نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و دوم، شماره اول، ۱۳۹٤
http://jwsc.gau.ac.ir

بومی‌سازی فایل اقلیم مدل پروژه پیش‌بینی فرسایش آبی (WEPP) (مطالعه موردی: پایگاه تحقیقاتی سنگانه، استان خراسان رضوی)

***شهربانو عباسی‌جندانی[۱]، علی طالبی[۲] و علی‌اکبر عباسی[۳]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه یزد، [۲]دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه یزد، [۳]استادیار گروه آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۹۲/٤/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱

چکیده

مدل وپ (WEPP)، یک مدل شبیه‌سازی پیوسته، فرآیند محور و توزیعی است که با استفاده از داده‌های آب و هوایی و اطلاعات سایر زیرمدل‌ها، فرآیندهای رواناب، فرسایش و رسوب را شبیه‌سازی می‌کند. بنابراین برای اجرای مدل، باید اطلاعات اقلیمی را به فرمت قابل‌قبول توسط مدل WEPP تبدیل کرد که تهیه این فایل اقلیمی برای مناطق دارای مشکل در تهیه داده، کاری سخت و گاهی غیرممکن است. همین امر سبب شده است تا بیش‌تر کاربران مدل WEPP برای ساخت فایل اقلیمی از ایستگاه مشابهی در آمریکا استفاده کنند که این امر میزان کارایی مدل را در مناطق خارج از آمریکا کاهش می‌دهد. بنابراین در این مطالعه سعی شده است تا فایل اقلیمی مدل WEPP با استفاده از داده‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه (سنگانه کلات) و برنامه BPCDG تولید شود. بدین منظور پس از تهیه اطلاعات اقلیمی مورد نیاز، فایل‌های ورودی برنامه BPCDG در برنامه Notpad تهیه و به مدل معرفی شده و فایل اقلیمی نهایی ایجاد شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که مدل WEPP قادر است تا این فایل اقلیمی را شناسایی و اطلاعات آن را به درستی بخواند. همین امر سبب می‌شود که دقت نتایج مدل نیز افزایش یابد.

واژه‌های کلیدی: مدل WEPP، برنامه BPCDG، CLIGEN، داده هواشناسی، حوزه سنگانه

* مسئول مکاتبه: sh.abbasi@ut.ac.ir

مقدمه

فرسایش خاک اثرات درون‌حوزه‌ای شامل کاهش حاصلخیزی خاک و اثرات برون‌حوزه‌ای شامل کاهش کیفیت آب، را در پی دارد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۲). در کشور ما نیز فرسایش هر ساله خسارات جبران‌ناپذیری را به اکوسیستم‌های حوزه‌های آبخیز و اقتصاد کشور وارد می‌سازد. تدوین و اجرای مؤثر برنامه‌های مهار فرسایش، نیاز به درک کامل فرآیندهای آن، توانایی در اندازه‌گیری و برآورد دقیق شدت فرسایش، شناخت عمیق مسأله و اعمال تکنیک‌های علمی در کنترل آن دارد. در بیش‌تر حوزه‌های آبخیز، داده‌های مورد نیاز برای برآورد رسوب در پایین‌دست دامنه‌ها وجود ندارد. از طرفی به‌دلیل مشکلات اجرایی و وسعت حوزه‌ها، امکان استفاده از روش‌های مستقیم مانند پلات‌گذاری، روش‌های هیدرولیکی و هیدرولوژیکی برای محاسبه فرسایش در دامنه‌ها به‌جز موارد محدود و برای حوزه‌های کوچک وجود ندارد. راه مناسب دیگری که برای به‌دست آوردن مقدار فرسایش و رسوب وجود دارد، اندازه‌گیری غیرمستقیم به کمک روابط و مدل‌های ارایه شده، است (فعله‌گری، ۲۰۱۱). در این رابطه مدل‌های شبیه‌ساز به ابزارهای با اهمیتی برای آنالیز فرآیندهای طبیعی دامنه‌ها و حوزه‌های آبخیز و همچنین توسعه سناریوهای مختلف مدیریتی آبخیزداری تبدیل شده‌اند. مدل‌ها در واقع بروز فرآیندها و وقایع را به‌صورت روابط یک سلسله عوامل موجود در جوامع (حقیقی یا غیرحقیقی)، با زبان ریاضی به نمایش می‌گذارند (تین و همکاران، ۱۹۹۳). انواع مختلفی از مدل‌های فرآیند محور برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی فرسایش در دهه‌های اخیر توسعه پیدا کرده‌اند. پروژه پیش بینی فرسایش آبی (WEPP)[1] (نیرینگ و همکاران، ۱۹۸۹) یکی از مشهورترین مدل‌های فرآیند محور است که با پایه فیزیکی می‌تواند هدررفت خاک و رسوب‌گذاری را با استفاده از مکانیسم‌ها و فرآیندهای توزیعی زمانی و مکانی روی دامنه‌ها و در داخل آبراهه‌ها پیش‌بینی کند (نیرینگ و همکاران، ۱۹۸۹؛ فلاناگان و نیرینگ، ۱۹۹۵). مدل WEPP در دو مقیاس دامنه و حوزه آبخیز قابل استفاده بوده و قادر است میزان فرسایش، رسوب و رواناب را به‌صورت سال‌های متوالی و یا برای یک رگبار برآورد کند. مدل دامنه WEPP دارای چهار بخش اقلیم، خاک، مدیریت و توپوگرافی است و در مدل حوزه آبخیز علاوه‌بر این چهار بخش، داده‌های مربوط به تأسیسات آبخیزداری، کانال و مخازن نیز اضافه می‌شود (فلاناگان و نیرینگ، ۱۹۹۵). در میان زیرمدل‌های WEPP، اقلیم به‌دلیل نقش ویژه آن در فرسایش، اهمیت ویژه‌ای دارد. WEPP برای پذیرش دو نوع

1- Water Erosion Prediction Project model

متفاوت از فایل‌های اقلیمی طراحی شده است: فرمت کلیژن[1] استاندارد (با فرض رگباری به شکل تابع نمایی دوگانه) و داده نقطه انفصال[2]. فایل اقلیمی مدل WEPP به فرمت کلیژن به داده‌های زیادی نیاز دارد و ساخت آن کار راحتی نیست و در حالت نقطه انفصال نیز فایل اقلیمی باید دستی ایجاد شود که به زمان و دقت زیادی نیاز دارد (فلاناگان و لیوینگستن، ۱۹۹۵). در واقع یکی از محدودیت‌های بزرگ مدل‌های فرآیند محور، سختی به‌دست آوردن مجموعه داده‌های مورد نیاز است. اگرچه این مشکل بیش‌تر جهانی است، اما در کشورهای در حال توسعه، شدیدتر است. با ظهور تکنولوژی‌های کامپیوتری، تولید مدل‌های جدید معمولاً با ابزارهایی برای ایجاد فایل‌های ورودی یا مجموعه داده‌های مورد نیاز مدل، حمایت می‌شود. کلیژن (نایکس و همکاران، ۱۹۹۵) برنامه مستقلی است که فایل‌های ورودی اقلیمی را برای مدل WEPP تولید می‌کند و دارای پایگاه داده حدود ۷۰۰۰ ایستگاه درون آمریکا است. کلیژن، ابتدا توسط ویلیامز و همکاران (۱۹۸۵) برای مدل‌های EPIC[3] و SWRRB[4]، ایجاد شد و سپس در مدل‌های فرسایش WEPP و WEPS[5]، نیز به‌کار برده شد. به‌دلیل این‌که WEPP، کلیژن و پایگاه داده کلیژن به‌طور مقدماتی برای کاربرد درون آمریکا توسعه یافته‌اند، به‌دست آوردن فایل‌های ورودی با پارامترهای مورد نیاز کلیژن می‌تواند برای موقعیت‌های خارج از آمریکا، مشکلی جدی باشد. کلیژن برای هر ایستگاه به پارامترهای هواشناسی ماهانه بلندمدت نیاز دارد که شامل میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی عمق بارش، احتمالات روز مرطوب بعد از روز مرطوب و روز مرطوب بعد از روز خشک، میانگین، بیشینه و کمینه دمای هوا، حداکثر شدت بارش به‌شدت متوسط، زمان تا پیک به‌مدت بارش، تابش خورشیدی و سرعت و جهت وزش باد، است. این اطلاعات در قالب فایلی با فرمت PAR.* به کلیژن معرفی می‌شوند. با استفاده از این پارامترهای آماری ماهانه، برنامه کلیژن توالی روزانه داده هواشناسی شبیه‌سازی شده را برای سال‌های مورد نظر، تولید خواهد کرد. با این وجود، نایکس و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند که استفاده از الگوهای شدت تولید شده با کلیژن به‌عنوان ورودی در WEPP، فقط در حدود ۹۰ درصد رواناب محاسبه شده با استفاده از الگوهای شدت مشاهداتی را توصیف می‌کند، که به وضوح برتری استفاده از داده رگبار نقطه انفصال مشاهداتی را نشان می‌دهد.

