چه مقدار بارش در کدام وقت سال و در کجا وجود دارد. احتمال وقوع حداکثر بارنده‌گی پنج‌روزه در تمام ایستگاه‌های افغانستان، طی دورهٔ آماری متذکره محاسبه شد و نقشه‌های بارنده‌گی با دوره‌های بازگشت ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ سال با استفاده از روش IDW درون‌یابی گردید. حداقل و حداکثر بارنده‌گی روزانهٔ در نیمروز ۱۳ و ۵۷ میلی‌متر (با میانه ۲۵ میلی متر) بود. احتمال وقوع حداکثر بارنده‌گی پنج‌روزه نظر به موقعیت مکانی متفاوت بود؛ طوری‌که در شهر زرنج و ولسوالی کنگ کم‌تر، ولی در قمست‌های شرقی زیادتر است. بارنده‌گی‌های سنگین، فیصدی احتمال ریزش کم‌تری نسبت به بارنده‌گی‌هایی با میزان کم‌تر دارند؛ به طور مثال، حداکثر ۷.۵ تا ۱۶.۷ میلی متر بارنده‌گی حدود ۹۹ احتمال وقوع داشته؛ در حالی‌که بارنده‌گی به عمق ۴۷ تا ۱۰۱ میلی متر در نیمروز، فقط ۱۰ ٪ احتمال نزول دارد (شکل ۲).

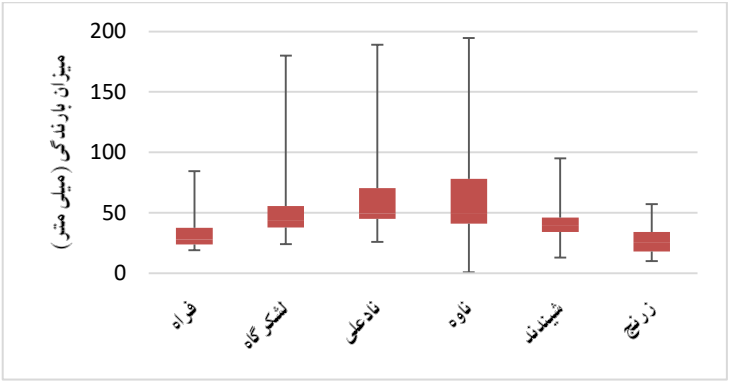
ایستگاه‌های باران‌سنجی که در نیمروز یا نزدیک به آن میزان بارنده‌گی روزانه ثبت می‌گردید، برای مقایسهٔ احصائیه‌وی حداکثر بارش پنج‌روزه انتخاب گردید؛ طوری‌که در شکل ۳ دیده می‌شود، در ایستگاه‌های ناوه، نادعلی و لشکرگاه، میزان بارنده‌گی حداکثر روزانه بیش‌تر از نسبت به شهر زرنج، ولسوالی شیندند و ولایت فراه دارند. پراکنده‌گی بارنده‌گی نیز در سه ایستگاه قبلاً ذکر شده، بیش‌تر از ۳ ایستگاه، بعداً ذکر شده می‌باشد. نظر به سال، میزان بارنده‌گی حداکثر پنج‌روزه در ولایت هلمند بسیار متفاوت‌تر از فراه و نیمروز است. تقریباً در ولایت نیمروز، بارنده‌گی، سال‌به‌سال تفاوت بسیار زیادی در مقایسه با فراه و شیندند ندارد (شکل ۳).



شکل ۲. حداکثر بارنده‌گی پنج‌روزه در ولایت نیمروز، با احتمال وقوع ۹۹، ۵۰، ۲۰، ۱۰، ۴، و ۱ درصد (۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵)

