نشریه هواشناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۴، صص.۳۳-۲۴

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2015, pp. 24-33

بررسی کمی و مدل‌سازی ریسک آسیب‌های زراعی بارش‌های سیل‌آسا در گستره ایران

علی خلیلی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵

چکیده

پژوهش حاضر با دو هدف زیر به‌منظور کاربرد در صنعت بیمه محصولات زراعی به انجام رسیده است: ۱) پهنه‌بندی کشور از نظر خسارت بارش‌های سیل آسا به محیط‌های کشاورزی و ۲) تدوین یک مدل کاربردی که کمیت ریسک را در محدوده تقسیمات کشوری تا سطح دهستان با در نظر گرفتن کاربری زمین ارائه نماید. به‌این منظور، ابتدا ۴۰۵ ایستگاه هواشناسی که از نظر طول مدت و کیفیت داده‌های روزانه قابل قبول بودند از شبکه جامع ایستگاه‌ها انتخاب و داده‌های روزانه آن‌ها جمع‌آوری گردید. سپس تابع چگالی احتمال این داده‌ها برای هر ایستگاه با روش حداکثر درست‌نمایی تعیین و احتمال وقوع بارش بزرگ‌تر از ۵۰ میلی‌متر در شبانه‌روز Prsk محاسبه شد. بررسی نشان داد که بین Prsk و متغیرهای بارش سالانه (R)، ارتفاع محل (Z)، و عرض جغرافیایی (Y) یک رابطه خطی معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ وجود دارد. در گام بعدی مدل رقومی هم‌بارش سالانه ۳۶ ساله و مدل رقومی ارتفاع ایران با تفکیک ۱×۱ کیلومتر مربع و مدل رقومی Prsk با همین تفکیک تهیه شد. گروه‌های خطر در بازه‌های ریسک ۱۰≤، ۳۵-۲۰، ۵۰-۳۵، ۵۰< در نقشه ایران به عنوان پهنه‌های کم، متوسط، پر و بسیار پرخطر از یکدیگر تفکیک گردید. در گام آخر به‌منظور کاربردی کردن نتایج مدل‌های رقومی کاربری زمین، تقسیمات کشوری ایران تا سطح دهستان و مدل رقومی Prsk در نرم‌افزاری به نام AgroClimRisk به همدیگر متصل شدند. این نرم‌افزار مقدار حداقل، حداکثر، ضریب تغییرات و میانگین Prsk و همچنین گروه خطر را روی محدوده جغرافیایی و زراعی در هر منطقه از کشور به انتخاب کاربر ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بیمه کشاورزی، بارش سیل آسا، ریسک اقلیمی، GIS، هم‌بارش ایران، مدل‌سازی

مقدمه

تأثیر بارندگی بر عملکرد محصولات زراعی از مباحث شناخته شده هواشناسی کشاورزی است. مقدار عملکرد در تمامی حالات به میزان بارندگی بستگی ندارد و در این میان بارش‌های سنگین و سیل‌های ناشی از آن واجد اثرات منفی، تخریبی و خسارت‌زایی هستند. سیل یکی از رویداد فرعی بارش‌های سنگین است. بارش سنگین ممکن است، سیل، به مفهوم جریان حجیم و سریع آب ایجاد نکند ولی خسارت سنگینی به مزارع وارد نماید. این بارش‌ها، صرف‌نظر از اینکه باعث ایجاد سیل شود و یا رواناب حجمی شدیدی که تخریب فیزیکی خاک را به همراه دارد، ایجاد نماید، به لحاظ صدمه مکانیکی به گیاه، ایجاد رطوبت اضافی در خاک، دشوارکردن عملیات کشاورزی و به تأخیرانداختن برنامه‌های عملیاتی کاشت، داشت یا برداشت و یا ورس و غیره نیز حائز اهمیت می‌باشد وشناخت کمی میزان خطر محتمل ناشی از آن یکی از ابزارهای لازم در صنعت بیمه محصولات زراعی می‌باشد. درهر حال در این مبحث اثرات سیل‌زایی بارش‌ها مورد نظر نیست بلکه فقط بارش‌های سنگین و زیان‌بخش از نظر کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی این پژوهش کمی کردن ریسک و پهنه‌بندی کشور به مناطق کم، متوسط، پر و بسیار پرخطر از نظر خسارتی است که بارش‌های سیل آسا به محیط و محصولات زراعی وارد می‌آورند. خطرزایی بارش‌های سنگین در هر محل به شرایط اقلیمی و آستانه بارش، ویژگی‌های فیزیکی محیط دریافت

[1] استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(*نویسنده مسئول: akhalili@ut.ac.ir)