1- CLIGEN
2- Breakpoint Data
3- Erosion Productivity Impact Calculator
4- Simulator for Water Resources in Rural Basins
5- Wind Erosion Prediction System

به‌دست آوردن آمار هواشناسی مورد نیاز کلیژن در آمریکا و دیگر کشورهای توسعه‌یافته، کار سختی نیست، اما در بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌تواند بی‌نهایت مشکل و یا غیرممکن باشد. برای نمونه، برای محاسبه شکل رگبار، پارامتر زمان تا پیک مورد نیاز است، این پارامتر در صورتی به راحتی می‌تواند در دسترس باشد که ایستگاه ثبت‌کننده ۱۵ دقیقه‌ای وجود داشته باشد، در حالی‌که در بسیاری از کشورها چنین ایستگاه‌هایی وجود ندارد. گته و همکاران (۱۹۹۹) برنامه کامپیومتری تولیدکننده داده اقلیمی نقطه انفصال (BPCDG)[1] را توسعه دادند که فایل ورودی اقلیم را با استفاده از مجموعه داده هواشناسی روزانه مشاهداتی در فرمت قابل‌قبول WEPP تولید می‌کند. BPCDG چندین برتری نسبت به کلیژن دارد: نخست این‌که می‌توان از رگبار مشاهداتی و دیگر مجموعه‌های داده هواشناسی روزانه استفاده کرد. دوم این‌که، به‌کار بردن آن راحت است و فایل‌های ورودی مورد نیاز می‌توانند با هر ویرایشگر متنی ایجاد شوند. سوم، کاربر را با روش‌های مختلف آماری برای آماده کردن مجموعه داده ورودی، روبه رو نمی‌کند. چهارم، داده ورودی می‌تواند در هر ایستگاه اقلیمی استانداردی یافت شود و به اطلاعات ویژه‌ای مانند آن‌چه که در ایستگاه‌های ثبت‌کننده بارش ۱۵ دقیقه‌ای آمریکا وجود دارد، نیاز نیست. از طرفی، به‌خاطر این‌که در بسیاری از ایستگاه‌های اقلیمی کشورهای در حال توسعه، اطلاعات به‌خصوص در مورد جهت وزش و سرعت باد، در دسترس نیست، BPCDG این امکان را فراهم کرده است که داده‌های کیفی باد را به اطلاعات کمی تبدیل کند و از آن‌ها در ساخت فایل اقلیمی استفاده کند.

به‌دلیل این‌که مدل WEPP بیش‌تر فرآیندهای مؤثر در فرسایش را در نظر گرفته است، به‌طور گسترده‌ای در سراسر جهان استفاده می‌شود (نیرینگ و همکاران، ۱۹۹۰؛ ژانگ و همکاران، ۱۹۹٦؛ تی‌واری و همکاران، ۲۰۰۰؛ آمور و همکاران، ۲۰۰٤؛ پی‌یری و همکاران، ۲۰۰۷؛ پندی و همکاران، ۲۰۰۸؛ دون و همکاران، ۲۰۰۹؛ ورما و همکاران، ۲۰۱۰؛ آلبارادیا و همکاران، ۲۰۱۱؛ فو و همکاران، ۲۰۱۲؛ دفرشا و همکاران، ۲۰۱۲؛ جینجون و چاو، ۲۰۱۲)، که در بیش‌تر این مطالعات نیز برای ساخت فایل اقلیمی از برنامه کلیژن، استفاده شده است. گته (۲۰۰۱) کاربرد و تطابق مدل دامنه WEPP را نسبت به سیستم‌های کشاورزی سنتی در اتیوپی آزمایش کرد. او برای ساخت فایل اقلیمی از برنامه BPCDG استفاده کرد. مدل برای پارامترهای هدایت هیدرولیکی گرین- امپت[2] و فرسایش‌پذیری

1- Breakpoint Climate Data Generator
2- Green-Ampt

خاک واسنجی شد. نتایج حاصله نشان داد که مدل رواناب را بیش‌تر از مقدار و تلفات خاک را کم‌تر از مقدار برآورد می‌کند. نتایج همچنین نشان داد که اجرای WEPP با استفاده از برنامه اقلیمی BPCDG بسیار خوب است و گام مهمی در کاربرد این مدل در آینده است. راکلت و آلبرگل (۲۰۰۶) گزارش کردند که وقتی فایل اقلیمی تولید شده با برنامه BPCDG در مدل WEPP استفاده شود، نتایج مطلوبی برای حوزه‌های کشاورزی مدیترانه‌ای ایجاد می‌کند. سینگ و همکاران (۲۰۱۱) از مدل WEPP برای مدل‌سازی رواناب و رسوب یک حوزه تپه‌ای در شرق هیمالیا، استفاده کردند. آن‌ها برای ساخت فایل اقلیمی از برنامه BPCDG استفاده کردند. وقتی پارامترهای مدل واسنجی شدند، نتایج به‌دست آمده از اجرای مدل به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود پیدا کرد. نتایج حاصله نشان داد که مدل به پارامترهای خاک یعنی فرسایش‌پذیری شیاری، فرسایش‌پذیری بین شیاری، هدایت هیدرولیکی، تنش برشی بحرانی و ضریب زبری مانینگ، کاملاً حساس است. معدود مطالعاتی که در ایران بر روی مدل WEPP انجام شده است، براساس استفاده از برنامه کلیژن و ایستگاهی مشابه از آمریکا، بوده است (گلکاریان، ۲۰۰۵؛ اسدی و همکاران، ۲۰۰۷؛ کوثری، ۲۰۰۸؛ کلارستاقی و همکاران، ۲۰۰۹؛ محمودآبادی و همکاران، ۲۰۱۰).