ارتفاع رواناب سطحی و پارامترهای آن

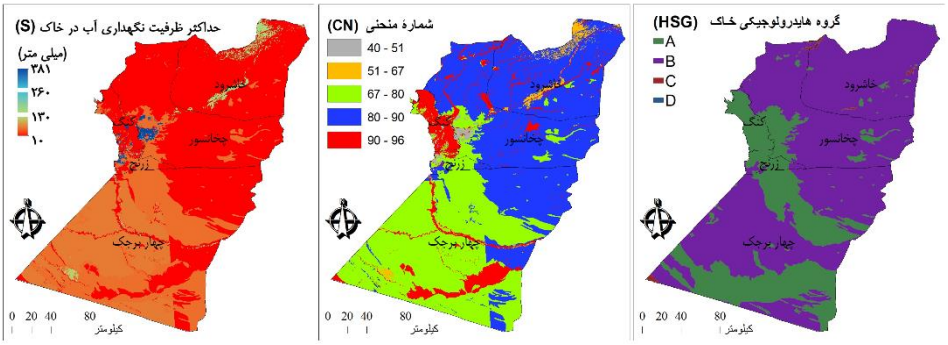
گروه‌های هایدرولوجیکی خاک، شمارهٔ منحنی و ظرفیت نگه‌داشت آب ولایت نیمروز در شکل ۴ نشان داده شده است. باتوجه به خصوصیات نقشهٔ جیولوجیکی، در ولایت نیمروز، گروه هایدرولوجیکی A، B، C و D به ترتیب حدود ۲۷.۲٪، ۷۲.۴٪، ۰.۴٪ و ۰.۰۱٪ سطح زمین را احتوا نموده اند، که نشان می‌دهد در این ولایت، میزان نگه‌داشت آب در خاک بسیار است.



شکل ۳. حداکثر بارنده‌گی پنج‌روزه در ولایت نیمروز و مناطق نزدیک آن

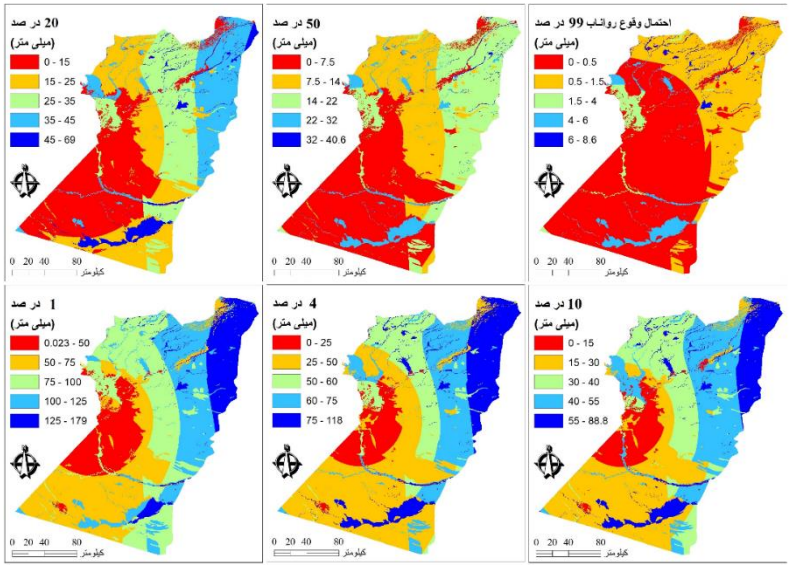
نقشهٔ دیجیتالی CN بر پایهٔ گروه هایدرولوژکی خاک، وضعیت رطوبتی و پوشش سطح در ArcGIS۱۰.۲ ایجاد گردید؛ طوری که در نقشهٔ CN دیده می‌شود، مقادیر شمارهٔ منحنی در مناطق غربی ولسوالی چخانسور و نیز قسمت‌های شمالی و مرکزی ولسوالی خاشرودT به دلیل وجود پوشش نباتی باغات و اراضی زراعی کم، ولی در بقیه قسمت‌های این ولسوالی‌ها زیاد است. شمارهٔ منحنی در ولسوالی چهاربُرجک کم‌تر از ولسوالی‌های دیگر است، که این امر در ایجاد رواناب و تغذیهٔ آبی بند آب و برق کمال‌خان حایز اهمیت است (شکل ۴).

نقشهٔ بیش‌ترین ظرفیت نگه‌داشت آب با استفاده از (رابطهٔ ۲)، بعد از ایجاد نقشهٔ CN، تخمین گردید. ظرفیت نگه‌داری آب در مناطق ریگی و مناطقی با پوشش انبوه نباتی زیاد بوده و تا ۳۸۱ میلی متر می‌رسد؛ در حالی‌که در ساحات کوهستانی که پوشش سنگی دارند، ظرفیت بسیار کم نگه‌داری و نفوذپذیری آب را تا مرز ۱۰ میلی متر دارا بودند (شکل ۴).



