وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی

راهنمای جامع سیلاب و کاهش مخاطرات آن در کشت‌های گلخانه‌ای

نویسندگان:
داود مؤمنی، بهمن یارقلی
۱۳۹۹

سرشناسه	: مومنی، داود، ۱۳۵۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای جامع سیلاب و کاهش مخاطرات آن در کشت‌های گلخانه‌ای/نویسندگان داود مومنی، بهمن یارقلی ؛ ویراستاران ترویجی فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتح ؛ ویراستار ادبی سمیرا میرنظامی؛ تهیه شده در معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
مشخصات نشر	: تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۵۴ ص.: مصور (رنگی).
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۷۴۱-۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا	
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۵۴؛ همچنین به صورت زیرنویس.
موضوع	: سیل -- ایران -- پیش‌بینی‌های ایمنی -- دستنامه‌ها
موضوع	: Flood control -- Iran -- Safety measures -- Handbooks, manuals, etc.
موضوع	: سیل -- ایران -- خسارات و خرابی‌ها -- پیشگیری -- دستنامه‌ها
موضوع	: Flood damage prevention -- Iran -- Handbooks, manuals, etc.
موضوع	: گلخانه‌ها -- ایران -- طراحی و ساخت -- دستنامه‌ها
موضوع	: Greenhouses -- Iran -- Design and construction -- Handbooks, manuals, etc.
موضوع	: گلخانه‌ها -- ایران -- پیش‌بینی‌های ایمنی -- دستنامه‌ها
موضوع	: Greenhouses -- Safety measures -- Iran -- Handbooks, manuals, etc
شناسه افزوده	: یارقلی، بهمن، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده	: صحرایی، فرانک، ویراستار
شناسه افزوده	: پورفاتح، نصیبه، ۱۳۶۶ -، ویراستار
شناسه افزوده	:سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
رده بندی کنگره	: TC۵۳۰
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۴۰۹۵۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۳۵۶۴۱۰

ISBN: 978-964-520-741-8

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۷۴۱-۸

عنوان: راهنمای جامع سیلاب و کاهش مخاطرات آن در کشت‌های گلخانه‌ای

نویسندگان (به ترتیب حروف الفبا): داود مؤمنی، بهمن یارقلی

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

ویراستاران ترویجی: فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتح

ویراستار ادبی: سمیرا میرنظامی

تهیه شده در: معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

صفحه آرا: نرگس بهادر

نمونه خوان: افسانه شایسته

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۹

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۸۲۹۹ به تاریخ ۹۹/۰۷/۰۸ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، معاونت آموزش و ترویج، طبقه ۱۲

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵ | تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴ | کد پستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸

مخاطبان:

- گلخانه‌داران
- کشاورزان
- کارشناسان و مروجان پهنه‌های تولیدی

اهداف آموزشی:

- شما پس از مطالعه این دستنامه با طرح‌های کنترل سیلاب، راهکارهای پیش‌بینی وقوع سیلاب و کاهش مخاطرات سیلاب در گلخانه آشنا می‌شوید.

فهرست

عنوان **صفحه**

مقدمه **۹**
سیلاب **۱۱**
انواع سیلاب **۱۵**
سیلاب آرام ۱۵
سیلاب ناگهانی ۱۵
سیلاب شهری ۱۶
سیلاب رودخانه‌ای ۱۶
انواع بارش **۱۸**
تغییرات بارندگی **۱۹**
اندازه‌گیری نزولات جوی **۲۰**
حداکثر بارش محتمل **۲۱**
برگاب **۲۲**
نفوذپذیری خاک **۲۳**
رواناب سطحی **۲۴**
حداکثر دبی رواناب **۲۵**
هیدروگراف **۲۶**
پیش‌بینی سیل **۲۸**
روندیابی سیل **۲۹**
سیستم پیش‌بینی سیل در ایران **۳۱**
طرح‌های کنترل سیلاب **۳۳**
استفاده از کانال‌های زیرزمینی ۳۳

استفاده از سد با دروازه‌های متحرک بر روی رودخانه ۳۵
استفاده از دیواره هوشمند در کنترل سیلاب ۴۰
استفاده از آب‌بندهای موقت در کنترل سیلاب ۴۳
انجام عملیات آبخیزداری در کنترل سیلاب ۴۶
اقدامات کاهش مخاطرات سیلاب در گلخانه ۴۹
اقدامات قبل از وقوع سیل ۵۰
اقدامات در هنگام وقوع سیل ۵۱
اقدامات بعد از وقوع سیل ۵۲
منابع ۵۴

مقدمه

کشـور ایران جزو ده کشور بلاخیز جهان است، به‌گونه‌ای که در گزارش دفتر سـازمان ملل متحد در سـال ۱۳۹۶ آمده کـه از ۴۱ عنـوان حوادث غیرمترقبه شناخته‌شـده در جهان، بیـش از ۳۴ نـوع آن در ایـران رخ می‌دهـد. در چشـم‌انداز جمهـوری اسـلامی ایـران در افـق ۱۴۰۴ هجـری شمسـی، در بخـش سیاسـت‌های کلی پیشـگیری و کاهـش خطرهای ناشـی از سـوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه آمده اسـت که باید آموزش، آگاهی و فرهنگ ایمنی و آماده‌سازی مسئولان و مـردم بـرای رویارویـی بـا عوارض ناشـی از سـوانح طبیعی و حـوادث غیرمترقبـه به‌ویژه خطر زلزلـه و پدیده‌های جوی و اقلیمی گسـترش یابد. همچنین مطالعات علمی، پژوهشـی و حمایـت از مراکـز موجـود، به‌منظور شناسـایی و کاسـتن از خطرهـای ایـن گونـه حـوادث بایـد تقویـت شـود. یکـی از ایـن سـوانح طبیعی دنیا، سـیلاب اسـت و تقریبـاً در تمامی کشورها رخ می‌دهد. برخی از سیل‌ها در فصول معینی از سال بـه وقـوع می‌پیوندند و مردم نیـز از قبل، آگاهـی دارند؛ ولی برخـی مواقـع سـیل چنـان شـدید و ناگهانـی اسـت کـه به فاجعـه تبدیـل می‌شـود. بـا توجـه بـه سـیلاب‌های ابتـدای سـال ۱۳۹۸ کـه آسـیب‌های جـدی بـه اسـتان‌های فارس،

گلستان، لرستان و خوزستان و گوشه و کنار کشور وارد کرد، ایـن دسـتنامه به‌منظـور بررسـی ابعـاد مختلـف سـیلاب و راهکارهای کاهش مخاطرات سـیل در کشـت‌های گلخانه‌ای تهیه شده است.