کننده بارش نظیر توپوگرافی و جنس خاک و در پایان به عوامل مدیریتی نظیر استفاده نامناسب از زمین و کاربری اراضی بستگی دارد که در این بررسی آستانه بارش و کاربری اراضی در نظر گرفته شده است. تا کنون پژوهش‌های زیادی با کاربرد روش‌های گوناگون و اهداف مختلف درباره بارش‌های سیل آسا در ایران به انجام رسیده است. این بررسی‌ها را به‌طور خلاصه می‌توان به گروه‌های زیر دسته‌بندی کرد: ۱- مطالعات شدت- مدت- فراوانی رگبارها ۲- گزارش‌های پژوهشی در چهارچوب فعالیت‌های مقابله با بحران (نظیر برنامه‌های تحقیقاتی جمعیت هلال احمر در زمینه شناخت پهنه‌های آسیب‌پذیر از سیل) ۳- مطالعات پی ام پی[1] یا حداکثر بارش محتمل ۴- جستجوی روابط بارش- رواناب در حیطه مطالعات هیدرولومتئورولوژی حوضه‌های آبریز کشور ۵- جستجو بین بارش‌های سیل آسا و پدیده‌های بزرگ‌مقیاس جوی ۶- پهنه‌بندی سرزمین بر مبنای ویژگی‌های آماری بارش‌ها که عمدتاً در سال‌های اخیر بر پایه تحلیل خوشه‌ای و تعمیم نتایج در محیط جی آی اس[2] انجام گرفته است. ۷- بررسی‌های مربوط به جستجوی شاخص مناسب برای کاربرد در صنعت بیمه به ویژه بیمه محصولات کشاورزی که در این مقاله به آن پرداخته شده است. این جمع‌بندی کلی است و سایر موارد را می‌توان در گروه پژوهش‌های متفرقه و وابسته قرار داد. قابل ذکر است که روش‌های بررسی و تعریف بارش‌های سنگین در ادبیات پژوهش‌های اقلیمی یکسان نیست. در ادامه چند نمونه از پژوهش‌های ملی و بین‌المللی منعکس شده است. منتظری (۱۳۸۸) بارش‌های فرین را بر پایه نسبت حداکثر بارش روزانه به بارش سالانه و به روش تحلیل خوشه‌ای مورد بررسی قرار داده و کشور را از این دیدگاه به چهار منطقه تقسیم نموده است. علیجانی (۱۳۹۰) کلیه بارش‌های روزانه ایستگاهی را که احتمال وقوع کم‌تر از ۱۰٪ (دهک نهم) داشته‌اند را آستانه بارش سنگین اختیار کرده است. به عقیده وی سهم این بارش‌ها در هر محل بیش‌تر از ۴۰٪ بارش سالانه است. برزو و عزیزی (۱۳۹۴) با مقایسه بارش‌های روزانه، ماهانه و سالانه در چند ایستگاه همدیدی ایران معیاری متکی بر شاخص‌های ماهانه را برای برآورد بارش سنگین پیشنهاد نموده و با استفاده از تحلیل خوشه‌ای ایران را به هفت منطقه تقسیم و برای هر کدام یک ضریب بارش منطقه‌ای ارائه کرده است. در مطالعه آن‌ها بارش‌های سنگین بارش‌هایی با احتمال وقوع کم‌تر از ۵ درصد تعریف شده‌اند. دارند (۱۳۹۴) بارش‌های سنگین و ابرسنگین ایران را با آستانه احتمال وقوع ۹۵٪ و ۹۹٪ تعریف و شبکه را به کمک نمایه کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی در گستره ایران مورد بررسی قرار داده است. چنانچه دیده می‌شود در بررسی‌های انجام شده بارش‌های سنگین، نه بر اساس حجم یا آستانه ریزش بلکه بر پایه سطح احتمال وقوع آن تعریف شده است و به‌عبارت دیگر این بارش‌ها را می‌توان بارندگی‌های روزانه کم‌احتمال نامید. در مورد پژوهش‌های بین‌المللی در این زمینه، ژانگ و همکاران[3] (۲۰۰۲) با استفاده از داده‌های اقلیمی و اقتصادی- اجتماعی و با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی روشی را به‌منظور برآورد ریسک بارش سیل آسا در ژاپن ارائه کردند. روزنوایگ و همکاران[4] (۲۰۰۲) با دخیل کردن بارش‌های سیل آسا در مدل‌های زراعی توانستند دقت پیش‌بینی این مدل‌ها را افزایش دهند. مک‌کارتی[5] (۲۰۰۳) در مقاله‌ای تحت عنوان پیشنهاد یک شاخص بارندگی بر ای بیمه محصولات، به ارائه نمایه بارندگی براساس داده‌های موجود مؤسسات بیمه در مراکش پرداخت. لبلویس و همکاران[6] (۲۰۰۷) با توسعه روش راموس و همکاران[7] (۲۰۰۵) ضمن بررسی منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی به معرفی شاخص پیشنهادی خود به‌منظور ارزیابی میزان احتمال خطر بارش‌های سیل آسا در فرانسه پرداختند. کانچبه و عبدو[8] (۲۰۰۹) بررسی تأثیرات متقابل بارش‌های سیل آسا و محصول ذرت در منطقه شرق غنا مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که وقوع بارش سیل آسا در این مناطق باعث آسیب جدی به بخش تولید می‌شود. ویسنته سرجیو و همکاران[9] (۲۰۰۹) با

[1] PMP
[2] G.I.S

[3] Zhang et al.
[4] Rosenzweig et al.
[5] McCarthy
[6] Leblois et al.
[7] Ramos et al.
[8] Kanchebe and Abudu
[9] Vicente-Serrano et al.

استفاده از داده‌های ۱۷۴ ایستگاه هواشناسی شمال شرق اسپانیا طی دوره ۲۰۰۵ -۱۹۵۰، ارتباط بین کمیت ریسک بارش‌های سیل آسا و سه پدیده بزرگ‌مقیاس نائو، نوسان مدیترانه‌ای و نوسان غرب مدیترانه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین احتمال وقوع بارش سیل آسا در زمستان و همزمان با فاز منفی نوسان غرب مدیترانه رخ می‌دهد. اسکاکن و همکاران[1] (۲۰۱۴) قابلیت استفاده از داده‌های ماهواره لندست را به‌منظور پهنه‌بندی خطر بارش سیل آسا در نامیبیا ارزیابی کرده و نشان دادند که در مناطق فاقد اطلاعات زمینی می‌توان از این پهنه‌بندی بهره برد. وروسمارتی و همکاران[2] (۲۰۱۳) با تلفیق مؤلفه‌های اقتصادی- اجتماعی و بارش به بررسی ریسک بارش‌های سیل آسا در منطقه آمریکای جنوبی طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۶۰ پرداختند. زی و همکاران[3] (۲۰۱۲) در مطالعات نشان دادند که حمایت از زیان‌های ناشی از وقوع بارش‌های سیل آسا در بخش کشاورزی بدون برآورد احتمال بروز خطر عملاً به نتایج مطلوب نمی‌رسد. بر این اساس و در راستای مطالعات پیش گفته هدف اصلی این پژوهش همان‌طور که ذکر شد کمی کردن ریسک و پهنه‌بندی گستره کشوراز نظر سطح خطر بارش‌های سیل آسا می‌باشد.

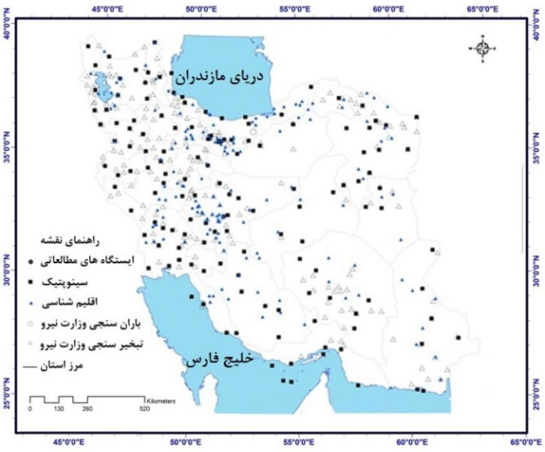
مواد و روش‌ها

در بررسی بارش‌های سنگین معمولاً سه روش شدت بارش‌ها، الگوی بارش و جمع بارش‌های ۲۴ ساعته مورد استفاده قرار می‌گیرد که در بررسی حاضر به‌دلیل وجود داده‌های مناسب درشبکه ایستگاه‌های وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور از روش اخیر بهره‌گیری شده است.

