





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

بندسار:

روش سنتی حفاظت خاک و آب برای
کشاورزی سیلابی

نویسندگان:

محمود عرب خدری و کوروش کمالی

سرشناسه	: عرب‌خدري، محمود، ۱۳۴۰ -
عنوان و نام پديدآور	: بندگان: روش سنتي حفاظت خاک و آب براي کشاورزي سيلابي / نويسندگان محمود عرب خدري، کوروش کمالی.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان تحقيقات، آموزش و ترويج کشاورزي، معاونت ترويج، نشر آموزش کشاورزي، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهري	: ۷۰ ص.: مصور.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۵۱-۹
وضعيت فهرست نوبي	: فيپا
يادداشت	: کتابينامه: ص. ۶۷.
عنوان ديگر	: روش سنتي حفاظت خاک و آب براي کشاورزي سيلابي.
موضوع	: گوره
موضوع	: Levees
موضوع	: سيل -- مهار
موضوع	: Flood control
شناسه افزوده	: کمالی، کوروش، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده	: سازمان تحقيقات، آموزش و ترويج کشاورزي، معاونت ترويج، نشر آموزش کشاورزي
رده بندي کنگره	: ۱۳۹۶ ب۹۴/ع۴۳/TC۵۳۳
رده بندي ديويي	: ۶۲۷/۴۲
شماره کتابشناسي ملي	: ۴۹۰۱۹۴۷

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۵۱-۹

ISBN : 978-964-520-351-9

عنوان	: بندگان: روش سنتي حفاظت خاک و آب براي کشاورزي سيلابي
نويسندگان	: محمود عرب خدري و کوروش کمالی
ويراستار ترويحي	: علیمراد سرافرازی و نوشين رمضان
مدیر داخلی	: شيوا پارسا نيك
تهيه شده در	: پژوهشكده حفاظت خاک و آبخيزداري - دفتر شبكه دانش و رسانه‌های ترويحي
ناشر	: نشر آموزش کشاورزي
شمارگان	: ۲۵۰۰ جلد
نوبت چاپ	: اول / ۱۳۹۶
قيمت	: رایگان

مسئوليت صحت مطالب با نويسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۲۵۴۷ به تاريخ ۹۶/۸/۲۳ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهيد چمران، خيابان يمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترويج،

صندوق پستی: ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵، تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

فهرست

صفحه	عنوان
۹	مقدمه
۱۱	بندسار چیست؟
۱۵	تاریخچه بندسار
۱۶	فیزیوگرافی مناطق ساخت بندسار
۲۰	اقلیم مناطق گسترش بندسارها
۲۸	طبقه بندی بندسارها
۲۸	روش آبیگری از خشکه رودها
۳۷	روش جمع آوری رواناب
۳۸	روش استحصال رواناب سرشاخه ها
۴۱	مالکیت بر آب
۴۱	نحوه ساخت، نگهداری و کشت و کار در بندسار
۴۹	رسوب گذاری و خصوصیات خاک بندسارها
۶۱	تغذیه آبخوان ها
۶۴	جمع بندی و پیشنهادها
۶۸	منابع

سپاسگزاری

این نشریه به تشریح بندسار به عنوان یک روش سنتی حفاظت خاک و آب برای کشاورزی سیلابی پرداخته و برای استفاده کارشناسان و کمک کارشناسان بخش‌های اجرا و ترویج وزارت جهاد کشاورزی به رشته تحریر در آمده است. بخش اصلی مطالب آن بر گرفته از گزارش طرح تحقیقاتی با عنوان پژوهشی پیرامون تأثیر رسوب گذاری بر بازده نفوذپذیری شبکه‌های پخش سیلاب سنتی “بندسار” که در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری اجرا و به پایان رسیده است، می‌باشد. از فرصت استفاده کرده و بار دیگر تشکر و قدردانی خود را از همکاران طرح و همچنین مسئولین پژوهشکده که امکان چنین پژوهشی را فراهم کردند اعلام می‌نماییم. بدیهی است که انتشار این نوشتار به صورت نشریه فنی بدون مساعدت‌های مسئولین و کارکنان معاونت ترویج سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مقدور نمی‌شد که بدینوسیله بر خود لازم می‌دانیم از تمام آنان سپاسگزاری کنیم.