سیلاب

سیل به وضعیتی اطلاق می‌شود که در خلال یا پس از یک بارندگی شدید، مقدار دبی رودخانه به‌سرعت افزایش می‌یابد و در نتیجه آب از بستر عادی خود سرریز می‌شود و مناطق اطراف را در بر می‌گیرد. سیل از شایع‌ترین سوانح طبیعی دنیاست و تقریباً در تمامی کشورها رخ می‌دهد. برخی از سیل‌ها در فصول معینی از سال به وقوع می‌پیوندند و مردم نیز از قبل آگاهی دارند؛ ولی برخی مواقع سیل چنان شدید و ناگهانی است که به فاجعه تبدیل می‌شود. جریان سیل، گاهی مقادیر زیادی رسوبات و نخاله با خود حمل می‌کند که در این صورت میزان تخریب آن چند برابر می‌شود (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

شکل ۱- تصویر هوایی سیلاب استان گلستان در بهار ۱۳۹۸

برخی از دانشـمندان تغییر اقلیم و گرم‌شـدن کره زمین را یکی از عوامل مهم وقوع سیل‌ها می‌دانند؛ ولی دست‌کاری‌های غیرمنطقـی بشـر در طبیعت از جمله تغییر کاربری بسـتر و حریـم منابع آبی، تغییر ریخت‌شناسـی رودخانه‌ها و شـرایط پوشـش گیاهـی در سـطح حوضه‌هـای آبریـز و تشـدید فرسـایش خـاک از عوامـل مهـم و اصلـی تشـدید تأثیـرات مخـرب سـیلاب‌ها هسـتند.

شکل۲- تصویر هوایی سیلاب استان لرستان در بهار ۱۳۹۸

شکل۳- تصویر هوایی سیلاب استان خوزستان در بهار ۱۳۹۸

باران شـدید و سنگین و ذوب سریع برف مهم‌ترین دلیل وقوع سیل است. هنگامی که مسیر رودخانه یا مسیر طبیعی جریان آب نتواند ظرفیت‌های آب‌های جاری‌شده را تحمل کند، سیل اتفاق می‌افتد.

تلفات سـیل به‌صـورت آب‌بـردن، خفگـی، زیرآوارماندن، برق‌گرفتگی و سـکته گزارش شده‌است. در بخش کشاورزی نیـز تخریب زمین‌های کشـاورزی، تخریب گلخانه‌ها، تخریب چاه‌ها، قنات‌ها و جاده‌های دسترسـی از خسارات سیل است. شناخته‌شـده‌ترین قربانی‌هـا، مناطـق سـاحلی هسـتند؛ امـا گاهـی حتـی نزدیکی به یک رودخانـه و دریاچه نیز می‌تواند خطرآفرین باشد. در شکل‌های ۴ تا ۷ نمونه‌هایی از گلخانه‌های آسیب‌دیده در اثر سیل در چین، هند و ایران دیده می‌شود.

شکل۴- گلخانه آسیب‌دیده در اثر سیلاب سال ۲۰۰۶ در چین

شکل۵- گلخانه آسیب‌دیده در اثر سیلاب سال ۲۰۱۷ در هند

شکل۶- گلخانه آسیب‌دیده در اثر سیلاب سال ۲۰۱۶ در چین

شکل۷- گلخانه آسیب‌دیده در اثر سیلاب سال ۱۳۹۸ در ایران

انواع سیلاب

در تقسیم‌بندی انواع سیلاب، چهار نوع سیل تعریف می‌شود که عبارت‌اند از: سیلاب آرام، سیلاب ناگهانی، سیلاب شهری و سیلاب رودخانه‌ای.

سیلاب آرام

به سیلاب‌هایی گفته می‌شود که به‌تدریج در طی روزها و هفته‌ها به‌علت بارندگی و افزایش حجم آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ایجاد می‌شود.

سیلاب ناگهانی

به سیلاب‌های کوتاه‌مدتی که در اثر افزایش ناگهانی حجم آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ایجاد می‌شود، گفته می‌شود. در صورت فراهم‌نکردن تمهیدات مقابله با سیلاب، این نوع

سیلاب باعث مرگ و مصدومیت افراد و حیوانات اهلی واقع در محل و همچنین تخریب منازل، اماکن و گلخانه‌ها می‌شود.

سیلاب شهری

با تغییر زمین‌ها از مزارع و جنگل به خیابان و ساختمان، قدرت جذب باران توسط زمین کم شده و هنگام سیل خیابان‌ها و کوچه‌ها به محل عبور آب و مسیرهای پرسرعتی تبدیل می‌شود که زندگی شهری را مختل می‌کند و خسارات فراوانی را به همراه دارد. به این نوع سیلاب، سیلاب شهری گفته می‌شود. سیلاب نوروز سال ۱۳۹۸ شهر شیراز که از سمت دروازه قرآن وارد شهر شد، نمونه‌ای از سیلاب شهری است.

سیلاب رودخانه‌ای

به سیلاب‌های فصلی گفته می‌شود که با افزایش بارندگی‌های بهاره یا زمستانه و همچنین ذوب سریع برف‌ها، مسیر رودخانه سریعاً پر می‌شود. این مناطق همیشه زمان هشدار مناسبی برای تخلیه و دورشدن از منطقه خطر را دارند. چنانچه از ساخت و ساز گلخانه در بستر رودخانه جلوگیری شود، خسارت‌های ناشی از آن به حداقل می‌رسد. در شکل ۸، نمایی از گلخانه احاطه‌شده توسط سیلاب در سال ۲۰۰۵ میلادی در شهر سانتاکلارا کالیفرنیا دیده می‌شود.

شکل۸- گلخانه احاطه‌شده توسط سیلاب سال ۲۰۰۵ در آمریکا

به‌طور کلی از عوامل اصلی ایجاد سیلاب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تغییر اقلیم و الگوی نزولات جوی (سرعت و شدت بارش)؛

۲- بی‌توجهی به عملیات آبخوان‌داری؛

۳- بی‌توجهی به روش‌های منطبق با توان طبیعی مانند تغذیه مصنوعی و...؛

۴- تغییر کاربری‌های غیراصولی در سطح حوضه‌های آبریز؛

۵- بی‌توجهی به آمایش سرزمین به‌عنوان محور اصلی در استقرار و توسعه کاربری‌های مختلف در سطح حوضه‌های آبریز؛

۶- توجه‌نکردن به ظرفیت‌های مهم تالاب‌های کشور در مهار سیلاب‌ها؛

۷- تغییر کاربری بستر و حریم منابع مهم آبی؛
۸- تغییر ریخت‌شناسی و شرایط پوشش گیاهی؛
۹- انجام‌ندادن عملیات آبخیزداری در حوضه‌های بالادست.

انواع بارش

با توجه به اینکه یکی از عوامل مهم در ایجاد سیل، ریزش سریع نزولات جوی است، ضروری است در گام اول این نوشتار، بارش[1] و انواع آن تعریف شود.