انتخاب شبکه ایستگاه‌ها و جستجوی توابع چگالی احتمال

شبکه ایستگاه‌های مطالعاتی که آمار بارش روزانه آن‌ها از نظر طول مدت، کفایت و کیفیت آماری واجد حداقل‌های لازم باشند شامل ۴۰۵ ایستگاه از دو شبکه وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور است که دارای حداقل ۲۵ و حداکثر ۵۳ سال داده پیوسته در دوره مطالعاتی می‌باشند.

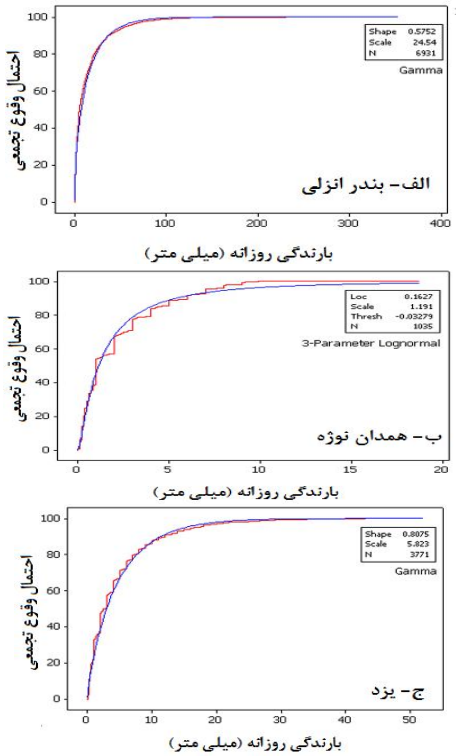
در شکل ۱ موقعیت شبکه جامع ایستگاه‌ها مشخص شده است. به‌منظور پرهیز از خطای هم‌تراز نبودن دوره‌های اقلیمی داده‌ها، لازم دیده شد که به جای استفاده از توزیع فراوانی‌های تجربی بارندگی‌های روزانه، تابع چگالی احتمال[4] آن‌ها با کاربست روش حداکثر درست‌نمایی جستجو شده و آستانه‌های احتمال وقوع بارش‌های سنگین در هر ایستگاه از تابع برازیده آن ایستگاه محاسبه گردد.



شکل ۱ – شبکه ایستگاه‌های هواشناسی مطالعاتی

برای این منظور داده‌های هر ایستگاه با ۱۴ تابع چگالی احتمال متعارف برازش داده شده و برازنده‌ترین آن‌ها انتخاب گردید. به‌عنوان نمونه در شکل ۲ (الف، ب و ج) چگونگی برازش بارندگی‌های روزانه بندر انزلی، همدان نوژه و یزد به‌ترتیب ۶۹۳۱، ۳۷۷۱ و ۱۰۳۵ روز بارانی با تابع گامای دو پارامتری و لوگ‌نرمال سه پارامتری ارائه شده است. آستانه بارندگی‌های سنگین بر اساس توصیه‌های سازمان جهانی هواشناسی ۵۰ میلی‌متر در روز اختیار شده ولی بسته به شرایط اقلیمی و اهداف مطالعه می‌توان آستانه‌های مناسب دیگری را نیز اختیار کرد. به کمک توابع چگالی احتمال برازیده، احتمال (٪) وقوع بارش‌های سنگین در هر یک از ۴۰۵ ایستگاه مطالعاتی محاسبه گردید.

[1] Skakun et al.
[2] Vörösmarty et al.
[3] Xie et al.
[4] Probability Density Function



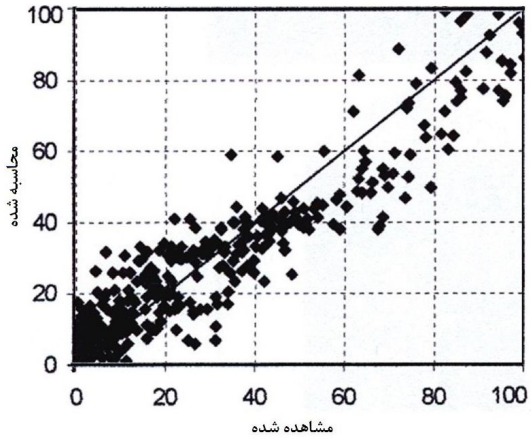
شکل ۲- توابع برازیده چگالی احتمال بارندگی‌های ۲۴ ساعته

تابع مولد احتمال بارش‌های سیل‌آسا

تحلیل‌های آماری متعددی به‌منظور دستیابی به یک تابع تولید مکانی احتمال که در عین معنی‌دار بودن قابل استفاده در ترسیم میدان عددی ریسک بوده و نقش بخش قانونمند میدان را ایفا نمایند انجام گرفت. از بین معادلات مختلف معادله (۱) با ضریب تبیین ۰/۸۵۸ و درجه آزادی df=۴۰۱ که در سطح ۱٪ معنی‌دار است عاید گردید.

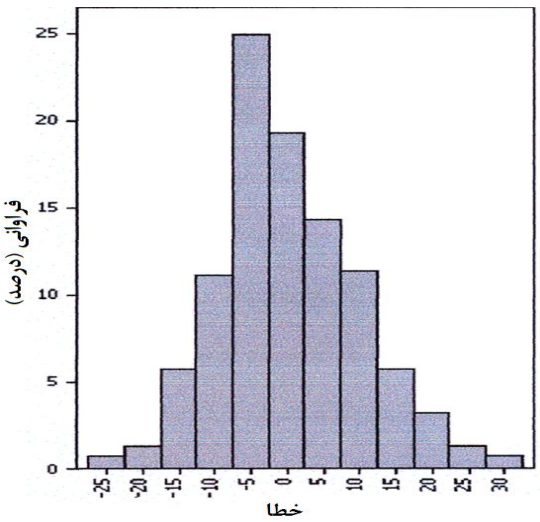
$$Prsk = 121.8 - 0.007Z + 0.00763R - 3.467Y + \varepsilon \qquad (۱)$$

در این معادله Prsk احتمال تجاوز بارش ۲۴ ساعته از آستانه ۵۰ میلی‌متر برحسب درصد، Z ارتفاع محل برحسب متر، R مقدار متوسط بارش سالانه بر حسب میلی‌متر، Y عرض جغرافیایی برحسب درجه قوسی و ε خطای مربوط به اختلاف مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده می باشد. در شکل ۳ مقادیر محاسبه شده و مشاهده شده Prsk با یکدیگر مقایسه شده‌اند.