محمود عرب‌خداری-کورش کمالی

مقدمه

کشور ایران در ناحیه پرفشار عرض ۳۰ درجه شمالی واقع شده است و بدین سبب در بخش وسیعی از آن، مناطق خشک و نیمه خشک مشاهده می‌شود. وجود بیابان‌های لوت، دشت کویر و سایر بیابان‌های ایران که جزء خشک‌ترین مناطق دنیا هستند نیز به همین موضوع ارتباط دارد. میانگین بارندگی کشور ما طبق آخرین مطالعات، ۲۷۱ میلی‌متر برآورد شده که تقریباً برابر یک سوم متوسط بارندگی دنیاست. بارندگی در نواحی مختلف توزیع یکنواختی ندارد، بطوری که متوسط بارش سالانه ۶۵ درصد از سطح کشور که اقلیم‌های خشک و فراخشک بر آن حاکم است کمتر از این رقم بوده است و در خشک‌ترین مناطق مقدار آن به ۲۵ میلی‌متر نیز نمی‌رسد.

در مناطق خشک ایران، از میان سه عامل خاک، آب و انرژی خورشیدی، کمبود آب مهم‌ترین عامل محدود کننده تولیدات گیاهی است. ساکنین این مناطق از دیرباز با لمس واقعیت خشکی به تجربه و با زیرکی به روش‌های متعددی برای استحصال آب، گسترش کشاورزی و بیابان‌زدایی دست یافته‌اند. این مردم سخت‌کوش خود را با طبیعت خشک وفق داده و در بسیاری موارد بر آن غلبه کرده‌اند. احداث

بیش از ۴۰ هزار رشته قنات، سکوبندی اراضی پرشیب کوهستانی، احداث آب‌بندها و سدها، آبیاری کوزه‌ای و آبیاری سیلابی نمونه‌هایی از این تلاش‌های خستگی‌ناپذیر است. مهار و استحصال سیلاب برای کشاورزی به‌طور سنتی در اکثر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران رواج دارد. استفاده از سیلاب‌های بهاری و زمستانی برای آبیاری و یا ذخیره رطوبت و آبشویی اراضی به همراه سایر منابع آب در اکثر نقاط ایران متداول است. در بندسارهای خراسان، خوشاب‌های بلوچستان، دگاره‌های چابهار و دشتیاری و تیربندهای هرمزگان، تولید محصولات کشاورزی فقط به آبیاری سیلابی متکی است. این روش‌ها در تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها نیز مؤثر هستند. اهمیت این موضوع وقتی آشکار می‌شود که بدانیم مطابق گزارش‌های موجود، حیات کشاورزی، صنعتی و زندگی شهری در ۶۰ درصد از وسعت کشور به آب زیرزمینی بستگی دارد و در حال حاضر به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه، بحران شدیدی بر این مناطق از جمله رخدادهای نشست زمین و فروچاله‌ها سایه افکنده است.

با توجه به شناخت محدود اغلب کارشناسان بخش‌های ترویج و اجرایی وزارت جهاد کشاورزی از کشتزارهای سیلابی ایران، در این نوشتار سعی شده است روش بندسار تشریح شود. تداوم بهره‌برداری از این اراضی از زمان‌های دور، حکایت از سازگاری کامل این روش با شرایط منطقه و اقتصادی بودن آنها حتی در وضعیت کنونی دارد. امید است معرفی بندسارهای خراسان، علاوه بر آشنا کردن متخصصین با خلاقیت روستاییان در سازش‌پذیری با طبیعت و تولید محصولات کشاورزی توأم با

حفاظت آب و خاک، سبب توجه بیشتر کارشناسان به روش‌های سنتی شود. بطور قطع تلفیق علوم جدید با فنون قدیمی، به رفع نقائص و ضعف‌های این روش‌ها کمک می‌کند و منجر به کارایی بیشتر آنها خواهد شد.