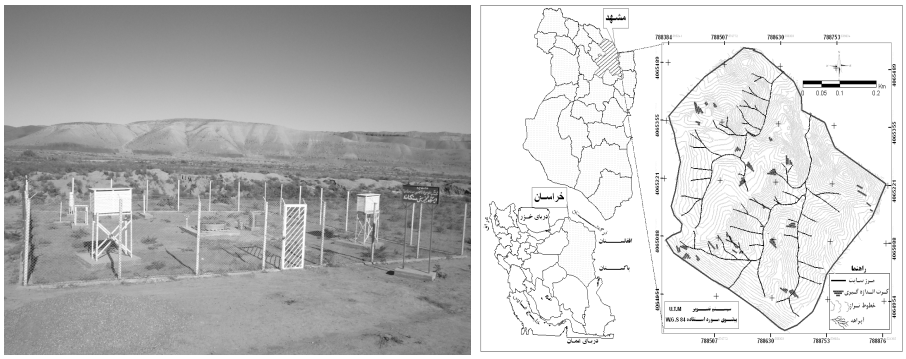
همان‌طورکه گفته شد در بیش‌تر مطالعات انجام شده با مدل WEPP و به‌خصوص در ایران برای ساخت فایل اقلیمی از برنامه کلیژن، استفاده شده است. از بین پارامترهای موجود در فایل با فرمت PAR.* برای اجرای کلیژن، چند پارامتر مهم وجود دارند که تعیین‌کننده شکل رگبار و فرسایندگی آن می‌باشند. این پارامترها شامل، مقدار بارش، حداکثر شدت بارش به‌شدت متوسط (IP) و زمان تا پیک به‌مدت بارش (TP) می‌باشند. در واقع این سه پارامتر الگوی رگبار را برای منطقه مورد نظر تعیین می‌کنند. در این بین در کشورهایی که مشکل پایگاه داده دارند، استفاده از برنامه کلیژن مستلزم انتخاب یکی از ایستگاه‌های هواشناسی آمریکا است تا با استفاده از آن، پارامترهای اقلیمی مورد نیاز مدل WEPP ایجاد شوند. از طرفی به‌دلیل تنوع اقلیم و پارامترهای اقلیمی در ایران و آمریکا، تعیین مناطق مشابه از نظر آب و هوایی بسیار مشکل است و به‌دلیل تفاوت قابل ملاحظه رژیم بارشی دو کشور، احتمال خطا در نتایج شبیه‌سازی افزایش خواهد یافت. در واقع به‌دلیل این‌که نوع و شدت رگبارها در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد، نوع و میزان فرآیندهای فرسایشی و هیدرولوژیکی نیز با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای خواهند داشت. با این وجود، فرآیند انتخاب ایستگاه مشابه از آمریکا در بهترین حالت با استفاده از سه پارامتر دمای حداکثر، دمای حداقل و مقدار بارش، انجام می‌شود. سپس کاربران

با فرض مشابه بودن ایستگاه منطقه مطالعاتی با ایستگاهی از آمریکا، فایل اقلیمی موردنظر را تکمیل کرده و الگوی بارشی ایستگاه منتخب از آمریکا را مبنای کار خود قرار داده و مدل را با استفاده از فایل اقلیمی تولید شده اجرا می‌کنند. این کار سبب می‌شود که اصلی‌ترین پارامتر اقلیمی مؤثر در ایجاد فرسایش یعنی بارش و مشخصات آن، با دقت مطلوبی به مدل معرفی نشوند. از این‌رو لازم است که فایل اقلیمی مورد نیاز مدل WEPP فقط براساس اطلاعات منطقه مطالعاتی ایجاد شود. بومی کردن فایل اقلیمی با استفاده از برنامه BPCDG برای استفاده در مدل WEPP، می‌تواند راه‌گشای استفاده بیش‌تر از این مدل پیچیده در امور تحقیقاتی ایران باشد که منجر به شناخت و فهم بیش‌تر فرآیندهای فرسایشی می‌شود. استفاده از برنامه BPCDG برای ساخت فایل اقلیمی این امکان را می‌دهد که مدل WEPP با استفاده از اقلیم منطقه مطالعاتی اجرا شود. علاوه‌بر این، استفاده و آزمایش مدل WEPP در شرایط ایران و مقایسه نتایج به‌دست آمده از آن با مقادیر واقعی، می‌تواند گامی مؤثر در افزایش دامنه استفاده از این مدل پیچیده باشد. در این صورت می‌توان به‌میزان دقیق‌تری از فرسایش، رسوب و رواناب دست یافت و علاوه‌بر آن با شناخت نقاط بحرانی حوزه‌ها، می‌توان برنامه‌های مناسب را برای آن‌ها طرح‌ریزی کرد. این مدل همچنین می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای درک و فهم فرآیندهای فرسایش خاک، مورد استفاده قرار گیرد. اما گام اول در این مسیر، ساخت فایل اقلیمی مناسب است که براساس پارامترهای منطقه مطالعاتی باشد. بنابراین، در این مطالعه، نحوه ساخت فایل اقلیمی مدل WEPP با استفاده از برنامه BPCDG برای حوزه آبخیز تحقیقاتی سنگانه مشهد تشریح می‌شود و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شرایط این حوزه آبخیز معرف مانند دارا بودن پلات‌های اندازه‌گیری رواناب و رسوب، ایستگاه هواشناسی، و سایر داده‌های مورد نیاز، امکان ارزیابی این مدل را فراهم کرده است. نتایج این پژوهش می‌تواند راه‌گشای استفاده از مدل WEPP در سایر مناطق باشد.

مواد و روش‌ها

خصوصیات عرصه پایگاه تحقیقاتی سنگانه: در سال ۱۳۷۵ برای بررسی پارامترهای مؤثر در تولید رسوب در عرصه‌های طبیعی و از طریق پلات‌های آزمایشی، پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه به مساحت بیش از ۵۰ هکتار در ۱۰۰ کیلومتری شمال‌شرق مشهد ایجاد شد. پس از مطالعه و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، خاکشناسی، پوشش گیاهی و شیب و انطباق آن‌ها با یکدیگر، مناطق مناسب احداث پلات‌های آزمایشی رواناب و رسوب تعیین شده و تعداد ۹۲ پلات آزمایشی (تعداد یک تا پنج

پلات با شرایط یکسان و عرض ثابت ۲ و طول های ۵-۱۰-۱۵-۲۰-۲۵ متر) در این پایگاه نصب شده است (شکل ۱، الف). پلات‌های آزمایشی اندازه‌گیری رواناب و رسوب در شرایط مختلف پوشش گیاهی، شیب و عمق خاک احداث شده و در انتهای هر پلات مخزن فلزی جمع‌آوری رواناب تعبیه شده است. اطلاعات رواناب و رسوب این پلات‌ها از سال ۱۳۷۵ تاکنون جمع‌آوری شده است. برای اطلاعات شدت، مدت و مقدار مربوط به هر واقعه بارندگی، دو دستگاه باران‌نگار نیز در پایگاه نصب شده است که بارش رخ داده را به‌ازای هر ۰/۲ میلی‌متر ثبت می‌کنند (رنگاور، ۲۰۰٤). متوسط بارندگی سالانه پایگاه براساس آمار ۱۰ ساله باران‌نگارهای پایگاه کم‌تر از ۱۸۰ میلی‌متر می‌باشد. برای ثبت دیگر داده‌های هواشناسی نیز یک ایستگاه تبخیرسنجی در سال ۱۳۸۷ در پایگاه تحقیقاتی سنگانه احداث شده است (شکل ۱، ب).



الف ب

شکل ۱- الف) موقعیت پایگاه تحقیقاتی سنگانه در کشور و ب) ایستگاه تبخیرسنجی سنگانه.