از لحاظ تعریف، هرگونه رطوبت متراکم‌شده‌ای که به سطح زمین فرو ریزد، بارش نامیده می‌شود. تمام شکل‌های بارندگی، بدون توجه به وضع ظاهری آن‌ها، نزولات جوی نامیده می‌شوند. سازمان ملی هواشناسی آمریکا، نزولات جوی را به ۵۰ نوع طبقه‌بندی کرده است که باران، برف و تگرگ معمول‌ترین آن‌ها هستند. به‌طور کلی بارندگی‌ها بسته به اینکه سازوکار سردشدن هوای مرطوب در آن‌ها چگونه بوده است، به سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

الف- باران‌های جبهه‌ای[2]؛
ب- باران‌های همرفتی[3]؛
ج- باران‌های کوهستانی[4].

1. Precipitation
2. Frontal
3. Convective
4. Orographic

نزولات زمستانی، بیش‌تر جبهه‌ای و رگبارهای کوتاه‌مدت بهاری عمدتاً از نوع همرفتی هستند. در کوهپایه‌ها نیز به دلایل عبور توده‌های هوا از روی ارتفاعات، بارندگی بیش‌تر از نوع کوهستانی است.

در وضعیت آب و هوایی ایران، هر سه نوع بارندگی قابل‌مشاهده است.

تغییرات بارندگی

بارندگی در سطح دنیا، دارای تغییرات مکانی و زمانی زیاد است؛ ولی به‌طور کلی بارندگی در روی اقیانوس‌ها زیاد است و هرچه از اقیانوس‌ها دورتر شویم، کم‌تر می‌شود. به‌لحاظ زمانی نیز مقدار نزولات جوی دستخوش نوسانات مختلف است که در سه گروه تقسیم‌بندی می‌شود:

الف- نوسانات درازمدت؛

ب- نوسانات دوره‌ای؛

ج- نوسانات نامشخص.

نوسانات درازمدت، در اثر تغییراتی که در آب و هوای یک منطقه اتفاق می‌افتد، بروز می‌کند؛ ولی نوسانات دوره‌ای به تغییراتی گفته می‌شود که در دوره‌های کم‌تر از یک سال

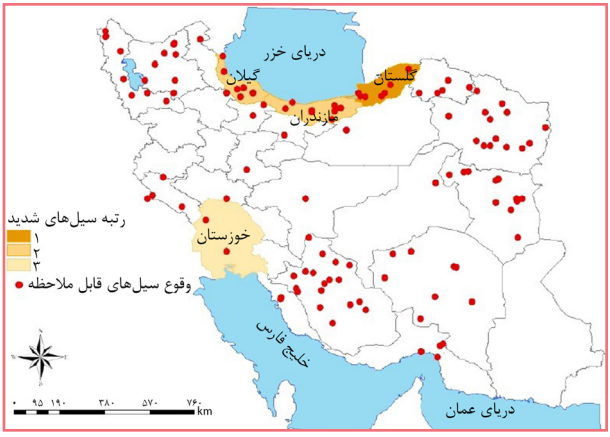
اتفاق افتاده است. در مکان‌یابی احداث گلخانه، این نوسانات باید در نظر گرفته شود.

اندازه‌گیری نزولات جوی

منظور از اندازه‌گیری بارندگی، تعیین مقدار ارتفاع آب حاصله از نزولات جوی در سطح زمین است. به عبارت دیگر چنانچه آب ناشی از نزولات جوی در سطح زمین تجمع پیدا می‌کرد، بدون آنکه تبخیر شود یا در زمین نفوذ کند، ارتفاعی را به وجود می‌آورد که به آن مقدار بارندگی گفته می‌شود. تخمین بارندگی در سطح یک حوضه به روش‌های مختلفی انجام می‌شود؛ ولی اصول کلی کار بدین صورت است که داده‌های باران‌سنجی مربوط به یک ایستگاه، با استفاده از یکی از روش‌های علمی مرسوم، به مساحت منطقه تعمیم داده می‌شود.

در شکل ۹، نقشه وقوع سیل در ایران دیده می‌شود. همان گونه که در این نقشه دیده می‌شود قسمت‌هایی از شمال، شمال غرب، غرب، جنوب غرب و جنوب کشور از لحاظ وقوع سیلاب بسیار مستعد هستند.

برای تبیین موضوع سیلاب در ابتدا تعریف برخی واژه‌ها ضروری است که در ادامه به آن پرداخته شده است.



شکل۹- نقشه وقوع سیل در ایران

حداکثر بارش محتمل[1]

به بزرگ‌ترین بارانی که از نظر مقدار با یک تداوم مشخص، احتمال وقوع آن را می‌توان انتظار داشت، حداکثر بارش محتمل می‌گویند. برحسب تعریف، حداکثر بارش محتمل عبارت است از: مقدار بارانی که در یک سطح معین و در یک تداوم مشخص ممکن است اتفاق افتد و در شرایط هواشناختی موجود امکان تجاوز از آن وجود نداشته باشد. دانستن مقدار حداکثر بارش محتمل در طراحی سازه‌های گلخانه‌ای لازم است.

1. Probable Maximum Precipitation.

برگاب

برگاب یا باران-گیرش[1] به آن بخش از باران می‌گویند که توسط پوشش گیاهی گرفته می‌شود. برگاب در آغاز بارندگی زیاد است؛ ولی به‌تدریج که شاخ و برگ از آب اشباع می‌شود، آب از نوک و حاشیه برگ‌ها به زمین می‌چکد یا به‌صورت جریان کوچکی از روی ساقه گیاه به زمین ریخته می‌شود که به آن جریان ساقه‌ای می‌گویند. بخشی از برگاب ممکن است مستقیماً از سطح پوشش گیاهی تبخیر شود و هیچ‌وقت به زمین نرسد، همان‌طور که بخشی از بارندگی نیز ممکن است از لابه‌لای پوشش گیاهی بدون هیچ مانعی وارد سطح زمین شود. به آن قسمت از بارندگی که بدون مانع از بین درختان و از روزنه‌های خاکی بین برگ‌ها وارد زمین می‌شود، میان-بارش[2] می‌گویند.

در خصوص گلخانه‌ها نیز وضعیت به همین منوال است. بخش عمده‌ای از باران ریخته‌شده بر روی پوشش گلخانه‌ها از طریق ناودانی‌های تعبیه‌شده در سازه گلخانه، وارد مسیرهای انتقال یا سیستم‌های ذخیره آب در کنار گلخانه می‌شود. قسمت ناچیزی از بارندگی از روی پوشش مستقیماً تبخیر می‌شود و قسمت دیگر وارد سطح خاک بین گلخانه‌های

1. Interception
2. Through fall

موجود می‌شود که بحث نفوذپذیری خاک مطرح می‌شود که در قسمت بعدی به آن پرداخته شده است. درنظرگرفتن ناودانی‌ها با حجم مناسب برای انتقال آب و داشتن سیستم ذخیره آب باران با حجم کافی از مواردی است که علاوه بر ذخیره آب می‌تواند به حفظ گلخانه در مقابل بیش بارانی کمک کند.