بندسار چیست؟

بندسار کرتی است که با بنای خاکریز روی خطوط تراز در دشت‌های اطراف خشکه رودها، یا با بستن مسیر آبراهه‌ها در مناطق تپه ماهوری ایجاد و سیلاب یا رواناب دامنه‌ها و اراضی مشرف به داخل آنها هدایت و نگهداری می‌شود تا به تدریج در خاک نفوذ کند (شکل ۱). در این روش از هدررفتن جریان‌های موقتی به داخل کویرها و گودی‌های داخلی جلوگیری می‌شود. به‌علاوه با انباشت رسوبات پرارزش و ریزدانه، خاک حاصلخیز و مناسبی روی آبرفت‌های درشت دانه و یا اراضی سنگریزه‌دار آن مناطق تشکیل می‌شود. به‌این ترتیب با ذخیره‌سازی رطوبت در لایه‌ای از خاک نرم، شرایط برای رشد گیاهان مناسب‌تر می‌شود.



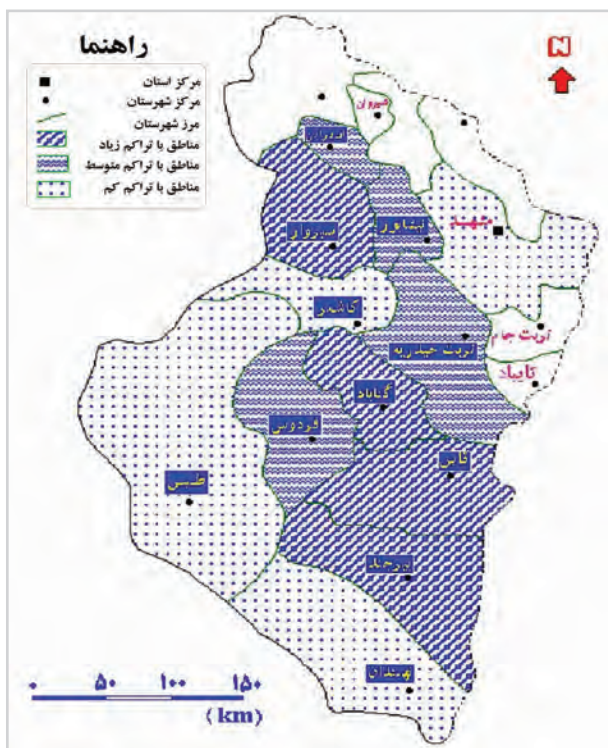
شکل ۱- بندسارهای ساخته‌شده روی مخروط افکنه دو سمت خشکه‌رود

مساحت یک بندسار ممکن است از ۱۰۰ مترمربع تا ۲۵ هکتار باشد. در اراضی کم‌شیب بندسارها وسیع‌تر و در مناطق پرشیب کوچک‌تر هستند. ارتفاع دیواره بندسارها از حداقل ۵۰ سانتی‌متر تا حداکثر ۳۵۰ سانتی‌متر و میانگین آنها ۱۸۰ سانتی‌متر است (شکل ۲).



شکل ۲- نمونه‌ای از ارتفاع زیاد دیواره اصلی بندسار

همان‌گونه که در مقدمه بیان شد، احداث بندسار بیشتر در استان خراسان (در تقسیمات فعلی عمدتاً خراسان جنوبی و رضوی) مرسوم است که شکل (۳) نقشه تراکم آنها را به تفکیک شهرستان‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۳- نقشه پراکنش بندسارهای استان خراسان قبل از تقسیم به سه بخش