روش کار: برنامه BPCDG به چهار فایل ورودی نیاز دارد: فایل نخست، (xxyyyyPL.CSV)، شامل اطلاعاتی در مورد الگوی باران (رگبار) است. این فایل با اطلاعاتی در مورد روز و ماه و سال، زمان شروع و پایان رگبار، مقدار رگبار و شدت رگبار تکمیل می‌شود. فایل دوم (xxyyyyCS.CSV)، شامل تاریخ، بیشینه و کمینه دمای روزانه و سرعت و جهت باد در ساعات ۸ و ۱۸ روز است. فایل سوم (xxyyyyCL.DAT)، شامل روز جولیان، تابش (ماهانه یا سالانه)، دمای نقطه شبنم (ماهانه یا سالانه) و جداول تبدیل برای سرعت و جهت وزش باد است. فایل چهارم (xxyyyyST.DAT)،

شامل نام ایستگاه، موقعیت، ارتفاع و سال‌های دارای اطلاعات ثبت شده، است. در نام همه فایل‌ها، xx، به کد دو حرفی برای نام ایستگاه و yyyy، به سالی که داده اقلیمی آن کامل شده است، اشاره می‌کند. برای نمونه، sg2006PL.CSV، فایل اقلیمی برای ایستگاه اقلیمی Sanganeh برای داده جمع‌آوری شده در سال ۲۰۰٦ را نشان می‌دهد. در این پژوهش، فایل اقلیمی برای چهار سال ۲۰۰٦، ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹، ایجاد شده است. بدین منظور برای تکمیل فایل‌های sg2006PL.CSV، sg2007PL.CSV، sg2008PL.CSV و sg2009PL.CSV از داده‌های خام باران‌نگارهای موجود در پایگاه تحقیقاتی سنگانه استفاده شده است و تاریخ رگبار، زمان شروع و پایان رگبار و مقدار و شدت آن برای سال‌های مدنظر از آن‌ها استخراج شده است. برای تکمیل فایل‌های sg2006CS.CSV، sg2007CS.CSV، sg2008CS.CSV و sg2009CS.CSV از ایستگاه تبخیرسنجی موجود در پایگاه تحقیقاتی سنگانه استفاده شده است. از طرفی با توجه به این‌که ایستگاه مورد نظر در سنگانه در پایان سال ۱۳۸۷ احداث شده و تمام سال‌های مورد نظر برای ساخت فایل اقلیمی را تحت پوشش قرار نمی‌دهد، برای تکمیل مجموعه داده مورد نیاز، نزدیک‌ترین و کامل‌ترین ایستگاه سینوپتیک به پایگاه تحقیقاتی انتخاب شده و نواقص آماری موجود با استفاده از ایستگاه سینوپتیک مشهد و با توسعه روابط آماری، کامل شده است. بدین منظور ابتدا با استفاده از داده‌های موجود از ایستگاه سنگانه از سال احداث ایستگاه تبخیرسنجی تا حال و نیز داده‌های متناظر از ایستگاه سینوپتیک مشهد (از پایان سال ۱۳۸۷ تاکنون) روابط رگرسیونی برقرار شده است و بعد از اعتبارسنجی آن، از روابط به‌دست آمده برای تکمیل فایل‌های دوم استفاده شده است. برای داده‌های سرعت و جهت وزش باد نیز از داده‌های ایستگاه سینوپتیک مشهد استفاده شده است. برای تکمیل فایل‌های sg2006CL.DAT، sg2007CL.DAT، sg2008CL.DAT و sg2009CL.DAT نیز از ایستگاه سینوپتیک مشهد استفاده شده است. فایل‌های چهارم (sg2006ST.DAT، sg2007ST.DAT، sg2008ST.DAT و sg2009ST.DAT) نیز با استفاده از مشخصات پایگاه تحقیقاتی سنگانه تکمیل شده است. بعد از جمع‌آوری و تکمیل اطلاعات مورد نیاز برای اجرای برنامه BPCDG، این اطلاعات برای هر سال در قالب چهار فایل ورودی قرار گرفته است. برای تهیه فایل‌های ورودی از برنامه‌های Excel 2010 و Notpad استفاده شده است. بعد از ساخت فایل‌های ورودی برای هر سال (به‌طور نمونه برای سال ۲۰۰٦ به نام‌های sg2006PL.CSV، sg2006CS.CSV، sg2006CL.DAT و sg2006ST.DAT می‌باشند)، این فایل‌ها به برنامه BPCDG معرفی شده است (این فایل‌ها به‌طور مجزا برای چهار سال

۲۰۰۶، ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ آماده شده است). پس از اجرای برنامه BPCDG، فایل‌های اقلیمی با فرمت *.cli (sg2006.cli، sg2007.cli، sg2008.cli و sg2009.cli) تولید می‌شوند که به‌طور مستقیم توسط برنامه WEPP قابل استفاده هستند.

نتایج و بحث

شبیه‌سازی اقلیم برای شبیه‌سازی‌های مدل WEPP معمولاً با استفاده از مدل کلیژن ساخته می‌شود. به‌دلیل این‌که ساخت فایل اقلیمی برای مدل WEPP کار بسیار سختی است، در مناطقی با محدویت داده از جمله ایران، کاربران مدل، فایل اقلیمی مورد نیاز را با استفاده از اطلاعات اقلیمی ایستگاهی مشابه در آمریکا تهیه می‌کنند. استفاده از این روش سبب می‌شود که چندین مشخصه اصلی بارش از جمله حداکثر شدت نیم‌ساعته و زمان تا حداکثر شدت بارش نادیده گرفته شود. این در حالی است که الگوهای بارشی تحت‌تأثیر تغییرات زمانی و مکانی قرار می‌گیرند. بررسی این الگوهای بارشی در منطقه سنگانه نشان می‌دهد که بارش‌های ویژه‌ای در این منطقه، فرسایش‌زا می‌باشند. مشخصه اصلی این بارش‌های فرساینده در منطقه سنگانه، حداکثر شدت نیم‌ساعته بالا و زمان تا پیک کم می‌باشد. در واقع این دو مشخصه به همراه مقدار مناسب باران، تعیین‌کننده این موضوع هستند که یک رگبار می‌تواند فرساینده باشد یا نه. این در حالی است که کاربرانی که از ایستگاه مشابه در آمریکا استفاده می‌کنند، با فرض مشابه بودن آن ایستگاه با ایستگاه منطقه مطالعاتی، از مقادیر پارامترهای آن ایستگاه استفاده می‌کنند. در این میان، استفاده از برنامه BPCDG برای ساخت فایل اقلیمی این امکان را ایجاد می‌کند که مدل WEPP با استفاده از اقلیم منطقه مطالعاتی اجرا شود. بنابراین در این مطالعه فایل اقلیمی منطقه سنگانه برای استفاده در مدل WEPP با استفاده از برنامه BPCDG تولید شده است. بدین منظور برای تکمیل فایل sgyyyyPL.CSV (شکل ۲)، از داده‌های خام بارانگارهای سنگانه استفاده شده است و اطلاعات مرتبط به هر رگبار از فایل‌های خام بارانگار استخراج شده است. همان‌طورکه اشاره شده است اطلاعات بارش در پایگاه تحقیقاتی سنگانه به‌ازای هر ۰/۲ میلی‌متر ثبت می‌شوند. بنابراین امکان تعریف الگوهای بارشی به همراه وقفه‌های موجود در آن برای منطقه مطالعاتی وجود دارد. یعنی اگر بارشی در منطقه شروع شده باشد و در زمان‌های مختلف در طول بارش، شدت آن متغیر باشد، این تغییر شدت در قالب شکستگی‌هایی به مدل معرفی می‌شود، همین امر سبب

می‌شود تا الگوی رگبار نیز به مدل معرفی شود. بنابراین در این فایل علاوه‌بر مقدار بارش و شدت بارش، دو پارامتر مهم حداکثر شدت و زمان تا حداکثر شدت نیز به مدل معرفی می‌شود (که قبلاً براساس الگوی بارشی آمریکا بوده است).

```
CONTROLVAR;DATE;START;END;AMOUNT;INTENSITY
Y;12.01.2006;9.28;9.57;2.2;4.57
Y;14.01.2006;9.30;10.08;4.2;6.65
Y;15.01.2006;9.36;11.46;7.0;3.22
Y;17.01.2006;9.23;10.28;4.8;4.4
Y;19.01.2006;12.24;12.30;0.2;2.0
Y;24.01.2006;5.38;5.44;0.2;2.0
Y;25.01.2006;8.43;8.54;2.40;13.33
Y;25.01.2006;8.54;13.15;0.2;0.04
Y;28.01.2006;10.35;10.37;0.4;12.73
Y;29.01.2006;11.46;15.08;2.2;0.64
Y;29.01.2006;16.30;17.07;0.2;0.4
Y;30.01.2006;10.29;13.58;13.2;3.8
Y;31.01.2006;13.59;14.04;0.2;2.32
Y;02.02.2006;10.00;10.48;4.6;5.77
Y;15.02.2006;18.52;18.54;0.2;5.0
Y;17.02.2006;3.00;4.44;3.6;2.07
Y;17.02.2006;9.38;9.50;0.6;3.11
Y;17.02.2006;13.54;13.55;0.4;24
Y;18.02.2006;2.51;4.08;1.0;0.77
Y;22.02.2006;18.05;21.43;2.0;0.54
```

شکل ۲- فرمت نهایی فایل داده ورودی باران BPCDG، (sg2006PL.CSV).