نفوذپذیری خاک

بخشی از نزولات جوی پس از رسیدن به سطح زمین به داخل خاک نفوذ می‌کند. پدیده نفوذ شامل واردشدن آب به داخل خاک است. این آب ممکن است در داخل زمین نیز به حرکت عمقی خود ادامه دهد تا سرانجام وارد لایه‌های آبدار زمین شود و جزء منابع آب زیرزمینی به حساب آید یا آنکه فقط صرف مرطوب‌کردن خاک شود و دوباره در اثر تبخیر و تعرق به هوا برگردد. شدت یا سرعت نفوذ به ارتفاع آبی گفته می‌شود که اگر در روی زمین وجود می‌داشت می‌توانست در واحد زمان در زمین نفوذ کند.

سرعت نفوذ یکی از خصوصیات فیزیکی خاک است و به عوامل متعددی بستگی دارد. باتوجه به اینکه سیلاب‌های حاصله از بارندگی‌ها، علاوه بر شدت بارندگی به سرعت

نفـوذ آب در خـاک نیـز بسـتگی دارد، بـرآورد سـرعت نفوذ آب در خـاک در حوضه‌هـای آبریـز حائـز اهمیت اسـت.

آب فقط زمانی در سطح زمین انباشته یا جاری می‌شود که شدت بارندگی از سرعت نفوذ آب در خاک بیش‌تر باشد.

رواناب سطحی[1]

هـرگاه شـدت بارندگـی از ظرفیـت نفـوذ آب بـه داخـل بیش‌تر باشد، بخشی از آب حاصله از بارندگی در سطح حوضه باقی می‌ماند. این آب پس از پرکردن گودی‌های سطح زمین که به آن چالاب گفته می‌شـود، در امتداد شـیب جریان پیدا می‌کنـد و از طریـق شـبکه آبراهه‌ها و سـپس رودخانه اصلی از حوضه خارج می‌شود. به این بخش از بارندگی که می‌توان مقـدار آن را در رودخانه‌ها اندازه‌گیری کرد، رواناب سـطحی می‌گویند. رواناب حاصله از بارندگی را می‌توان برحسب ارتفاع یا حجم توصیف کرد و آن را به روش‌های مختلف برآورد کرد.

در شـکل ۱۰، نمایـی از افزایـش دبی رودخانـه کارون در سیلاب بهار سال ۱۳۹۸ و جاری‌شدن در سطح فضای سبز و خیابان‌هـای اطراف دیده می‌شـود. درنظرگرفتن نکات ایمنی بـرای گلخانه‌هایی کـه در کنار رودخانه‌ها احداث می‌شـوند،

1. Surface run-off

ضروری است. از جمله این موارد می‌توان به رعایت فاصله امن از رودخانه، اجرای فونداسیون مناسب برای ستون‌های گلخانه، ساخت گلخانه در ارتفاعی بالاتر از سطح زمین و اجرای سیل‌بند اشاره کرد.

شکل ۱۰- نمایی از افزایش دبی رودخانه کارون در سیلاب سال ۱۳۹۸

حداکثر دبی رواناب

در طراحی سازه‌های آبی علاوه بر حجم یا ارتفاع رواناب حاصل از بارندگی‌ها، حداکثر شدت لحظه‌ای سیل نیز مدنظر است. دانستن این پارامتر در مورد سازه‌هایی مثل گلخانه که ممکن است در برابر سیلاب قرار گیرد، ضروری است.

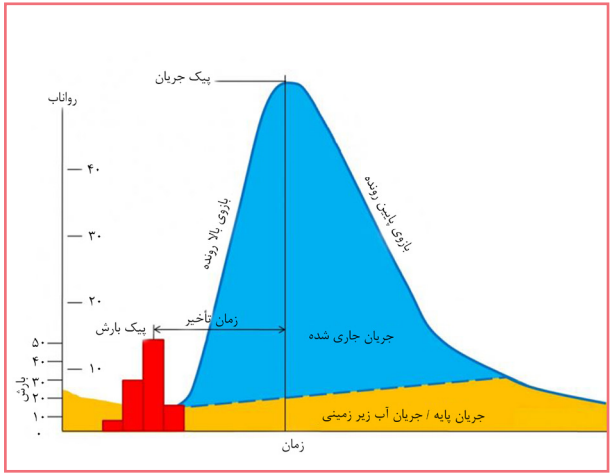
هیدروگراف

هیدروگـراف نمـوداری اسـت که تغییرات دبـی رواناب را نسـبت بـه زمان نشـان می‌دهد. به‌طور کلی هـر هیدروگراف از سه قسمت تشـکیل شده است (شکل ۱۱):

۱- بـازوی بالارونـده کـه نشـان‌دهنده شـدت افزایـش دبـی سـیل نسـبت بـه زمـان اسـت.

۲- نقطه اوج که گاهی اوقات به آن تاج هیدروگراف می‌گویند و بالاترین دبی است که هیدروگراف پیدا می‌کند.

۳- بـازوی پایین‌رونـده کـه نشـان‌دهنده سـرعت تخلیه سـیلاب از حوضه اسـت.



شکل ۱۱- نمای کلی یک نمودار هیدروگراف

رسم هیدروگراف‌ها در سیل از چند منظر حائز اهمیت است:

- از هیدروگراف می‌توان زمان شروع و پایان سیل را نسبت به آغاز بارندگی مشخص کرد.
- دبی اوج سیل و زمان وقوع آن از روی هیدروگراف قابل‌تشخیص است.
- شکل‌بازوی بالارونده و پایین‌رونده هیدروگراف، مشخص‌کننده چگونگی افزایش و فروکش‌کردن سیل است.
- حجم سیلاب را می‌توان از روی سطح زیر منحنی هیدروگراف محاسبه کرد.
- تداوم سیل برابر زمان پایه هیدروگراف است.

اگر در یک رودخانه به‌دلیل بارندگی‌های قبلی، آب در جریان باشد یا اینکه حوضه در مرحله فروکش‌کردن سیل قبلی باشد و دوباره بارندگی صورت گیرد، رواناب جدید با دبی قبلی مخلوط می‌شود. اگر بخواهیم هیدروگراف سیل جدید را به دست آوریم، لازم است در ابتدا دبی قبلی رودخانه که به نام دبی پایه نامیده می‌شود، از آن کسر شود.

تحلیل هیدروگراف بخش عمده‌ای از عملیات هیدرولوژی سیل را به خود اختصاص می‌دهد. همان‌گونه که قبلاً گفته شد هیدروگراف نموداری است که در آن رفتار حوضه در مقابل بارندگی را نشان می‌دهد. بنابراین، می‌توان از آن برای مجسم‌کردن وضعیت سیل‌هایی که در آینده اتفاق خواهد افتاد، استفاده کرد.