در شکل (۳) ملاحظه می‌شود که تراکم بندسارها یکنواخت نیست. به‌طوری‌که در بجنورد، شیروان، قوچان، درگز، تربت‌جام و تایباد بندسار وجود ندارد. در صورتی‌که در سایر شهرستان‌ها، بندسارها با تراکم کم تا زیاد مشاهده می‌شوند. کلمه تراکم به مفهوم گستردگی مساحت بندسار در مقایسه با سایر اراضی است و کاملاً به صورت کیفی است. در سبزوار، گناباد، قائن و بیرجند بیشترین تراکم بندسار وجود دارد. در اسفراین، نیشابور، تربت‌حیدریه و فردوس بندسارها پراکنش متوسط دارند و در مشهد، سرخس، کاشمر، طیس و نهبندان، بندسارها تراکم

کمی دارند. در طبس به دلیل کمبود بیش از اندازه بارندگی، تراکم بندسارها کم است. ولی باید توجه داشت که تمام زمین‌های این شهرستان که در آمارنامه‌ها، به عنوان اراضی دیم ذکر شده‌اند، بندسار هستند. در مقابل، دلیل تراکم کم بندسار در شهرستان مشهد، کافی بودن مقدار بارش برای دیم‌کاری معمول در اکثر قسمت‌های آن است. مساحت بندسارهای استان خراسان (قبل از تقسیم) در حدود ۴۰۰ هزار هکتار تخمین زده شده است.

هدف اصلی کویرنشینان خراسانی از احداث بندسار، حفاظت توأم دو منبع مهم حیاتی آب و خاک برای تولید محصولات کشاورزی است. زیرا از یک طرف خاک شسته شده از کوهستان‌ها، بستر رشد گیاه و عناصر غذایی مورد نیاز آنها را فراهم و از طرف دیگر آب حاصل از سیلاب، ذخیره رطوبتی قابل استفاده گیاهان را تأمین می‌کند.

مهم‌ترین مزایای بندسار را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- کاهش هدررفت جریان‌های فصلی و موقتی آب به داخل کویرها و شوره زارها
- اصلاح خاک آبرفت‌های درشت‌دانه از طریق رسوب‌گذاری مواد فرسایش‌یافته
- آبشویی و اصلاح خاک‌های شور
- تغذیه آبخوان‌ها و افزایش آبدهی قنوات
- کاهش فرسایش بادی
- جلوگیری از گسترش بیابان‌زایی
- تولید محصولات کشاورزی
- و ایجاد اشتغال

تاریخچه بندسار

استفاده مستقیم از سیلاب و رواناب دامنه‌ها برای کشاورزی در بسیاری از کشورهای جهان از گذشته‌های دور معمول بوده که امکان اسکان دائمی انسان‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک را فراهم کرده است. با این همه، اطلاعات موجود از چنین کشتزارهایی در مقایسه با ابنیه تاریخی نظیر پل‌ها و سدهای قدیمی بسیار کم است، زیرا اصولاً کیفیت ناپایدار بناهای خاکی اجازه نمی‌دهد از قدمت آنها ارزیابی دقیقی صورت گیرد.

قدمت تغذیه آب‌های زیرزمینی در ایران به بیش از ۳۰۰۰ سال پیش یعنی قبل از اختراع قنات مربوط است. در آن زمان، ساکنین شمال شرقی ایران آب‌های زیرزمینی خود را با آبیاری سیلابی بندسارهای روی مخروط‌افکنه‌ها (رسوبات بادبزنی شکل) تغذیه می‌کردند. این نظریه با توجه به سادگی و پیچیده نبودن بندسار در مقایسه با قنات منطقی به نظر می‌رسد.

استحصال سیلاب و رواناب از زمان‌های گذشته در کشورهای ایران، پاکستان، هندوستان، ترکمنستان و سایر کشورهای هم‌جوار به احتمال زیاد ریشه مشترک دارد. بندسار، خوشاب و دگار در ایران، سیلابه و کاسکابه در پاکستان، آهار و خادین در هندوستان، کشت خاکی در ترکمنستان، خفیره در ممالک عرب مشاهده می‌شوند. نظیر قنات که بوسیله ایرانیان اختراع شده و به کشورهای دیگر انتقال یافته‌است، این امکان وجود دارد که آبیاری سیلابی نیز در یکی از این کشورها شروع شده و سپس به سایر ممالک منتقل شده باشد.