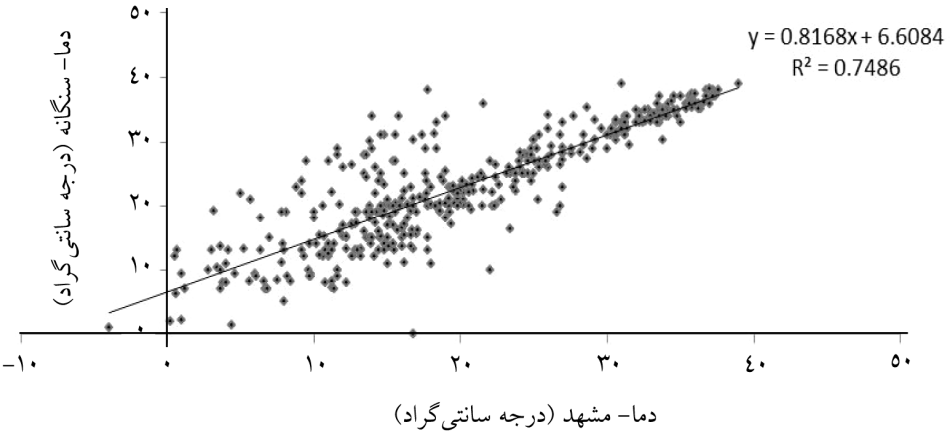
این فایل شامل تاریخ، ساعت شروع و پایان رگبار (h)، مقدار رگبار (mm) و شدت رگبار ($mm.h^{-1}$) است.

برای تکمیل فایل‌های sgyyyyCS.CSV (شکل ۵) از اطلاعات ثبت شده در ایستگاه تبخیرسنجی موجود در پایگاه تحقیقاتی سنگانه و نیز روابط آماری توسعه داده شده با ایستگاه مشهد استفاده شده است. در این حالت نیز حدود ۲۵ درصد داده‌ها برای اعتبارسنجی روابط آماری ایجاد شده در نظر گرفته شده است. ضریب همبستگی بین دمای بیشینه و کمینه ایستگاه سنگانه و ایستگاه مشهد، بالا و در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار بود است (R^2=۰/۷٤ و R^2=۰/۸۹ به‌ترتیب برای رابطه بین دمای بیشینه و کمینه ایستگاه سنگانه و ایستگاه مشهد) (شکل‌های ۳ و ٤). روابط به‌دست آمده برای دمای بیشینه (رابطه ۱) و دمای کمینه (رابطه ۲) به‌صورت زیر می‌باشند:

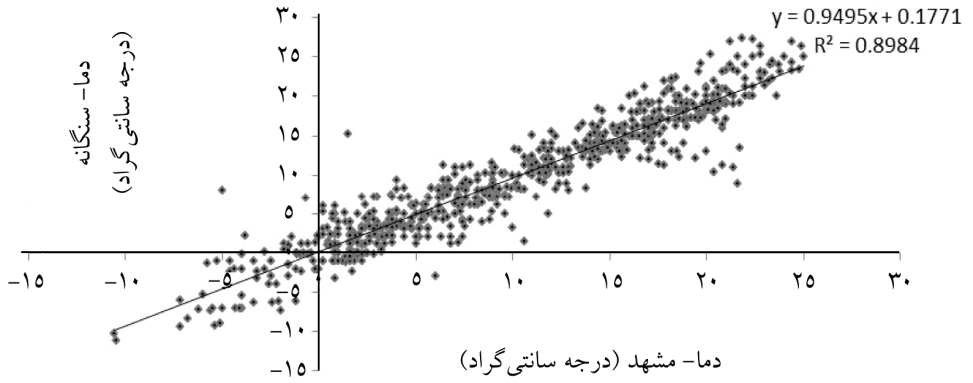
$$y = ۰/۸۱٦۸x + ٦/٦۰۸٤ \quad (۱)$$

$$y = ۰/۹٤۹٥x + ۰/۱۷۷۱ \quad (۲)$$

که در آن، x: دمای ایستگاه مشهد و y: دمای ایستگاه سنگانه می‌باشد. سپس با استفاده از این روابط، دمای بیشینه و کمینه برای ایستگاه سنگانه در سال‌های بدون آمار، به‌دست آمده است. برای تکمیل اطلاعات مرتبط با سرعت و جهت وزش باد، تابش خورشیدی و دمای نقطه شبنم نیز از ایستگاه سینوپتیک مشهد استفاده شده است. شکل ٦ فایل نهایی sgyyyyCL.DAT و شکل ٧ فایل نهایی sgyyyyST.DAT را برای داده سال ٢٠٠٦ در ایستگاه سنگانه نمایش می‌دهد. نکته قابل‌توجه در مورد پارامترهای مورد نیاز برای ایجاد فایل اقلیمی، نوع و میزان حساسیت مدل WEPP به این پارامترها می‌باشد. طی بررسی صورت گرفته، از بین پارامترهای اقلیمی، مدل WEPP تنها به مقدار بارش و شدت آن حساس می‌باشد و نسبت به دیگر پارامترهای اقلیمی حساس نمی‌باشد. این بدان معنی است که دقت داده‌های ورودی بارش باید بالا باشد که با وجود دستگاه باران‌نگار موجود در پایگاه تحقیقاتی، این دقت تامین شده است.



شکل ۳- رابطه رگرسیونی بین دمای بیشینه منطقه سنگانه و ایستگاه مشهد.



شکل ٤- رابطه رگرسیونی بین دمای کمینه منطقه سنگانه و ایستگاه مشهد.

```
CONTROLVAR;DATE;AIRMIN;AIRMAX;CONTROLVAR (YYY);WINDDIR08;WINDSTR08;WINDDIR18;WIMDSTR18
Y;01.01.2006;-8.6;8.6;Y;Y;Y;n;n;s;s
Y;02.01.2006;-8.9;7.8;Y;Y;Y;ne;m;n;n
Y;03.01.2006;-10.5;7.1;Y;Y;Y;ne;m;n;n
Y;04.01.2006;-10.1;8.9;Y;Y;Y;n;n;sse;v
Y;05.01.2006;-9.9;9.9;Y;Y;Y;n;n;n;n
Y;06.01.2006;-8.4;15.3;Y;Y;Y;n;n;s;s
Y;07.01.2006;1.3;17.2;Y;Y;Y;ne;s;n;n
Y;08.01.2006;0.2;16.9;Y;Y;Y;n;n;n;n
Y;09.01.2006;0.2;10.2;Y;Y;Y;sse;v;n;n
Y;10.01.2006;-1.3;7.4;Y;Y;Y;ese;v;n;n
Y;11.01.2006;-1.7;7.9;Y;Y;Y;ne;m;se;v
Y;12.01.2006;-2.5;6.6;Y;Y;Y;ne;m;n;n
Y;13.01.2006;-1.7;7.3;Y;Y;Y;ne;m;ese;s
Y;14.01.2006;-1.7;6.9;Y;Y;Y;nne;v;nne;s
Y;15.01.2006;-1.9;9.1;Y;Y;Y;sse;v;ssw;s
Y;16.01.2006;-6.5;9.1;Y;Y;Y;ese;s;se;v
```