پیش‌بینی سیل

اولین پیش‌بینی سیلاب در سال ۱۸۵۴ در فرانسه انجام شد. با پیشرفت سامانه‌های رایانه‌ای، درحال‌حاضر پیشرفت‌های عظیمی اتفاق افتاده است، به‌طوری که در کشور هند با استفاده از مدل‌های ساده، سیلاب‌ها را با دقت پیش‌بینی می‌کنند. نمونه دیگر برای تأکید ضرورت استفاده از سامانه‌های پیش‌بینی سیل، پیش‌بینی‌هایی بود که در جریان سیلاب‌های تابستان سال ۱۹۹۸ در رودخانه یانگ‌تسه چین اتفاق افتاد و شهرهای پایین‌دست را از خطر سیلاب حفظ کرد.

در سال‌های اخیر تغییر گرایش از مدیریت بحران به مدیریت دانایی‌محور صورت گرفته‌است. با توجه به اینکه موفقیت این روش، بستگی زیادی به دقت پیش‌بینی دارد، ساخت سامانه‌های پیش‌بینی و هشدار ارتقاء زیادی

یافته است. سیستم‌های پیشرفته پیش‌بینی سیل نیز به‌عنوان یکی از روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب، از جمله این موارد بوده‌اند.

نکته مهم دیگر این است که پیش‌بینی سیلاب نیاز به همکاری نزدیک کارشناسان هواشناسی، هیدرولوژی، هیدرولیک، منابع آب و کارشناسان حوادث غیرمترقبه دارد.

روندیابی سیل

یکی دیگر از مسائل عمده در مهندسی هیدرولوژی، پیش‌بینی چگونگی طغیان و فروکش سیل است. این مسئله با روش روندیابی سیل[1] مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

مفهوم اصلی روندیابی سیل آن است که با داشتن مشخصات هیدروگراف در نقطه‌ای از رودخانه، بتوان هیدروگراف را در نقطه دیگر در پایین‌دست تخمین زد. مسلماً هیدروگراف‌های این دو نقطه مشابه نخواهد بود؛ زیرا خصوصیات مسیری که آب از آن گذشته یا در آن جریان دارد، شکل هیدروگراف را تغییر می‌دهد. تغییر شکل هیدروگراف در دو جهت است. اول اینکه زمان رسیدن به نقطه اوج در پایین‌دست، دیرتر از زمان رسیدن به اوج در هیدروگراف در بالادست خواهد بود که دلیل آن فاصله نقطه دوم نسبت به نقطه اول

1. flood routing

است. اختلاف زمان وقوع اوج هیدروگراف در نقطه بالادست و پایین‌دست را جابه‌جایی[1] گویند. دوم اینکه دبی اوج هیدروگراف در پایین‌دست کم‌تر از دبی اوج هیدروگراف در بالادست است.

خصوصیات سیلاب‌هایی را که در یک منطقه اتفاق می‌افتد، می‌توان با استفاده از روش‌های گوناگون پیش‌بینی کرد. برای پیش‌بینی سیل در یک مکان مشخص، بهتر این است که با تجزیه و تحلیل داده‌های تعدادی از سیلاب‌هایی که قبلاً در آن منطقه، اندازه‌گیری و ثبت شده‌اند، سیلاب آینده را پیش‌بینی کرد.

در طراحی سازه‌های کوچک مانند پل‌ها، آب‌بندها، خاک‌ریزها و سوله‌های کوچک تنها دانستن حداکثر دبی لحظه‌ای سیل کفایت می‌کند و نیازی به داشتن هیدروگراف نیست؛ زیرا این تأسیسات عمدتاً در مقابل حداکثر دبی سیل حساس هستند و شاید حجم سیلاب تأثیر چندانی بر آن‌ها نداشته باشد، ولی در پاره‌ای از تأسیسات آبی علاوه بر حداکثر دبی لحظه‌ای، حجم سیل و سایر خصوصیات آن مانند تداوم سیل نیز حائز اهمیت است. در این صورت علاوه بر حداکثر دبی سیل لازم است هیدروگراف سیل طرح نیز پیش‌بینی شود که برای محاسبه آن چندین

1. translation

روش وجـود دارد کـه رایج‌تریـن آن‌هـا، طراحـی بـر اسـاس تحلیـل فراوانـی وقوع سـیلاب‌ها، طراحی بر اسـاس حداکثر سـیلاب محتمـل، طراحـی بـر اسـاس سـیل اسـتاندارد و تحلیـل منطقه‌ای سـیلاب اسـت.

سیستم پیش‌بینی سیل در ایران

موقعیـت جغرافیایـی کشـور ایـران به‌گونـه‌ای اسـت که تمرکـز زمانـی و مکانـی بـارش در اکثـر حوضه‌هـای آبریـز باعث وقوع سـیل می‌شـود. بررسـی آمار خسـارات سـیل در سـال‌های گذشـته نیـز نمایانگـر ایـن واقعیت اسـت.

آگاهی از زمان و شـدت وقوع سـیلاب، نقش بسـزایی در کاهش خسارت‌های جانی و مالی ناشی از آن دارد. روش‌های مرسوم پیش‌بینی سیلاب، عمدتاً در قالب مدل‌های بارش-رواناب، روندیابی و رگرسـیونی بوده که امروزه در کنار این روش‌های کلاسـیک، استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در سامانه‌های هشدار سیل، جنبه کاربردی پیدا کرده است.

بررسی آمار مناطق آسیب‌دیده از سیل در کشور نشان می‌دهد کـه حتـی اگر پهنه کشـور در معرض سـیلاب‌های بزرگ نیز نباشـد، سـیلاب‌های کوچـک باعـث وقوع خسـارات فـراوان می‌شـود. بنابراین، سیسـتم‌های پیش‌بینی سـیلاب به‌عنوان یکی از روش‌های شـاخص مدیریت سـیلاب در کشـور ایجاد

شـده اسـت کـه از اطلاعـات آن‌هـا بـرای اسـتفاده در هـر منطقـه می‌توان اسـتفاده کرد. این اطلاعـات از طریق درگاه الکترونیکـی سـازمان مدیریـت بحران کشـور[1] در دسـترس اسـت. طبـق اطلاعـات موجـود در ایـن درگاه، سـامانه‌های پیش‌بینـی و هشـدار خطـر سـیل در کشـور بـا اسـتفاده از سـامانه‌های هشدار سـیل که در ۲۵ منطقه نصب شده است، وقوع سـیلاب را پیش‌بینی می‌کند. همچنین در طرح جامع کاهش خطرپذیری سیل در کشور در سازمان مدیریت بحران، موارد زیر تهیه شده است:

- نقشه پهنه‌بندی خطر سیل کل کشور؛
- مطالعـات آسـیب‌پذیری کلیـه مسـتحدثات کشـور در برابر سـیل؛
- برنامـه کاهش خطرپذیری سـیل در کشـور و تأیید در مراجع قانونی؛
- اجـرای پنجـاه درصـدی برنامـه کاهـش خطرپذیـری سـیل در کشـور؛
- گسترش اجرای طرح‌های حفاظتی مراکز جمعیتی کشور در مقابل سیل.