پرسش از مالکین بندسارهای مناطق مختلف استان

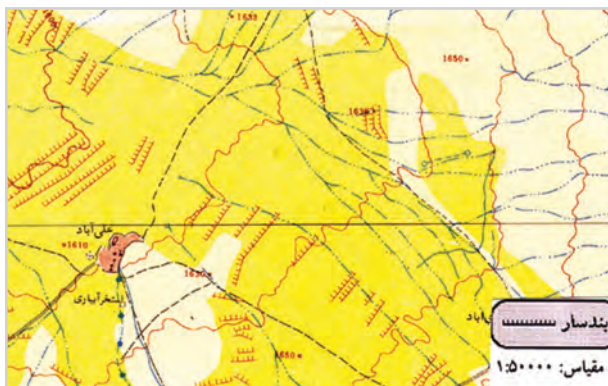
خراسان نشان داد که اغلب آنها توسط اجدادشان احداث شده‌اند و اطلاع دقیقی از زمان ساخت آن‌ها ندارند. البته در چند مورد به احداث آن در ۱۵۰ تا ۲۰۰ سال قبل اشاره شد. با این همه گاهی بندسارهای جدید یا "نوگیر" با عمر حدود چند سال و بندسارهای با عمر ۳۰ تا ۵۰ سال و کمتر نیز مشاهده می‌شود که توسط کشاورزان فعلی و یا پدران آنها ساخته شده‌اند.

فیزیوگرافی مناطق ساخت بندسار

از نظر فیزیوگرافی (مطالعات مربوط به خصوصیات فیزیکی و شکل‌شناسی حوضه)، بندسارها در انواعی از اراضی مشتمل بر مخروط‌افکنه‌ها، تپه‌ها، فلات‌ها و دشت‌های دامنه‌ای و به‌ندرت در دشت‌های رودخانه‌ای مشاهده می‌شوند. محل گسترش بندسارها غالباً در سطح مخروط‌افکنه‌هاست. این زمین‌ها نوع مطلوب اراضی برای کشاورزی سیلابی هستند. زیرا سیلاب سرچشمه گرفته از کوهستان به‌طور طبیعی و بدون استفاده از وسایل مصنوعی روی مخروط‌افکنه‌ها پخش می‌شود. شیب این اراضی برای کشت آبی به‌صورت غرقابی نامناسب است. در مخروط‌افکنه‌ها، بستر زمین توسط آبرفت‌های درشت‌دانه پوشیده شده است. با جمع‌آوری سیلاب و انباشت شدن ضخامت کافی از رسوبات ریزدانه در آن، شرایط خاک از لحاظ بافت، حاصلخیزی و همچنین شیب زمین برای کشت و کار مناسب شده است و بدین ترتیب حفاظت آب و خاک هم‌زمان عملی می‌شود.

شکل (۴) قسمتی از یک نقشه توپوگرافی محدوده روستای علی‌آباد واقع در جنوب شهر بیرجند که در آن بندسارها روی

خطوط تراز بنا شده‌اند را نشان می‌دهد.



شکل ۴- قسمتی از یک نقشه توپوگرافی در هشت کیلومتری جنوب شهر بیرجند (به احداث دیواره پایین دست بندسارها بر روی خطوط تراز توجه شود)

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بندسارها با علامت خاکریز روی نقشه مشخص شده‌اند. البته این علامت‌گذاری در روی تمام نقشه‌ها عمومیت ندارد و نمی‌توان فقط بر اساس این نقشه‌ها به گسترش جغرافیایی بندسارها پی برد. با استفاده از اندازه‌گیری روی نقشه‌های توپوگرافی شیب متوسط مورد نیاز احداث بندسارها از حداقل ۱/۵ تا حداکثر ۴/۴ درصد و میانگین تمام آنها ۲/۵ درصد تعیین شد (جدول ۱). به عبارت دیگر با احداث خاکریزی به ارتفاع ۱/۵ متر می‌توان ۶۰ متر از اراضی بالادست را به زیر سیلاب برد. البته در بازدیدهای صحرایی و اندازه‌گیری‌های دیگر احداث بندسار در عرصه‌هایی با شیب ۰/۴ تا حدود ۱۵ درصد نیز مشاهده شد.