شکل ٥- فرمت نهایی فایل داده دما و باد BPCDG (sg2006CS.CSV). در این فایل Y: متغیر کنترل، n، w، m، s و v: طبقات سرعت باد و n، nne، ne، ene، e، ese، se، sse، s، ssw، sw، wsw، w، wnw، nw و nnw: طبقات جهت باد می‌باشند.

```
WIND[m/s]      5
n:    0.
w:    1.5
m:    3.0
s:    6.5
v:    8.

WINDDIR[o]     16
n   : 0
nne: 22.5
ne  : 45
ene: 67.5
e   : 90
ese: 112.5
se  : 135
sse: 157.5
s   : 180
ssw: 202.5
sw  : 225
wsw: 247.5
w   : 270
wnw: 292.5
nw  : 315
nnw: 337.5

RADIATION      365    12 for monthly values or 365/366 for daily values
1   : 967
2   : 703
3   : 774
4   : 691
.
.
.
365: 999

DEW POINT T.   365   12 for monthly values or 365/366 for daily values
1   : -11.8
2   : -12.2
3   : -12.7
4   : -15.4
.
.
.
365: -7.4
```

شکل ٦- فرمت فایل داده ورودی جداول باد، تابش و دمای نقطه شبنم، نمایش چهـار بخـش (sg2006CL.DAT). بخش اول این فایل مربوط به جدول تبدیل سرعت باد، بخش دوم جدول تبدیل جهت باد، بخـش سـوم داده تـابش خورشیدی و بخش چهارم دمای نقطه شبنم، است.

```
STATION NAME  Station: Sanganeh/IRN
         (Latitude, Longitude, Elevation, Observation Years, Beg. Year, Years Simulated)
LOCATION  36.69    60.23       616      4        2006      1
```

شکل ۷- فایل ورودی داده موقعیت (sg2006ST.DAT).

برنامه BPCDG سه فایل میانجی را نیز برای کمک به کاربران در شناسایی خطاها، تولید می‌کنـد. دو فایل نخست، xxyyyyCS.CTL (شکل ۸) و xxyyyyPL.CTL (شکل ۹) توسـط خـود برنامـه BPCDG نیز استفاده می‌شوند. فایل xxyyyy.ERR (شکل ۱۰) بلافاصله بعد از شروع شبیه‌سازی به

وجود می‌آید و اگر برنامه خطایی را در مجموعه داده پیدا کند، عـلاوه‌بـر دادن پیغـام خطـا در پنجـره نمایش، پیغامی را در این فایل منتشر می‌کند کـه خطـا در کجـا یـا در کـدام فایـل پیـدا شـده اسـت. BPCDG مقدار تجمعی بارش سالانه را در دو زمان کنترل می‌کند، نخـست، بلافاصـله بعـد از ایجـاد فایل xxyyyyPL.CTL و دوم، بعد از این‌که فایل خروجی ایجاد شد. این پیغام برای کاربر بـه‌عنـوان کنترل اولیه و کنترل نهایی در فایل xxyyyy.ERR، ایجاد می‌شود. اگر ایـن دو مقـدار متفـاوت و یـا اشتباه باشند، نیاز است تا داده‌ها دوباره بررسی شوند.

```
01.01.2006 -8.6      8.6      n        n        s        s
02.01.2006 -8.9      7.8      ne       m        n        n
03.01.2006 -10.5     7.1      ne       m        n        n
04.01.2006 -10.1     8.9      n        n        sse      v
05.01.2006 -9.9      9.9      n        n        n        n
06.01.2006 -8.4      15.3     n        n        s        s
07.01.2006 1.3       17.2     ne       s        n        n
08.01.2006 0.2       16.9     n        n        n        n
09.01.2006 0.2       10.2     sse      v        n        n
10.01.2006 -1.3      7.4      ese      v        n        n
11.01.2006 -1.7      7.9      ne       m        se       v
12.01.2006 -2.5      6.6      ne       m        n        n
13.01.2006 -1.7      7.3      ne       m        ese      s
14.01.2006 -1.7      6.9      nne      v        nne      s
15.01.2006 -1.9      9.1      sse      v        ssw      s
```

شکل ۸- فایل استفاده شده برای کنترل دیگر مجموعـه‌هـای داده‌هـای هواشناسـی، (sg2006CS.CTL). سـتون‌هـا به‌ترتیب نشان‌دهنده تاریخ، کمینه دما، بیشینه دما، جهت باد در ساعت ۸، سـرعت بـاد در سـاعت ۸، جهـت بـاد در ساعت ۱۸ و سرعت باد در ساعت ۱۸ است.

```
12.01.2006 9.28      9.57     2.2
14.01.2006 9.30      10.08    4.2
15.01.2006 9.36      11.46    7.0
17.01.2006 9.23      10.28    4.8
19.01.2006 12.24     12.30    0.2
24.01.2006 5.38      5.44     0.2
25.01.2006 8.43      8.54     2.40
25.01.2006 8.54      13.15    0.2
28.01.2006 10.35     10.37    0.4
29.01.2006 11.46     15.08    2.2
29.01.2006 16.30     17.07    0.2
30.01.2006 10.29     13.58    13.2
31.01.2006 13.59     14.04    0.2
02.02.2006 10.00     10.48    4.6
15.02.2006 18.52     18.54    0.2
```

شکل ۹- فایل کنترل استفاده شده برای چـک کـردن الگوهـای بـارش، (sg2006PL.CTL). سـتون‌هـا بـه‌ترتیـب نشان‌دهنده تاریخ، ساعت شروع رگبار، ساعت پایان رگبار و مقدار آن است.

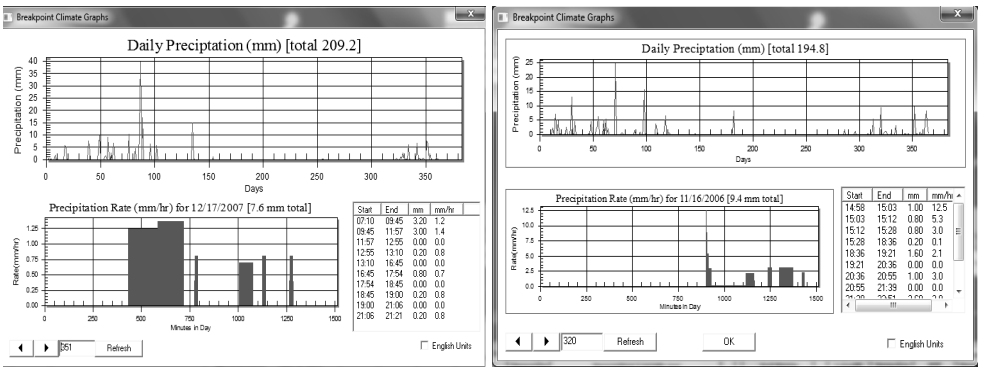
```
sg2006cs.csv
The two rows below controls the header for Radiation
and Dew point temperature to the days of the year.
         365          365
         365          365
sg2006pl.csv
Initial control for annual rainfall:   194.600000000000
Final control for annual rainfall  :   194.600000000000
```

شکل ۱۰- فایل استفاد شده برای کنترل نهایی داده‌های هواشناسی، (sg2006.ERR).