در بیـن مـوارد فـوق، اسـتفاده از نقشـه‌های پهنه‌بنـدی سـیلاب[2]، در مطالعـات مدیریـت سـیلاب بسـیار کاربـردی

1. https://ndmo.ir/
2. Flood Plain Zoning Map

است و استفاده از آن، قبل از هرگونه سرمایه‌گذاری یا اجرای طرح‌های توسعه‌ای برای طرح‌های گلخانه‌ای ضروری است.

طرح‌های کنترل سیلاب

طرح‌های کنترل سیلاب به‌طور کلی بسیار زیاد و متنوع هستند و کاربرد هرکدام بسته به شرایط محل، میزان ریسک در برابر خسارات وارده، میزان منابع حاصل از اجرای طرح و مسائل اجتماعی- اقتصادی منطقه تفاوت دارد. در کشورهایی مثل ژاپن، انگلستان و هلند مهندسان شهرسازی از فناوری‌های مختلفی برای کنترل سیلاب استفاده کرده‌اند که در ادامه به چند نمونه از آن‌ها اشاره شده است:

استفاده از کانال‌های زیرزمینی

وقوع سیل در ژاپن سابقه‌ای طولانی دارد. در سال‌های ۹۰-۱۹۸۰ وجود طوفان‌های شدید در ژاپن، موجب سیل گسترده و آسیب‌رساندن به بخش‌های بزرگی از شهر شد و برنامه‌ریزان را مجبور کرد تا راه‌های جدیدی برای محافظت از شهر در مقابل بارندگی‌های شدید پیدا کنند. یکی از راهکارهای پیشنهادی برای اماکن شهری، مدیریت زیرزمینی سیلاب و

ساخت مخازن و کانال‌های زیرزمینی انتقال آب بود که در مواقع بحرانی، آب را از سطح شهر جمع می‌کند و انتقال می‌دهد. در شکل‌های ۱۲ و ۱۳ تصاویری از این پروژه عظیم در شهر توکیو دیده می‌شود.

شکل ۱۲- استفاده از کانال‌های زیرزمینی به‌منظور انتقال سیلاب در ژاپن

شکل ۱۳- خروجی کانال‌های زیرزمینی انتقال سیلاب در ژاپن

استفاده از سد با دروازه‌های متحرک بر روی رودخانه

خطر سیلاب در ژاپن، علاوه بر مناطق شهری، مناطق ساحلی و مناطق حاشیه‌ای رودخانه‌های ژاپن را نیز تهدید می‌کند. برای محافظت از این مناطق، مهندسان ژاپنی سیستم پیچیده‌ای از کانال‌ها و دروازه‌های تنظیمی را توسعه داده‌اند. در شکل ۱۴، استفاده از دروازه‌های تنظیمی برای کنترل سیلاب در ژاپن دیده می‌شود.

شکل ۱۴- استفاده از دروازه‌های تنظیمی برای کنترل سیلاب در ژاپن

در انگلستان، مهندسان سدسازی موانعی نوین و متحرک را برای جلوگیری از سیل در امتداد رودخانه تیمز[1] طراحی کرده‌اند. این سد متحرک از فولاد ساخته شده و

1. Thames

دروازه‌های آن در مواقع ضروری باز می‌شوند تا کشتی‌ها از آن عبور کنند و در زمان لزوم، دروازه‌ها بسته می‌شوند تا جریان آب رودخانه را کنترل کرده و سطح امنیت رودخانه را حفظ کنند. این سد از پوسته‌های فولادی مجهز به سیستم هیدرولیکی ساخته شده است تا بازوهای سد و دروازه غول‌پیکر را باز و بسته کند. در شکل‌های ۱۵ و ۱۶، استفاده از موانع متحرک برای کنترل سیلاب بر روی رودخانه تیمز انگلستان دیده می‌شود.

شکل۱۵- استفاده از موانع متحرک برای کنترل سیلاب در انگلستان

شکل۱۶- نمایی دیگر از موانع متحرک برای کنترل سیلاب در انگلستان

با توجه به اینکه بیش از نیمی از زمین‌های کشور هلند پایین‌تر از سطح دریا قرار دارد، کنترل سیلاب در آن بسیار دشوار است، ولی هلندی‌ها نیز در مواجهه با سیلاب موفق عمل کرده‌اند. یکی از بارزترین پروژه‌های آن‌ها در این زمینه، ساخت سد متحرک است که به‌جای ساختن یک سد معمولی، سدی با دروازه‌های بازشونده را طراحی و اجرا کرده‌اند. نمونه‌ای از این کار، پروژه میسلانت[1]، در هلند است که در سال ۱۹۹۷ تکمیل شد. در زمان وقوع سیلاب این دریچه‌ها به‌طور خودکار مسیر جریان آب را می‌بندند. در شکل۱۷، نمایی از این پروژه دیده می‌شود.

1. Maeslant

شکل ۱۷- کنترل دبی رودخانه با استفاده از سد با دروازه بازشونده در هلند

نمونه دیگری که در امتداد رود راین در هلند احداث شده، دو دروازه انحصاری عظیم برای کنترل آب است. دروازه‌های این حوضچه‌ها متناسب با سطح آب تغییر وضعیت می‌دهند و حجم آب را کم و زیاد می‌کنند. در شکل‌های ۱۸ و ۱۹ نمونه‌ای از این راه‌کار در روستای لک[1] در هاگشتن ویانن[2] هلند دیده می‌شود.

1. Lek village
2. Hagestein- Vianen

شکل۱۸- کنترل دبی رودخانه با حوضچه متحرک در هلند

شکل۱۹- کنترل دبی رودخانه با حوضچه متحرک در هلند

استفاده از دیواره هوشمند در کنترل سیلاب

یکی از ایده‌های محافظت در برابر سیلاب استفاده از دیواره هوشمند است (شکل ۲۰). این دیواره‌ها، انواع مختلفی دارند؛ اما اغلب از رویکردی یکسان، یعنی واکنش به بالاآمدن سطح آب استفاده می‌کنند. یکی از جدیدترین دیواره‌های هوشمندی که این روزها در ایالات متحده آمریکا در حال آزمون است، راه‌حلی ابتکاری است که برای حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی مانند بیمارستان‌ها، خدمات آب و برق، فرودگاه‌ها و... استفاده می‌شود. این دیواره‌ها که فعلاً توسط گروهی از پژوهشگران آمریکایی در حال بررسی و آزمون است، شامل این ویژگی‌هاست:

- حساس به بالاآمدن آب و واکنش خودکار؛
- قابلیت نصب در مراکز مهم و پرتردد؛
- قابلیت نصب به‌صورت تلسکوپی برای کاهش نیاز به حفاری؛
- قابلیت تنظیم ضخامت دیواره‌ها بر اساس موقعیت نصب؛
- قابلیت اجرای دیواره در دو حالت دستی و خودکار؛
- قابلیت تنظیم دیواره بر اساس مقدار بارش ماهانه و سالانه موقعیت مورد استفاده.