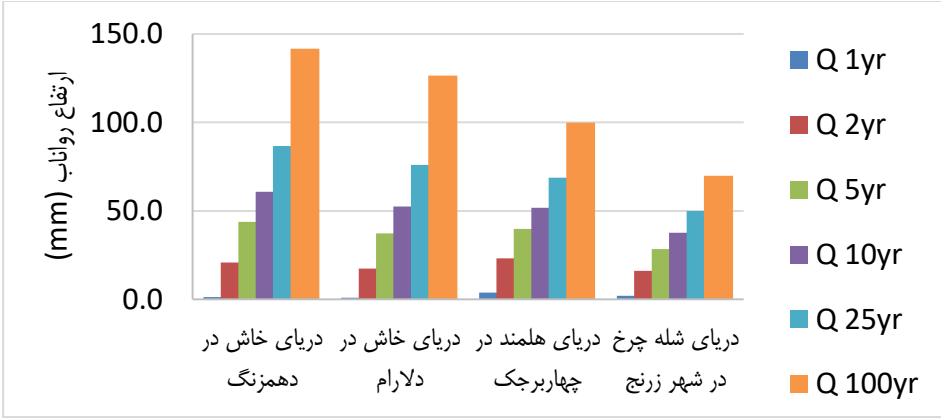
شکل ٤. از راست به چپ: گروه‌های هایدرولوجیکی خاک، شمارهٔ منحنی و حداکثر ظرفیت نگه‌داری خاک در ولایت نیمروز.

نقشهٔ رواناب سطحی از طریق رابطهٔ (۱) و با استفاده از نقشهٔ بارنده‌گی حداکثر روزانه و نقشهٔ حداکثر ظرفیت نگه‌داری خاک تحلیل گردید؛ طوری‌که در شکل (۵) دیده می‌شود، ارتفاع رواناب در بخش‌های شرقی نیمروز، بیش‌تر از بخش‌های غربی آن است؛ به‌گونهٔ مثال، کم‌ترین و بیش‌ترین میزان رواناب، به ترتیب در شهر زرنج و خاشرود می‌باشد. رواناب در نیمروز همه‌ساله حد اکثر ۰–۸.۸ میلی متر، به هر ۲ سالی ۰–۴۰.۶ میلی متر، در هر ۴ سال ۰–۶۹ میلی متر، در هر ۱۰ سال ۰–۸۸.۸ میلی متر، در هر ۵۰ سال ۰–۱۱۸ میلی متر و در هر ۱۰۰ سال یک بار ۰.۰۲–۱۷۹ میلی متر ارتفاع خواهد داشت (شکل ۵).



شکل ٥. توزیع مکانی ارتفاع رواناب در ولایت نیمروز با احتمال وقوع ۹۹، ۵۰، ۲۰، ۱۰، ۴، و ۱ درصد (۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵)

احتمال وقوع بیش‌ترین ارتفاع رواناب به میزان ۴ میلی متر، ۲۳ میلی متر، ۴۰ میلی متر، ۵۲ میلی متر، ۶۹ و ۱۰۰ میلی متر در نزدیکی بند کمال‌خان، ولسوالی چهاربرجک به ترتیب، ۱سال، ۲ سال، ۵ سال، ۱۰ سال، ۲۵ سال و ۱۰۰ سال زمان لازم دارد (شکل ۶).



شکل ٦. مقایسهٔ ارتفاع رواناب در ایستگاه‌های هایدرولوجیکی در ولایت نیمروز به تفکیک احتمال وقوع ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ سال

نتیجه‌گیری

بااستفاده از روش شمارهٔ منحنی، داده‌های سنجش از دور و نرم‌افزار ArcGIS 10.4 ارتفاع رواناب در سطح حوزه‌های دریایی ولایت نیمروز تخمین گردید. در نتیجهٔ تحلیل روش احتمال وقوع لاگ پیرسون معلوم شد، که به طور اوسط، احتمال رخداد بیش‌ترین بارنده‌گی پنج‌روزه به میزان ۳۰، ۵۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی متر به ترتیب ۵۰٪ می‌باشد. بارنده‌گی‌های سنگین (۴۷ تا ۱۰۱ میلی متر) فیصدی احتمال ریزش کم‌تری (۱۰٪) نسبت به بارنده‌گی‌هایی سبک (حداکثر ۷.۵ تا ۱۶.۷ میلی متر با ۹۹٪ احتمال وقوع) دارند. ولایت نیمروز به مقایسهٔ ولایات فراه، هرات و هلمند میزان بارنده‌گی کم‌تر بوده و دامنهٔ تفاوت‌های سالانهٔ آن زیاد نیست. بیش از ۹۹٪ خاک‌های نیمروز نفوذپذیری زیاد تا متوسط داشته و تنها کم‌تر از نیم درصد نفوذپذیری کم و خیلی کمی داشتند. مقادیر CN در ولسوالی چهاربُرجک، کم‌تر از ولسوالی‌های دیگر است، که این امر در ایجاد رواناب و تغذیهٔ آبی بند آب و برق کمال‌خان حایز اهمیت است. ظرفیت نگه‌داری در جاهای سرسبز خیلی زیاد، ولی در کوهستان‌ها خیلی کم بود. ارتفاع رواناب در مناطق شمال‌شرقی زیادتر از ولسوالی کنگ و شهر زرنج بود؛ به طور میان‌گین ۰ تا ۸۹ میلی متر (با ۴٪ احتمال وقوع) متفاوت بود. مدل شمارهٔ منحنی در برآورد ارتفاع رواناب در مناطق مختلف جهان موفق بوده است؛ با آن هم، جهت تعمیم این مدل در مناطق دیگر افغانستان به مطالعات بیش‌تر و فراتر خصوصیات جیولوجیکی و سنگ‌شناسی نیاز است