شکل ۳- مقایسه مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده احتمال وقوع بارش‌های سیل آسا در گستره ایران (٪)

شکل ۴ توزیع فراوانی خطاهای نقطه‌ای برآورد احتمال یعنی تفاوت بین مقادیر محاسباتی و مشاهداتی را نمایش می‌دهد. سطح بالای ضریب تبیین امکان استفاده از روش لایه خطا را برای رقومی کردن Prsk روی گستره کشور فراهم می سازد (خلیلی و همکاران، ۱۳۸۳). برای تعمیم این رابطه برای گستره کشور لازم است مقادیر ارتفاع Z و میانگین بارش سالانه R به صورت رقومی برای هر یک از نقاط در دست باشد. علاوه بر این، نقشه‌های رقومی کاربری اراضی و تقسیمات اداری کشور نیز زیرساخت‌های اصلی کاربردی این بررسی را تشکیل می‌دهند.



شکل ۴- توزیع خطاها در تابع توزیع احتمالات رگبارهای مشاهده و محاسبه شده

زیر ساخت‌ها

الف- مدل رقومی ارتفاع ایران

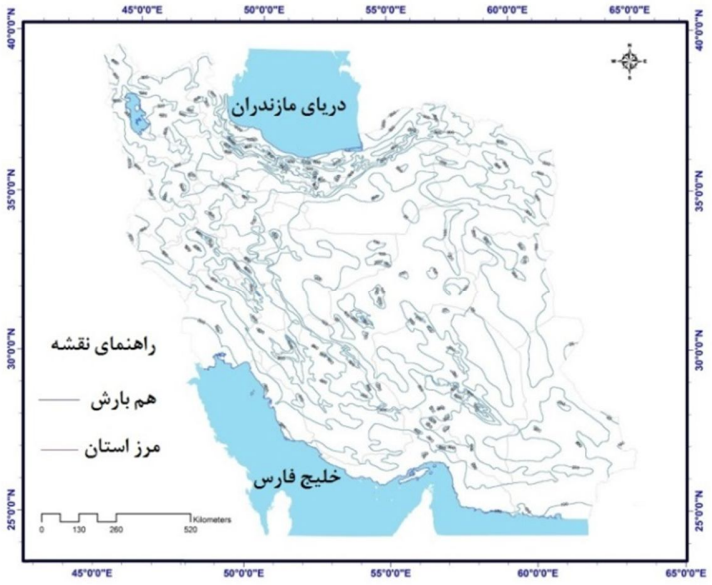
برای مقاصد اقلیمی و با توجه به تراکم فعلی شبکه ایستگاه‌های هواشناسی کشور، و دقت مورد انتظار در عملیات میان‌یابی، یک شبکه ارتفاعی نقطه‌ای به ابعاد ۱×۱ کیلومتر برای رسم میدان‌های عددی اقلیمی مناسب تشخیص داده شد و از DEM ایران استخراج گردید. بر این اساس تمامی برآوردها در روی این گرید (شبکه) که در حدود دو میلیون نقطه (پیکسل) در داخل مرزهای ایران و نواحی مجاور را شامل می‌گردد انجام گرفت. بنابراین واحد محاسبات زمین آماری ۱×۱ کیلومتر مربع می‌باشد. مقدار عددی پارامترهای جغرافیایی و یا اقلیمی به مرکز این پیکسل‌ها نسبت داده شده و پیکسل‌های ناقص ۱/۲ کیلومتر مربع در نظر گرفته شده‌اند.

ب- مدل رقومی بارندگی ایران

نقشه‌های هم‌بارش سالانه ایران در دوره اقلیمی مطالعاتی این بررسی بر اساس داده‌های ۱۱۰۰ ایستگاه و به روش گرادیان‌یابی منطقه‌ای ترسیم گردیده و مدل رقومی آن مطابق شکل ۵ تهیه گردید (خلیلی، ۱۳۸۸). این نقشه بعداً به‌روز شده و تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده آن به ۱۴۱۱ و دوره اقلیمی آن تا ۲۰۱۰ افزایش یافت (خلیلی و رحیمی، ۲۰۱۴).

ج- لایه خطای برآورد

خطای برآورد رابطه فوق بر اساس داده‌های شبکه ایستگاه‌های مطالعاتی به روش کریجینگ بر روی گستره کشور به روی پیکسل‌هایی به ابعاد ۱×۱ کیلومتر رقومی شده است و به این ترتیب توزیع تمامی اجزای معادله هادی معلوم و امکان پهنه‌بندی ریسک فراهم شد.



شکل ۵- نقشه رقومی شده میانگین ۳۶ ساله هم‌بارش سالانه ایران (میلی‌متر)

د- نقشه رقومی کاربری اراضی

چون برآوردهای منطقه‌ای ریسک منحصراً در گستره‌های زراعی یا مناطق تولیدکننده توده زنده گیاهی معنی‌دار و قابل انجام است و مناطق لم‌یزرع نباید در محاسبات دخالت داده شوند، محدوده‌های رقومی باغات و زارعت آبی، دیمزارها، دیمزارهای پراکنده و جنگل و مرتع به‌عنوان محدوده‌های مؤثر در برآورد ریسک برای محاسبات زمین‌آماری از نقشه رقومی کاربری اراضی (وزارت جهاد کشاورزی) استخراج گردید و بر این اساس نقشه اخیر یکی از زیرساخت‌های اصلی را تشکیل می‌دهد. قابل ذکر است که در صورت تولید نقشه‌های جدیدتر امکان جایگزینی آن بدون آن‌که در ساختار مدل تغییر ایجاد شود، وجود دارد.

ه- نقشه رقومی محدوده‌های اداری کشور

از نظر کاربردهای اجرایی نتایج لازم به نظر رسید که ارزیابی ریسک برای محصولات مختلف در قالب محدوده‌های اداری که تحت مسئولیت اجرایی واحدی می‌باشند امکان‌پذیر باشد. به‌این دلیل امکان انتخاب محدوده‌های دهستان، بخش، شهرستان و استان‌های کشور برای انجام برآوردهای زمین‌آماری با حفظ کاربری اراضی مورد نظر، نیز فراهم گردیده و نقشه تقسیمات اداری کشور در مدل گنجانده شده است. این نقشه نیز به‌طور پویا قابل جایگزینی با نقشه‌های جدید تقسیمات کشوری می‌باشد.