شکل ۲۰- کنترل سیلاب با استفاده از دیواره هوشمند

مدل ساده‌تر این دیواره کنترل سیلاب، یک دیوار جابه‌جاشونده است که قبل از وقوع سیلاب نصب شده و پس از سیلاب، به‌آسانی جمع و در انبار نگهداری می‌شود. مدت زمان تقریبی مورد نیاز برای نصب ۱۵ متر از این دیواره‌ها توسط دو نفر، در حدود ۹۰ دقیقه است. این پروژه در ایالت‌های مختلف آمریکا نصب و عملیاتی شده است. در شکل‌های ۲۱ تا ۲۳، نمونه‌هایی از این دیواره‌های سیل‌بند موقت دیده می‌شود.

شکل ۲۱- کنترل سیلاب با نصب دیواره‌های موقت در آمریکا

شکل ۲۲- کنترل سیلاب با نصب دیواره‌های موقت در آمریکا

شکل ۲۳- کنترل سیلاب با نصب دیواره‌های موقت در آمریکا

استفاده از آب‌بندهای موقت در کنترل سیلاب

یکی از روش‌های مهار آب در کنار گلخانه، استفاده از آب‌بندهای لاستیکی[1] خودکار است که در آن از مواد پلیمری برای ساخت استفاده شده است. در این روش با استفاده از سدهای لاستیکی، یک دیواره موازی با مسیر سیلاب ایجاد می‌شود که دیواره کنترل سیلاب[2] نامیده می‌شوند.

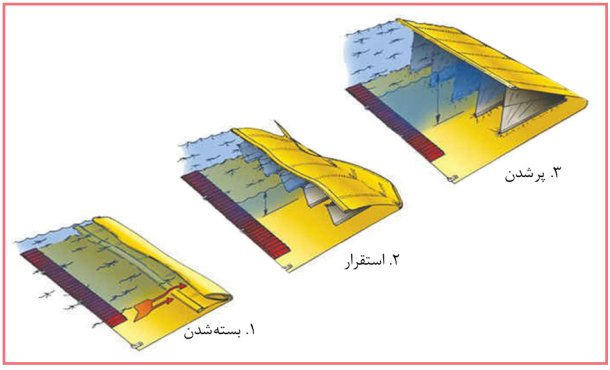
در یک نمونه از این آب‌بندهای لاستیکی، که در مسیر انتقال آب قرار داده می‌شود، بازشدن دیواره‌ها با استفاده از جریان آب سیلاب به‌صورت خودکار است؛ ولی در نمونه دیگر،

1. PVC
2. Dike flood

لوله‌های پلاستیکی با استفاده از آب پر شده و در مسیر سیلاب، کنـار گلخانه قرار داده می‌شـود. طراحی این موانع بر اسـاس حجـم تقریبـی سـیلاب‌های ورودی اسـت تا بتوانـد به‌خوبی در مسـیر سیلاب مسـتقر و تثبیت شـود. معمولاً این دیواره‌ها، قابلیـت نگهـداری آب از ارتفاع ۱۵ تا ۱۵۰ سـانتی‌متر را دارند.

در شـکل‌های ۲۴ و ۲۵، مراحـل خـودکار قرارگیـری و بازشدن آب‌بندهای لاستیکی موقت در نگهداری سیلاب دیده می‌شـود. شـکل ۲۶ نیز یک نمونه از این آب‌بندهای لاستیکی موقـت در نگهـداری سـیلاب خیابانـی در ایالـت کبـک کانادا را نشان می‌دهد.

شکل ۲۴- استفاده از آب‌بندهای موقت در نگهداری سیلاب



شکل۲۵- مراحل بازشدن آب‌بندهای خودکار در نگهداری سیلاب

شکل۲۶- استفاده ازآب‌بندهای موقت درنگهداری سیلاب خیابانی درکانادا

در شکل‌های ۲۷ و ۲۸، نمونه دیگری از آب‌بندهای لاستیکی موقتی دیده می‌شود که در مواقع ضروری، برای محافظت از سیلاب، با استفاده از آب پر می‌شود. این تصاویر، آب‌بند موقت در نگهداری سیلاب در تگزاس آمریکا را نشان می‌دهد.

شکل۲۷- استفاده از آب‌بندهای موقت در نگهداری سیلاب در آمریکا

شکل۲۸- استفاده از آب‌بندهای موقت در نگهداری سیلاب آمریکا

انجام عملیات آبخیزداری در کنترل سیلاب

یکی دیگر از روش‌های مهار و کنترل خطرهای ناشی از جریان سیلاب، انجام عملیات آبخیزداری در اراضی بالادست

مناطقی است که گلخانه در آن احداث شده است. با انجام این عملیات در اراضی بالادست، سرعت جریان سیلاب کند شده و با افزایش زمان تمرکز جریان، باعث تعویق در به‌جریان‌افتادن سیلاب می‌شود.

از جمله اقدامات کاربردی در این زمینه، برای کاهش خطر سیلاب در اراضی توسعه کشت‌های گلخانه‌ای می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف- کندکردن سرعت رواناب مراتع بالادست با تقویت پوشش گیاهی مرتع، ایجاد چاله در سطح مرتع (پیتینگ)، ایجاد نهر و جوی‌های افقی کم‌عمق بر روی خطوط تراز؛

ب- احداث سد خشکه‌چین با استفاده از سنگ‌ها و مصالح محلی (شکل‌های ۲۹ و ۳۰)؛

ج- تبدیل شیب زمین به حالت افقی با پلکانی‌کردن مسیر عبور آب به‌منظور کاهش خطر سیلاب (شکل ۳۱)؛

د- پخش سیلاب؛

ه- حفر گودال‌ها و چاه‌ها با دانه‌بندی درشت؛

ز- احداث آبگیرهای کوچک؛

ح- انجام عملیات زیرشکنی با هدف شکستن لایه‌های سخت (hardpan) و افزایش نفوذپذیری خاک؛

ط- تراس‌بنـدی: در این روش (Terracing) شـیب زمین شکسته شده و به حالت افقی تبدیل می‌شود تا کاهش جریانات سطحی و کنترل سیلاب صورت گیرد (شکل ۳۲).