بعد از تکمیل اطلاعات لازم و ساخت چهار فایل ورودی مورد نیاز، برنامه BPCDG اجـرا شـده است. بعد از اجرای برنامه BPCDG، فایلی با فرمت cli.* (sgyyyy.cli) ایجاد می‌شود. فایل اقلیمی تولید شده به‌طور مستقیم توسط برنامه WEPP قابل استفاده است و این امکان را می‌دهد که از اقلـیم منطقه مطالعاتی برای اجرای مدل WEPP در ایران، استفاده شود که افزایش دقت پیش‌بینی‌ها را در پی دارد. شکل ۱۱، فایل نهایی اقلیمی با فرمت cli.* را نمـایش مـی‌دهـد کـه بـرای داده سـال ۲۰۰٦ در ایستگاه تحقیقاتی سنگانه تولیده شده است. این فایل اقلیمی براساس اطلاعات اقلیمی منطقه مطالعاتی و بدون استفاده از ایستگاه مشابه در آمریکا ایجاد شده است.

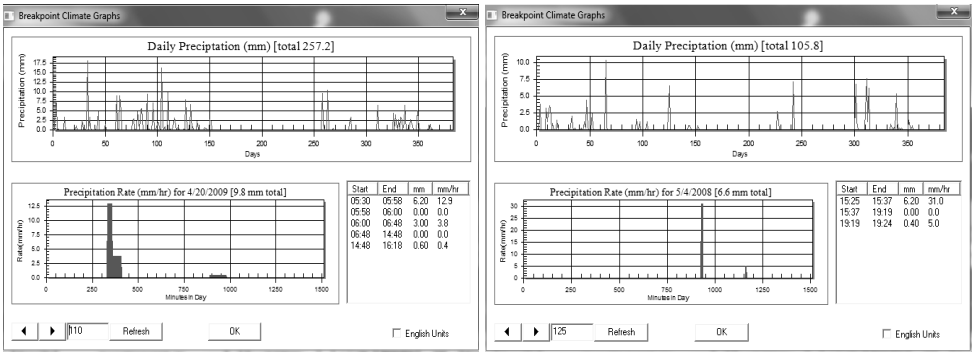
```
 0.00
   1   1   0
Station: Sanganeh/IRN
 Latitude Longitude Elevation (m) Obs. Years    Beginning year  Years simulated
   36.69    60.23           616           4          2006            1
 Observed monthly ave max temperature (C)
  9.63 17.85 19.83 26.36 20.24 34.81 34.94 35.30 30.12 28.66 19.77 12.32
 Observed monthly ave min temperature (C)
 -4.04  3.52  5.72 10.56 16.04 18.82 19.87 18.41 13.22 12.53  5.04 -0.52
 Observed monthly ave solar radiation (Langleys)
 675.9 885.0 910.4 974.1 999.0 999.0 999.0 999.0 999.0 999.0 999.0 999.0
 Observed monthly ave rainfall (mm)
  37.4  21.6  40.0  31.8   1.0   0.6   8.2   2.8  23.2  28.2   0.0   0.0
   day mon year nbrkpt tmax  tmin    rad   w-vel  w-dir   dew
               (mm)    (C)   (C) (ly/day) m/sec    deg    (C)
    1   1  2006   0     8.60   -8.60 967.0    3.25  180.0 -11.8
    2   1  2006   0     7.80   -8.90 703.0    1.50   45.0 -12.2
    3   1  2006   0     7.10  -10.50 774.0    1.50   45.0 -12.7
    4   1  2006   0     8.90  -10.10 691.0    4.00  157.5 -15.4
    5   1  2006   0     9.90   -9.90 703.0    0.00    0.0 -14.8
    6   1  2006   0    15.30   -8.40 703.0    3.25  180.0 -13.3
    7   1  2006   0    17.20    1.30 863.0    3.25   45.0  -7.2
    8   1  2006   0    16.90    0.20 703.0    0.00    0.0  -6.2
    9   1  2006   0    10.20    0.20 703.0    4.00  157.5  -6.6
   10   1  2006   0     7.40   -1.30 355.0    4.00  112.5  -2.6
   11   1  2006   0     7.90   -1.70 303.0    5.50   45.0  -2.2
   12   1  2006   2     6.60   -2.50 499.0    1.50   45.0  -2.5
09.46     0.000
09.95     2.200
   13   1  2006   0     7.30   -1.70 240.0    4.75   45.0  -1.5
   14   1  2006   2     6.90   -1.70 278.0    7.25   22.5  -1.8
09.50     0.000
10.13     4.200
```

شکل ۱۱- بخشی از فایل اقلیمی نقطه انفصال WEPP تولید شده توسط BPCDG (sg2006.CLI).



ب الف

شکل ۱۲- فراخوانی فایل اقلیمی تهیه شده به مدل WEPP، الف) سال ۲۰۰٦ و ب) سال ۲۰۰۷.



ب الف

شکل ۱۳- فراخوانی فایل اقلیمی تهیه شده به مدل WEPP، سمت راست) سال ۲۰۰۸، سمت چپ) سال ۲۰۰۹.

سپس فایل‌های اقلیمی تهیه شده به محیط نرم‌افزاری مدل WEPP فراخوانده شده است (شکل‌های ۱۲ و ۱۳). در این شکل‌ها، پنجره بالا میزان بارش رخ داده در طول سال و پنجره پایین، بارش رخ داده در یک روز خاص را نشان می‌دهند که با اطلاعات به‌دست آمده از باران‌نگار تکمیل شده است و مدل WEPP مقدار بارش را به درستی از فایل‌های اقلیمی خوانده است. جدول واقع در سمت راست شکل‌های ۱۲ و ۱۳ نحوه معرفی الگوی بارش به مدل را نشان می‌دهد. این جدول شامل زمان شروع و پایان رگبار، مقدار و شدت آن می‌باشد که براساس الگوی رگبارهای رخ داده در منطقه

مطالعاتی می‌باشد. علاوه‌بر این، برنامه BPCDG امکان معرفی وقفه‌های رخ داده در بارش را نیز به مدل WEPP فراهم می‌کند که یکی از برتری‌های استفاده از فایل‌های اقلیمی نقطه انفصال می‌باشد. مدل WEPP از این وقفه‌ها برای محاسبه میزان نفوذ در حین بارش استفاده می‌کند.

بومی کردن فایل اقلیمی با استفاده از برنامه BPCDG برای استفاده در مدل WEPP، می‌تواند راهگشای استفاده بیش‌تر از این مدل پیچیده در امور تحقیقاتی ایران باشد که منجر به شناخت و فهم بیش‌تر فرآیندهای فرسایش می‌شود. از طرفی، فایل اقلیمی تهیه شده با برنامه BPCDG، قابلیت اجرا به‌صورت سالانه و رگبار به رگبار را دارد. از آن‌جایی‌که تنها رگبارهای ویژه‌ای در هر سال مسئول قسمت عمده فرسایش در هر منطقه هستند، بنابراین پیش‌بینی فرسایش براساس رگبارهای منطقه مطالعاتی نقش مؤثری در برآورد دقیق‌تر فرسایش، رواناب و بار رسوبی دارد. از طرفی مطالعات اولیه با مدل WEPP در ایران در قالب مطالعات اعتبارسنجی می‌باشد، از این‌رو پیشنهاد می‌شود که پس از این برای اجرای مدل WEPP در ایران، فایل‌های اقلیمی با استفاده از برنامه BPCDG تولید شوند.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند تا از کارکنان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشهد و سازمان هواشناسی کل کشور به‌خاطر در اختیار نهادن داده‌های لازم، نهایت سپاسگزاری را اعلام دارند.