معیارهای کمی خطر و پهنه‌بندی ریسک بارش‌های سیل آسا

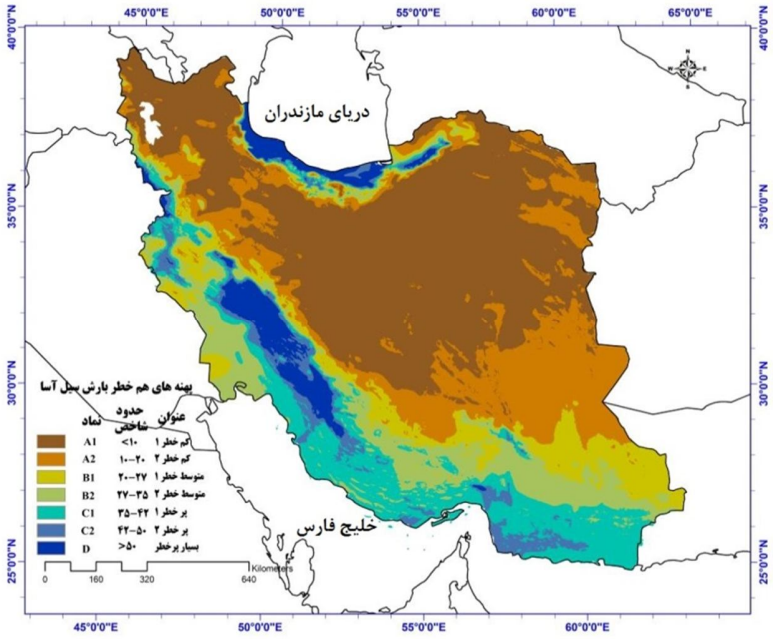
زیرساخت‌های معادله هادی (مدل‌های رقومی ارتفاع، بارش سالانه و مدل رقومی ε) امکان پهنه‌بندی ریسک را بر حسب احتمال وقوع آن‌ها فراهم می‌سازد. برای آستانه بارش‌های مساوی یا بیش‌تر از ۵۰ میلی‌متر در روز چهار گروه خطر که هر یک به زیرگروه‌هایی نیز تقسیم‌بندی شده‌اند بر اساس بازه‌های احتمالی مندرج در جدول ۱ پیشنهاد شده است.

جدول ۱- معیارهای پهنه‌بندی ریسک بارش‌های سیل آسا

حدود شاخص ریسک	گروه خطر	نماد
کم‌تر از ۱۰	کم‌خطر ۱	A1
۱۰-۲۰	کم‌خطر ۲	A2
۲۰-۲۷	متوسط‌خطر۱	B1
۲۷-۳۵	متوسط‌خطر ۲	B2
۳۵-۴۲	پرخطر ۱	C1
۴۲-۵۰	پرخطر ۲	C2
بیش‌تر از ۵۰	بسیار پرخطر	D

نتایج

در شکل ۶ پهنه‌های هم خطر بارش‌های سنگین را در گستره کشور با دقت ۱×۱ کیلومتر به‌عنوان نتیجه نهایی این بررسی ارائه شده است.



شکل ۶- پهنه‌بندی ریسک بارش‌های سیل آسا

نقشه پهنه‌بندی خطر بارش‌های سیل آسا، ارائه شده در این بررسی برای هر نقطه (پیکسل) از کشور به ابعاد ۱×۱ کیلومتر، قضاوتی کمی راجع به بزرگی ریسک در هر محل را ارائه می‌دهد. با در نظر گرفتن این نکته که استخراج مستقیم ارقام از نقشه و تحلیل فراوانی اطلاعات عملاً امکان‌پذیر نیست؛ نرم‌افزار AgroClimRisk به‌عنوان

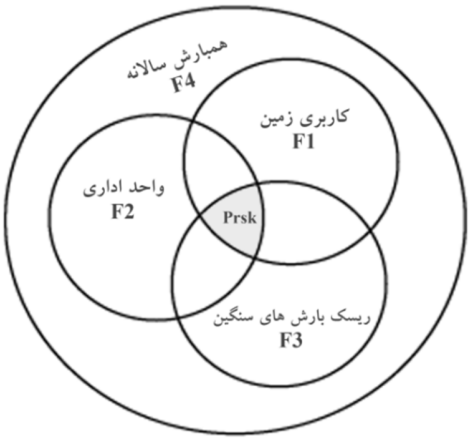
نتیجه‌گیری و جمع‌بندی این پژوهش تدوین شده که شامل سه بخش سرمازدگی، بارش‌های سیل آسا و خشکسالی است. بیان غیر ریاضی و عملیاتی این مدل در بخش بارش شامل مراحل زیر می‌باشد که در شکل ۷ خلاصه شده است.

۱- انتخاب واحد اداری کشور (استان، شهرستان، بخش، دهستان) (میدان F1)

۲- انتخاب کاربری زمین (جنگل و مرتع، زراعت دیم، باغات و زراعت آبی) (میدان F2)

۳- انتخاب موضوع که می‌تواند بارش سیل آسا (میدان F3)، (بارش سالانه (میدان F4) و یا هر دو باشد.

۴- انجام محاسبات زمین آماری



شکل ۷- ساختار مدل AgroClimRisk و نقشه‌های رقومی مورد استفاده در آن

محاسبات زمین آماری روی جامعه پیکسل‌هایی که در منطقه اشتراک یا تقاطع میدان‌های عددی فوق قرار گرفته‌اند انجام می‌شود و کم‌ترین، بیش‌ترین و میانگین مقادیر پیکسل‌ها محاسبه می‌گردد و این میانگین به‌عنوان سنجه ریسک روی گستره فعالیت زراعی مورد بحث ارائه می‌شود. شکل ۸- الف خروجی مدل را برای بارش‌های سیل آسای چند دهستان منتخب با کاربری زراعت آبی و باغات در استان‌های آذربایجان شرقی، بوشهر و مازندران به‌عنوان نمونه نشان می‌دهد. در شکل ۸- ب خروجی مدل برای میانگین‌های نقطه‌ای و منطقه‌ای بارش سالانه در همان مناطق نموده شده است.