شکل ۲۹- احداث سد خشکه‌چین برای کنترل سیلاب

شکل ۳۰- احداث دیواره سیل‌بند برای کنترل سیلاب

شکل ۳۱- پلکانی‌کردن مسیر عبور آب به‌منظور کاهش خطر سیلاب

شکل ۳۲- تراس‌بندی مرتع به‌منظور کاهش آب‌شویی و خطر سیلاب

اقدامات کاهش مخاطرات سیلاب در گلخانه

به‌طور کلی اقداماتی که برای جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سیل در گلخانه باید انجام داد، در سه مرحله قبل از وقوع سیل، در حین سیل و بعد از سیل قابل‌بررسی هستند.

اقدامات قبل از وقوع سیل

- از ساخت و ساز گلخانه در حریم رودخانه‌ها و سیلاب‌های فصلی و دائمی پرهیز شود. همچنین در مکان‌یابی گلخانه‌ها، وضعیت هیدرولوژیکی منطقه از لحاظ وضعیت سیلاب، نحوه جمع‌آوری و دفع آب ناشی از بارندگی‌های فصلی و امکان سیل‌گیربودن منطقه به‌ویژه در مناطق پرباران بررسی شود.

- دیواره‌های کناری گلخانه که به‌طور دائم با خطر سیلاب مواجه هستند، با استفاده از مصالح مناسب و تمهیدات لازم ساختمان، با عایق مناسب پوشانده شود تا علاوه بر مقاوم‌شدن، از نفوذ آب به داخل گلخانه جلوگیری شود. استفاده از کیسه شن و ماسه برای جلوگیری از ورود سیلاب به گلخانه نیز مفید است.

- در مسیر عبور سیلاب از کنار گلخانه، سیل‌بندها و راه‌آب‌های انتقال سیلاب وجود داشته باشد. همچنین اجرای عملیات آبخیزداری در حوضه‌های بالادست، توسعه جنگل‌کاری، حفاظت از تالاب‌ها به‌منظور جذب بهتر سیلاب و بازگرداندن رودخانه‌ها به مسیرهای اصلی خود نیز مفید است.

- وسایل برقی مورد استفاده در گلخانه، مانند سیستم اتوماسیون، پمپ‌های آب و... بالاتر از سطح زمین قرار داده شود. همچنین گلخانه مجهز به کلید قطع کلی برق باشد تا در مواقع

خطـر، برای جلوگیـری از خطر برق‌گرفتگی، برق کل گلخانه قطـع شـود. تجهیـز گلخانه بـه وسـایل روشـنایی اضطراری نیـز توصیه می‌شـود.

- با توجه به اینکه سیلاب می‌تواند به مخازن سوخت گلخانه آسیب برساند و با شناورشدن مواد سوختی قابل‌اشتعال بر روی آب، خطر آتش‌سوزی و انتشار آن افزایش یابد، مخازن سیستم گرمایشـی در گلخانه‌هایـی کـه از گازوئیـل اسـتفاده می‌کننـد در برابر سـیلاب مقاوم‌سـازی شـود. پخش‌شـدن سـوخت از لحـاظ مسـائل محیط‌زیسـتی نیز خطرناک اسـت.

- مدیریت هوشمند رواناب‌ها و احداث مناطق ذخیره‌سازی آب به‌عنوان طرح تسکین سیلاب نیز پیشنهاد می‌شود.

- محـل احـداث گلخانـه نسـبت بـه زمین‌هـای اطـراف بالاتـر باشـد تـا در زمـان سـیلاب و باران‌هـای شـدید از آب‌گرفتگـی گلخانـه جلوگیـری شـود.

- گلخانه‌ها در مقابل حوادثی مانند سیلاب بیمه شوند.

اقدامات در هنگام وقوع سیل

- جریان برق و گاز ورودی به گلخانه‌ها سریعاً قطع شود.

- اگر حجم سیلاب کم باشد (ارتفاع آب کم‌تر از ۲۰ سانتی‌متر باشـد) و دیواره‌هـای گلخانـه در برابر سـیلاب مقاوم باشـند، سـریعاً تمامی دریچه‌های جانبی و درهای گلخانه بسته شود

تـا سـیلاب از کنـار گلخانـه عبور کنـد؛ در غیر ایـن صورت، بـا بازکـردن تمامـی درهـا و دریچه‌هـای جانبـی و فداکردن گیاهـان داخـل گلخانـه، سـازه گلخانه حفظ شـود.

- دریچه‌های تخلیه آب در کف گلخانه و کانال‌های هدایت آب داخل گلخانه باز شوند.

- از تـردد در جریـان سـیلاب در داخل و بیـرون گلخانه خودداری شـود.

- آخریـن اخبـار از منابـع مؤثـق اخـذ و نسـبت بـه آن تصمیم‌گیری شـود.

اقدامات بعد از وقوع سیل

- تـا حـد امـکان بایـد از سـیلاب دوری کـرد، چـرا کـه ممکـن اسـت بـا گازوئیـل، روغن، سـموم یـا فاضـلاب آلوده باشـد یـا در اثر تماس با خطوط بـرق زیرزمینی، جریان برق پیدا کرده باشد.

- پس از تخلیه کامل آب در اطراف گلخانه، پی ستون‌های گلخانـه بازدید شـود. در صورت آسـیب‌دیدن پی‌ها، ترمیم و بازسـازی آن‌ها بعد از آرام‌شدن اوضاع و به‌صورت تک به تک انجام شـود. بدین‌صورت که در ابتدا پی‌های کناری بازدید و موارد مشکل‌دار شناسایی شود. سپس به‌صورت تک به تک و بـا ایجـاد فاصلـه زمانی بین ترمیـم پی‌ها، عملیات بازسـازی انجام شود.

- بعد از اطمینان از آرام‌شدن اوضاع، شاخ‌وبرگ گیاهان موجود در گلخانه شست‌وشو شود تا آلودگی‌های نشسته بر روی آن پاک شود.

- با توجه به اینکه سیلاب باعث خروج حیوانات زیرزمینی مثل مار و موش می‌شود، اگر بعد از سیلاب از محیط داخل گلخانه به‌عنوان محل اسکان موقت استفاده می‌شود، اقدامات احتیاطی در این خصوص مدنظر قرار گیرد.

- به آخرین اخبار پخش‌شده از منابع مؤثق توجه شود.

منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۸۷. ضوابط و دستورالعمل فنی مرتع. نشریه شماره ۴۱۹، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

۲- حیدری، ع. امامی، ک. ۱۳۸۴. پیش‌بینی و هشدار سیل. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۶۶ ص.

۳- علیزاده، ا. ۱۳۸۱. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات مؤسسه چاپ نشر آستان قدس رضوی، ۷۳۵ ص.

۴- کردوانی، پ. ۱۳۷۱. منابع و مسائل آب در ایران. انتشارات دانشگاه تهران.

۵- مختاری، س. ۱۳۸۸. راه‌کارهای کنترل سیلاب. مجله مسکن و محیط روستا، ص ۸۹- ۷۲.

6-Anonymous. 2016. Flood management in Japan. Ministry of land, infrastructure and transport. Available on: http: // www .mlit.go.jp/ .