منابع

1. Albaradeyia, I., Azzedine, H., and Shahrour, I. 2011. WEPP and ANN models for simulating soil loss and runoff in a semi-arid Mediterranean region. J. Environ. Monit. Assess. 180: 537-556.
2. Amore, E., Modica, C., Nearing, M.A., and Santoro, V.C. 2004. Scale effect in USLE and WEPP application for soil erosion computation from three Sicilian basins. J. Hydrol. 293: 100-114.
3. Asadi, H., Roohipoor, H., Refahi, H.GH., and Ghadiri, H. 2007. Assessing of WEPP model for estimating of interrill erosion in the laboratory condition. J. Agric. Sci. IRAN. 38: 4. 552-563.
4. Defersha, M.B., Melesse, A.M., and McClain, M.E. 2012. Watershed scale application of WEPP and EROSION 3D models for assessment of potential sediment source areas and runoff flux in the Mara River Basin, Kenya. CATENA. 95: 63-72.

5.Dun, S., Wu, J.Q., Elliot, W.J., Robichaud, P.R., Flanagan, D.C., Frankenberger, J.R., Brown, R.E., and Xu, A.C. 2009. Adapting the Water Erosion Prediction Project (WEPP) model for forest applications. J. Hydrol. 366: 46-54.
6.Flanagan, D.C., and Livingston, S.J. (eds.). 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project: WEPP User Summary. NSERL Report No. 11, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN.
7.Flanagan, D.C., and Nearing, M.A. 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project: Hillslope profile and watershed model documentation. West Lafayette: NSERL. Report No. 10.
8.Felegari, M. 2011. Investigation of efficiency RHEM model in water erosion (Case study: sangane watershed-Khorasan Razavy). M.Sc. Thesis, Yazd University, 96p.
9.Fu, B., Wang, Y., Xu, P., and Yan, K. 2012. Assessment of the performance of WEPP in Purple Soil area with simulated rainfall experiments. J. Mountain Sci. 9: 570-579.
10.Golkariyan, A. 2005. Estimating water erosion and sediment using WEPP model (Case study: Bar-Erieh Watershed, Neyshabur). M.Sc. Thesis, Tehran University, 287p.
11.Jinjun, Z., and Chao, H. 2012. Modeling sediment yields in a small gully of the Sichuan Hilly Basin using geowepp model. National Conference on Information Technology and Computer Science (CITCS), P 102-104, Lanzhou, China.
12.Kelarestaghi, A., Ahmadi, H., Jafari, M., Jafariyan Jolodar, Z., Ghodosi, J., and Golkariyan, A. 2009. Assessing of WEPP Hillslope model in the predicting runoff and sediment from rangeland plot. J. Range. 3: 2. 317-332.
13.Kousari, M.R. 2008. Assessing of WEPP model in the estimating of sediment and water erosion (Case study: Timarjan Watershed, Eghlid, Fars). M.Sc. Thesis, Yazd University, 287p.
14.Mahmoodabadi, M., Charkhabi, A.H., and Roohipoor, H. 2010. Invistigation of prosses- based WEPP model in the estimation of rill erosion using runoff simulation. The 4th conference of erosion and sediment, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.
15.Nearing, M.A., Deer-Ascough, L., and Laflen, J.M. 1990. Sensitivity analysis of WEEP Hillslope profile erosion model. Transactions of ASAE. 33: 3. 839-849.
16.Nearing, M.A., Foster, G.R., Lanem, L.J., and Finkner, S.C. 1989. A process-based soil erosion model for USDA-Water Erosion Prediction Project Technology. Transactions of the ASAE. 32: 5. 1587-1593.
17.Nicks, A.D., Lane, L.J., and Gander, G.A. 1995. Chapter 2. Weather Generator. In: Flanagan, D.C., and M.A. Nearing, (eds.), Hillslope profile and watershed model documentation, NSERL Report No. 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN.

18. Pandey, A., Chowdary, V.M., Mal, B.C., and Billib, M. 2008. Runoff and sediment yield modeling from a small agricultural watershed in India using the WEPP model. J. Hydrol. 348: 305-319.
19. Pieri, L., Bittelli, M., Wu, J.Q., Dun, S., Flanagan, D.C., Pisa, P.R., Ventura, F., and Salvatorelli, F. 2007. Using the Water Erosion Prediction Project (WEPP) model to simulate field-observed runoff and erosion in the Apennines mountain range, Italy. J. Hydrol. 336: 84-97.
20. Rangavar, A.S. 2004. Final report project, research in important elements in soil erosion in Khorasan rangelands. Research Center for Agriculture and Natural Resources of Razavi Khorasan. 92p.
21. Raclot, D., and Albergel, J. 2006. Runoff and water erosion modelling using WEPP on a mediterranean cultivated catchment. Phys. Chem. Earth. 31: 1038-1047.
22. Singh, R.K., Panda, R.K., Satapathy, K.K., and Ngachan, S.V. 2012. Runoff and sediment yield modelling for a Treated hilly watershed in eastern Himalaya using the Water Erosion Prediction Project Model. Water Resour Manage. 26: 643-665.
23. Tiwari, A.K., Risse, L.M., and Nearing, M.A. 2000. Evaluation of WEPP and its comparison with USLE and RUSLE. Trans. ASAE. 43: 5. 1129-1135.
24. Verma, A.K., Jha, M.K., and Mahana, R.K. 2010. Evaluation of HEC-HMS and WEPP for simulating watershed runoff using remote sensing and geographical information system. Paddy Water Environ. 8: 131-144.
25. Wu, T.H., Hall, J.A., and Bonta, J.V. 1993. Evaluation of runoff and erosion modeles. J. Irrig. Drain. Engin. 119: 2. 364-382.
26. Williams, J.R., Nicks, A.D., and Arnold, J.G. 1985. Simulator for water resources in rural basins. ASCE Hydraulics. 111: 6. 970-987.
27. Gete, Z., Winter, T., and Flanagan, D.C. 1999. BPCDG: Breakpoint Climate Data Generator for WEPP Using observed standard weather data sets. WEPP Technical Support, USDA-ARS NSERL,<www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=18565>.
28. Gete, Z. 2001. Application and adaptation of WEPP to the traditional farming systems of the Ethiopian highlands (with special emphasis on the new Breakpoint Climate Data Generator, BPCDG). Sustaining the global farm. Selected papers from the 10th international Soil Conservation Organization Meeting held May 24-29, 1999 at Purdue University and USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory. Pp: 903-912.
29. Zhang, X.C., Nearing, M.A., Risse, L.M., and Mc Gregor, K.V. 1996. Evaluation of WEPP runoff and soil loss predictions using natural runoff plot data. Transactions of the ASAE. 39: 3. 855-863.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(1), 2015
http://jwsc.gau.ac.ir

Localization of climate file of Water Erosion Prediction Project Model (WEPP) (Case study: research base Sanganeh, Khorasan Razavi province)

***Sh. Abbasi Jondani[1], A. Talebi[2] and A.A. Abbasi[3]**

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Management Engineering, University of Yazd,
[2]Associate Prof., Dept. of Watershed Management Engineering, University of Yazd,
[3]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Agriculture and Natural Resources Research Center, Khorasan Razavi

Received: 07/20/2013; Accepted: 12/22/2013

Abstract

The WEPP model is a continuous simulation model, process based and distributed model, that simulates runoff, erosion and sediment using climate data (CLIGEN) and other information from sub models. Therefore, for running the model, the climate information should be converted to acceptable format by WEPP model that this process is a hard work especially in the regions with lack of data. This problem has caused that many users of WEPP model use the similar station in the US to build climate file and then make to reduce model efficiency rate in areas outside of the US. Then, in this study, it was tried to produce the climate file of the WEPP model using meteorological data of Sanganeh watershed and BPCDG program. For this purpose, after collecting the required data, the entrance files of BPCDG program was provided in Notepad (text) format and was introduced to the WEPP Model. The obtained result shows that the WEPP model is able to identify the climate file and read it properly. Finally, this process causes to improve the accuracy of the model output.

Keywords: WEPP model, BPCDG program, CLIGEN, Meteorological data, Sanganeh watershed

* Corresponding Author; Email: sh.abbasi@ut.ac.ir