نتایج و بحث

یافته‌های این پژوهش به شرح زیر جمع‌بندی می‌شود:

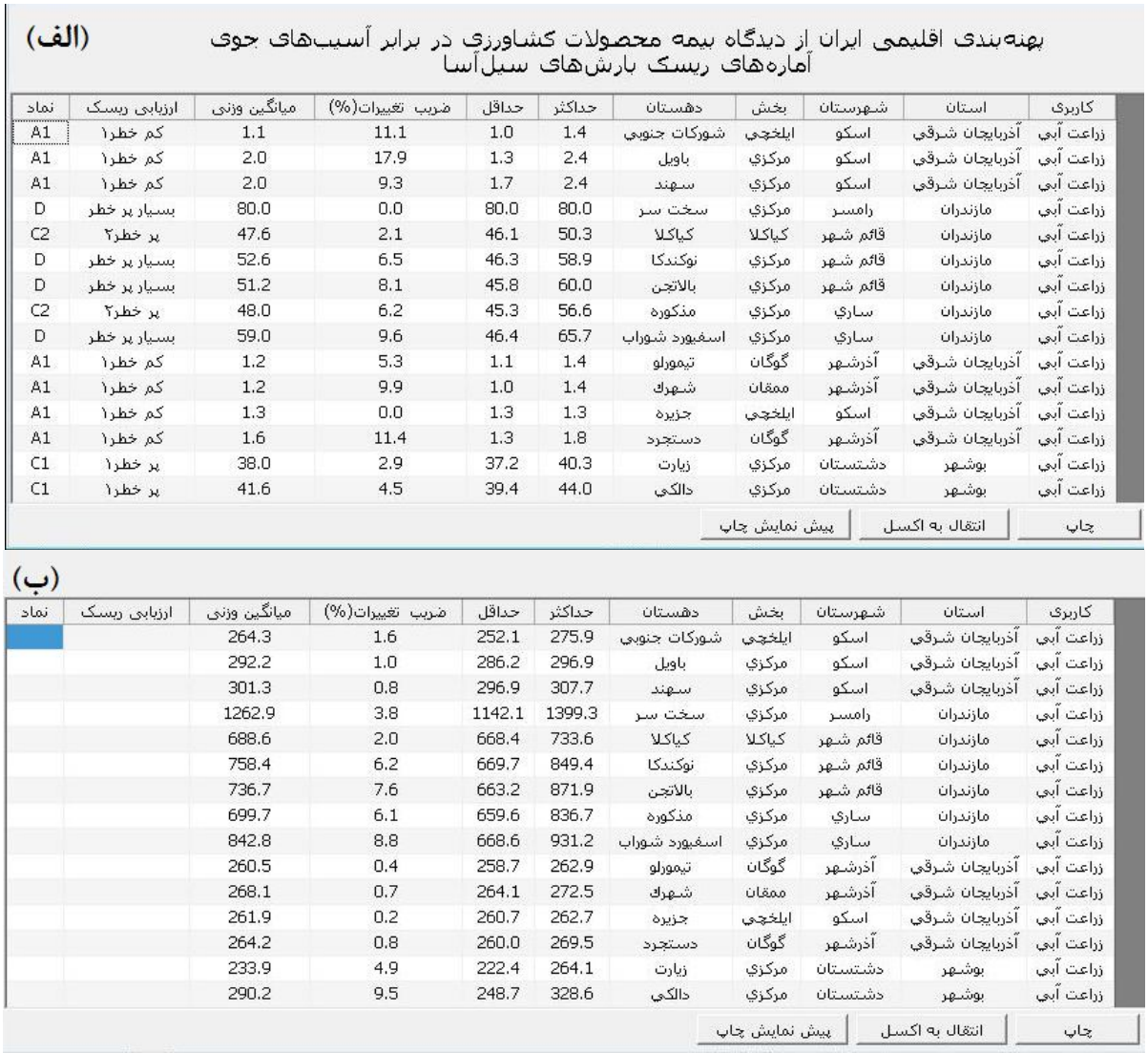
۱- تدوین یک معیار درجه‌بندی آسیب بارش سیل آسا مبتنی بر تجربه‌های کارشناسان بیمه کشاورزی به‌منظور تفکیک گستره کشور از نظر آسیب بارش‌های سنگین به مناطق کم، متوسط، پر و بسیار پرخطر و زیر تقسیم‌های آن معیار درجه‌بندی بر احتمال وقوع بارش‌های مساوی یا بزرگ‌تر از ۵۰ میلی‌متر در روز استوار بوده و این احتمالات بر پایه بهترین برازش توابع چگالی احتمال بارش‌های روزانه ۴۰۵ ایستگاه هواشناسی برای هر یک از آن‌ها محاسبه شده است.

۲- تحلیل همبستگی چندمتغیره نشان داد که رابطه خطی معنی‌دار در سطح قوی‌تر از ۰/۰۱ بین این احتمال و ارتفاع (Z) محل، مقدار بارش سالانه (R) و عرض جغرافیایی (Y) به صورت معادله چند متغیره ($Prsk=a+bZ+cR+dY+\varepsilon$) وجود دارد و از آن به‌عنوان معادله هادی، یا تابع مولد احتمال برای پهنه‌بندی ریسک استفاده شده و مقدار خطر را به‌طور کمی روی پیکسل‌های مناسب برآورد گردیده است.

۳- برای تأمین متغیرهای فوق تمهیدات زیر فراهم گردید:

الف) کافی نبودن تراکم ایستگاه‌های پایه امکان طراحی پیکسل‌ها به ابعاد کم‌تر از ۱×۱ کیلومتر مربع را مجاز نمی‌سازد. بر این اساس در مدل رقومی ارتفاع ایران Z در پیکسل هایی به ابعاد ۱×۱ کیلومتر تهیه شد.

ب) نقشه‌های هم‌بارش ایران در دوره ۳۶ ساله مختوم به سال ۲۰۰۳ بر اساس داده‌های ۱۱۰۰ ایستگاه هواشناسی به روش گرادیان‌یابی جزء به جزء تهیه و برای هر یک از پیکسل‌های مذکور مقدار عددی R مشخص گردید. دقت برآوردهای حقیقی در این نقشه یک ایستگاه در هر ۱۵۰۰ کیلومتر مربع است و تفکیک قابل اعمال بر نقشه‌های ۱×۱ کیلومتر مربع می‌باشد.