تا ویژه‌گی‌های خاک‌ها دقیق‌تر درون‌یابی گردد. خصوصیات توپوگرافی به خصوص درجهٔ شیب نقش مهمی در نیرو بخشی رواناب سطحی دارد؛ از این رو تأثیر شیب نیز باید در شمارهٔ منحنی در نظر گرفته شود.

سرچشمه‌ها

۱. رازی‌پور، محمد احسان. (۱۳۹۹). «**مطالعهٔ توزیع زمانی واقعات سیلاب و خسارات ناشی از آن‌ها در افغانستان**». پوهنتون هرات: مجلهٔ اندیشه. شمارهٔ ۹۹: صص ۹۹–۱۰۸.

۲. رازی‌پور، محمد احسان. (۱۳۹۸). «**نقشهٔ جهانی و به‌روزشدهٔ طبقه‌بندی اقلیمی کوپن–گایگر**». پوهنتون هرات: مجلهٔ اندیشه. ۹۱: صص ۱۳۷–۱۴۴.

۳. گیلانده، عطا غفاری، بهروز سبحانی و الناز استادی باباکندی. (۱۳۹۵). «**برآورد شمارهٔ منحنی و ارتفاع رواناب در محیط Arc-GIS (مطالعهٔ موردی: شهرستان مشکین شهر)**». دانش‌گاه تبریز: مجلهٔ علمی هیدروژئومورفولوژی، شمارهٔ ۹: ۱۵۹–۱۷۵.

۴. لطفی، حیدر و مهتاب جعفری. (۱۳۹۰). «**فرایند ایمن‌سازی شهری جهت مقابله با مخاطرات طبیعی «سیل» (مطالعهٔ موردی: شهر تهران)**». دانش‌گاه آزاد اسلامی: فصل‌نامهٔ علمی–پژوهشی فضای جغرافیایی. سال یازدهم. شمارهٔ ۳۶: ۲۸۳–۲۹۶.

5. Al-Ghobari, Hussein, Dewidar, Ahmed, and Alataway, Abed. (2020). **Estimation of Surface Water Runoff for a Semi-Arid Area Using RS and GIS-Based SCS-CN Method. Water**, 12, 1924; doi:10.3390/w12071924
6. Bhuyan, S.J., Mankin, K.R. and Koelliker, J.K. (2003). **Watershed–scale AMC selection for hydrologic modeling**. Trans. ASAE, 46, 303-310.
7. Cheng, Q., Ko, C., Yuan, Y., Ge, Y. and Zhang, S. (2006). **GIS modeling for predicting river runoff volume in ungauged drainages in the Greater Toronto Area, Canada**. Comput. Geosci. 32, 1108–1119.
8. Fick, S.E. and R.J. Hijmans, (2017). **WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas**. International Journal of Climatology 37 (12): 4302-4315.
9. NRCS. (2009). **Hydrologic Soil Groups. In National Engineering Handbook**; United States Department of Agriculture,

Natural Resources Conservation Science, US Government Printing Office: Washington DC, USA.

10. Shadeed, Sameer, Almasri, Mohammad. (2010). **Application of GIS based SCS-CN Method in West Bank Catchments**, Palestine. Water Science and Engineering. 3(1), PP. 1-13.
11. Tirkey, A.S., Pandey, A.C. and Nathawat, M.S. (2014). **Use of high-resolution satellite data, GIS and NRCS-CN technique for the estimation of rainfall-induced run-off in small catchment of Jharkhand India. Geocarto**. Int. 29, 778–791.
12. United Nation-Food and Agricultural Organization (2016). **Land cover atlas of the Islamic Republic of Afghanistan**. ISBN 978-92-5-108915-6.
13. USDA. (1972). **Hydrology. In National Engineering Handbook; United States Department of Agriculture**, Soil Conservation Service, US Government Printing Office: Washington, DC, USA.

بخشِ دوم

علوم اجتماعی