(الف)

پهنه‌بندی اقلیمی ایران از دیدگاه بیمه محصولات کشاورزی در برابر آسیب‌های جوی
آماره‌های ریسک بارش‌های سیل‌آسا

کاربری	استان	شهرستان	بخش	دهستان	حداکثر	حداقل	ضریب تغییرات(%)	میانگین وزنی	ارزیابی ریسک	نماد
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	ايلخچي	شوركات جنوبي	1.4	1.0	11.1	1.1	كم خطر١	A1
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	مركزي	باويل	2.4	1.3	17.9	2.0	كم خطر١	A1
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	مركزي	سهند	2.4	1.7	9.3	2.0	كم خطر١	A1
زراعت آبي	مازندران	رامسر	مركزي	سخت سر	80.0	80.0	0.0	80.0	بسيار پر خطر	D
زراعت آبي	مازندران	قائم شهر	كياكلا	كياكلا	50.3	46.1	2.1	47.6	پر خطر٢	C2
زراعت آبي	مازندران	قائم شهر	مركزي	نوكندكا	58.9	46.3	6.5	52.6	بسيار پر خطر	D
زراعت آبي	مازندران	قائم شهر	مركزي	بالاتجن	60.0	45.8	8.1	51.2	بسيار پر خطر	D
زراعت آبي	مازندران	ساري	مركزي	مذكوره	56.6	45.3	6.2	48.0	پر خطر٢	C2
زراعت آبي	مازندران	ساري	مركزي	اسفيورد شوراب	65.7	46.4	9.6	59.0	بسيار پر خطر	D
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	آذرشهر	گوگان	تيمورلو	1.4	1.1	5.3	1.2	كم خطر١	A1
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	آذرشهر	ممقان	شهرك	1.4	1.0	9.9	1.2	كم خطر١	A1
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	ايلخچي	جزيره	1.3	1.3	0.0	1.3	كم خطر١	A1
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	آذرشهر	گوگان	دستجرد	1.8	1.3	11.4	1.6	كم خطر١	A1
زراعت آبي	بوشهر	دشتستان	مركزي	زيارت	40.3	37.2	2.9	38.0	پر خطر١	C1
زراعت آبي	بوشهر	دشتستان	مركزي	دالكي	44.0	39.4	4.5	41.6	پر خطر١	C1

چاپ | انتقال به اکسل | پیش نمایش چاپ

(ب)

کاربری	استان	شهرستان	بخش	دهستان	حداکثر	حداقل	ضریب تغییرات(%)	میانگین وزنی	ارزیابی ریسک	نماد
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	ايلخچي	شوركات جنوبي	275.9	252.1	1.6	264.3		
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	مركزي	باويل	296.9	286.2	1.0	292.2		
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	مركزي	سهند	307.7	296.9	0.8	301.3		
زراعت آبي	مازندران	رامسر	مركزي	سخت سر	1399.3	1142.1	3.8	1262.9		
زراعت آبي	مازندران	قائم شهر	كياكلا	كياكلا	733.6	668.4	2.0	688.6		
زراعت آبي	مازندران	قائم شهر	مركزي	نوكندكا	849.4	669.7	6.2	758.4		
زراعت آبي	مازندران	قائم شهر	مركزي	بالاتجن	871.9	663.2	7.6	736.7		
زراعت آبي	مازندران	ساري	مركزي	مذكوره	836.7	659.6	6.1	699.7		
زراعت آبي	مازندران	ساري	مركزي	اسفيورد شوراب	931.2	668.6	8.8	842.8		
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	آذرشهر	گوگان	تيمورلو	262.9	258.7	0.4	260.5		
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	آذرشهر	ممقان	شهرك	272.5	264.1	0.7	268.1		
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	اسكو	ايلخچي	جزيره	262.7	260.7	0.2	261.9		
زراعت آبي	آذربايجان شرقي	آذرشهر	گوگان	دستجرد	269.5	260.0	0.8	264.2		
زراعت آبي	بوشهر	دشتستان	مركزي	زيارت	264.1	222.4	4.9	233.9		
زراعت آبي	بوشهر	دشتستان	مركزي	دالكي	328.6	248.7	9.5	290.2		

چاپ | انتقال به اکسل | پیش نمایش چاپ

شکل ۵- نمونه خروجی نرم‌افزار تدوینی: الف- ریسک بارش‌های سنگین، ب- میانگین بارش درازمدت سالانه (میلی‌متر) روی چند دهستان منتخب با کاربری مختلف

قابل ذکر است که این نقشه بعداً تا دوره مختوم به ۲۰۱۰ و با گسترش مقدار ایستگاه‌ها به ۱۴۰۰ ایستگاه از نظر کیفیت ارتقاء داده شد (خلیلی و رحیمی، ۲۰۱۴).

ج) عرض جغرافیایی پیکسل‌ها در DEM ایران به مرکز پیکسل‌ها نسبت داده شده است.

د) مقدار ε بر اساس داده‌های ۴۰۵ ایستگاه محاسبه و به روش کریجینگ برای هر پیکسل مشخص گردید. بر این اساس توزیع Prsk در گستره کشور مشخص و پهنه‌های هم‌خطر مرزبندی شدند.

۴- به‌منظور کاربردی کردن نقشه، یک نرم‌افزار که بخشی از مدل AgroClimRisk را تشکیل می‌دهد بر مبنای تحلیل‌های زمین آماری تدوین گردید.

به کمک این نرم‌افزار می‌توان با استفاده از مدل کاربری زمین و مرزبندی تقسیمات اداری کشور آماره‌های ریسک را در گستره‌هایی با کاربری‌های جنگل و مرتع، دیمزارها، باغات و زراعت آبی و دیمزارهای پراکنده در محدوده‌های اداری گوناگون، دهستان، بخش، شهرستان و استان به‌طور کمی به‌دست آورد و در روی هر گستره کم‌ترین، بیش‌ترین، انحراف معیار و میانگین ریسک

Prsk و درجه کیفی خطر را مشخص نمود و نتیجه را مستقیماً یا در محیط اکسل دریافت کرد. همچنین می‌توان متوسط بارش سالانه را روی محدوده‌های موردنظر باز یافت.

۵- ضرایب معادله هادی نشان می‌دهد که مقدار درصد خطر بارش‌های سیل آسا در ایران به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع ۷/۳ درصد و به ازای هر درجه افزایش عرض جغرافیایی ۳/۵ درصد کاهش می‌یابد، متقابلاً این خطر به ازای هر صد میلی‌متر افزایش بارندگی ۷/۶ درصد افزایش پیدا می‌کند. این معادله به خوبی نشان می‌دهد که شدت بارش‌ها در نواحی جنوب کشور به رغم آن‌که بارندگی سالانه در حدود ۲۵۰-۱۵۰ میلی‌متر است قابل مقایسه با سواحل دریای مازندران که محدوده بارش در دامنه ۲۰۰۰-۶۰۰ میلی‌متر نوسان دارد می‌باشد. بخش وسیعی از ایران مرکزی با ریسک کم‌تر از ۲۰ درصد جزء مناطق کم‌خطر محسوب می‌شوند.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه تهران و صندوق بیمه کشاورزی به پاس حمایت‌های معنوی و مادی آنان، از همکاری صمیمانه آقای دکتر خلیل قربانی برای انجام آزمون‌های متعدد ترسیم میدان‌های عددی و از همگامی آقای مهندس جابر رحیمی برای ویراستاری مجدد نقشه‌ها قدردانی و از سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو به پاس در اختیار گذاشتن آمار تشکر می‌شود.

منابع

برزو، ف.، عزیزی، ق. ۱۳۹۴. پیشنهاد معیاری ساده برای برآورد بارش سنگین در مناطق مختلف ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۷(۳): ۳۴۷-۳۶۵.

خلیلی، ع. ۱۳۸۸. گزارش طرح "پهنه بندی اقلیمی ایران از دیدگاه بیمه محصولات کشاورزی در مقابل آسیب‌های خشکسالی، سرماهای زیان‌بخش و بارش‌های سیل آسا". امور پژوهش‌های کاربردی دانشگاه تهران و صندوق بیمه محصولات کشاورزی، جلد ۱ و ۷. (راهنمای کاربران).

خلیلی. ع.، درویش صفت. ع.، برادران راد، ر. ۱۳۸۳ پیشنهاد روش برای پهنه‌بندی اقلیمی در محیط GIS، مطالعه موردی شمال غرب ایران در سیستم سیلیانینف. نشریه بیابان، ۹(۲): ۲۲۸-۲۳۷.

دارند، م. ۱۳۹۴. شناسایی پهنه‌های همگن بارش سنگین و ابرسنگین ایران زمین به کمک نمایه‌های کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۳(۱): ۴۰-۵۷.

علیجانی، ب. ۱۳۹۰. تحلیل فضایی دماها و بارش‌های بحرانی روزانه در ایران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۷(۲۰): ۹-۳۰.

منتظری، م. ۱۳۸۸. تحلیل زمانی- مکانی بارش‌های فرین روزانه در ایران. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۰(۲) ۱۲۵-۱۴۰.

Kanchebe, D. E., Abudu, K. R. 2012. Vulnerability of crop production to heavy precipitation in north- eastern Ghana. Int. J. Clim. Chang. Str. Manag., 4(1), 36-53.

Khalili, A., Rahimi, J. 2014. High-resolution spatiotemporal distribution of precipitation in Iran: a comparative study with three global-precipitation datasets. Theor. Appl. Climatol., 118(1-2): 211-221.

Leblois, E., Ramos, M. H., Guillon, A. 2007. Rainfall hazard assessment: a geostatistically based methodology. NOVATECH.

McCarthy, N. A. 2003. Demand for rainfall-index based insurance: a case study from Morocco (Vol. 106). Intl. Food Policy Res. Inst.

Ramos, M. H., Creutin, J. D., Leblois, E. 2005. Visualization of storm severity. J. Hydrol., 315(1): 295-307.

Rosenzweig, C., Tubiello, F. N., Goldberg, R., Mills, E., Bloomfield, J. 2002. Increased crop damage in the US from excess precipitation under climate change. Global Environ. Chang., 12(3): 197-202.

Skakun, S., Kussul, N., Shelestov, A., Kussul, O. 2014. Flood hazard and flood risk assessment using a time series of satellite images: a case study in Namibia. Risk Anal., 34(8): 1521-1537.

Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I., El Kenawy, A. M., Angulo-Martínez, M. 2009. Daily atmospheric circulation events and extreme precipitation risk

in northeast Spain: Role of the North Atlantic Oscillation, the Western Mediterranean Oscillation, and the Mediterranean Oscillation. J. Geophys. Res. Atmos. (1984–2012), 114(D8).

Vörösmarty, C. J., Guenni, L. B., Wollheim, W. M., Pellerin, B., Bjerklie, D., Cardoso, M., D'Almeida, C., Green, P., Colon, L. 2013. Extreme rainfall, vulnerability and risk: a continental-scale assessment for South America. Philos. Trans. A Math. Phys. Eng. Sci., 371: 20120408.

Xie, X., Gu, W., Wang, B., Yang, Q. 2012. Risk Assessment of Rainstorm and Flood Disaster Based on Multi-index. Communications in Information Science and Management Engineering: 10-16.

Zhang, J. Q., Okada, N., Tatano, H., Hayakawa, S. 2002. Risk assessment and zoning of flood damage caused by heavy rainfall in Yamaguchi prefecture, Japan. Flood Defence, 162-170.

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2015, pp. 24-33

نشریه هواشناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۴، صص.۳۳- ۲۴

Quantifying the risk of heavy rainfall and its damage to agriculture in Iran

A. Khalili[1*]

Received: 23/09/2013
Accepted: 05/03/2016

Abstract

This study has been performed with two goals. Firstly, zoning the country based on risk of heavy rain damage to agricultural lands; secondly; developing a model to determine the probability of heavy rainfall damage risk (Prsk) over various regions of Iran considering their land use (e.g. rainfed or irrigated farming regions). Daily precipitation data of 405 meteorological stations across Iran with acceptable and continuous records were collected, and then the Probability Density Function (PDF) for these data was worked out using maximum likelihood method. The occurrence probability of a daily rainfall event greater than or equal to 50mm (Prsk) was also calculated based on these PDFs. The statistical analysis showed that, there exist a linear relationship (significant at 1%) between Prsk, as the dependent variable, and annual precipitation R, elevation Z and latitude Y as the predictors. The obtained regression equation; Prsk = a + b Z +c R +d Y was used for generating the regional risk maps. Besides, the digital precipitation model of Iran based on climatic data of 1100 stations for a 40-year period as well as the digital elevation model of Iran with a resolution of 1x1 Km2 were prepared for calculating Prsk. Then, by using GIS tools, an error layer was prepared to correct the calculated values of Prsk. Finally these risk values were classified as :< 20= low, 20 – 35= medium, 35-50= high and > 50= very high risk and corresponding maps were produced. Ultimately, for practical applications, a new agro-climatic risk software namely, AgroClimRisk was introduced by which, the Digital Land-use Model and digital boundaries of administrative regions of the country were incorporated in developed Prsk model. This package is capable to calculate the maximum, minimum, mean and coefficient of variation values of Prsk and quantification of its risk of damage to farmlands over each part of the country using geo-statistical methods.

Keywords: Agro-insurance, Heavy rainfall risk, Modeling, Iran, GIS

[1] Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University college of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(*Corresponding author email address: akhalili@ut.ac.ir)