جدول ۱- شیب عمومی زمین در محل بندسارهای استان خراسان

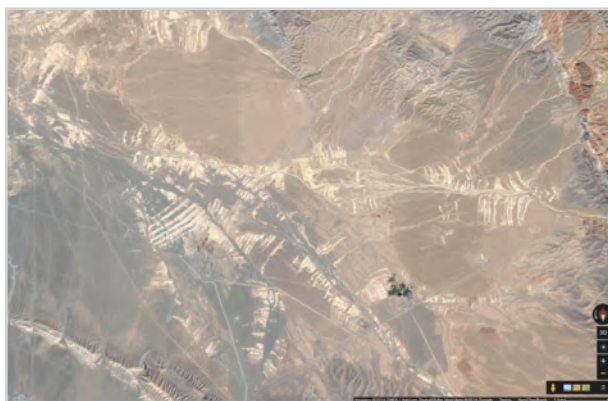
نام روستا	درصد شیب	نام روستا	درصد شیب
دارین	۱/۷	مهدی آباد	۱/۶
کلار شک	۳/۵	نوفرست	۲/۸
فیل شور	۱/۲	شوکت آباد	۲/۹
کلاته بجدن	۱/۹	بژدن	۲/۷
دستگرد	۱/۵	علی آباد سید رحیم	۳/۳
علی آباد بیرجند	۱/۶	مهرشانی	۲/۷

سؤال مهمی که لازم است به آن پاسخ داده شود و نیاز به تحقیقات بعدی دارد نسبت مساحت بندسار به مساحت آبخیز بالادست است. در این ارتباط بر حسب گزارش‌های موجود، نسبت سطح کشتزارهای سیلابی به مساحت آبخیز بالادست ۳ تا ۶ درصد در منطقه‌ای در آریزونای آمریکا اندازه‌گیری شده است. به نظر می‌رسد این نسبت باید در مناطق مرطوب‌تر بیشتر و در مناطق خشک‌تر کمتر باشد.

در تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، بندسارها به وضوح از سایر کاربری‌ها قابل تفکیک هستند. شکل (۵) و (۶) به ترتیب بندسار را در تصویر ماهواره‌ای و عکس هوایی نشان می‌دهند. تن سفید نمایانگر مناطق انباشتن رسوبات ریزدانه در داخل بندسارها است. زمین‌های مجاور که تن تیره‌تری دارند، بیشتر از قطعات سنگ ریز و درشت تشکیل شده‌اند (شکل ۷). عوامل دیگری نظیر اندازه نسبی بزرگ‌تر بندسارها در مقایسه با کرت‌های آبی و نقش و موقعیت آنها در این شناخت مؤثر هستند.

بندسارها عمدتاً با فاصله دورتری نسبت به روستا در حاشیه اراضی زراعی آبی و باغات هستند که در عکس

هوایی با تن کاملاً سیاه و در تصویر ماهواره‌ای به رنگ سبز مشخص می‌شوند قرار گرفته‌اند. در شکل (۶) برخی از بندسارها تن تیره‌تری دارند که به معنی کشت شدن آن‌ها در سال عکسبرداری است. بندسارها از نظر موقعیت بیشتر در قسمت‌های پایین دست مخروط‌افکنه واقع هستند.



شکل ۵- بندسارها در تصویر ماهواره‌ای



شکل ۶- بندسارها در عکس هوایی



شکل ۷- تصویری از وجود قطعات سنگ ریز و درشت در زمین اولیه قبل از ساخت بندسار

اقلیم مناطق گسترش بندسارها

در اقلیم مدیترانه‌ای که عمده بارش آنها در زمستان نازل می‌شود، کشاورزی سیلابی در ریزش‌های کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در سال نیز میسر است، در حالی که استحصال سیلاب در اقلیم دارای بارش تابستانی حاره‌ای و با تبخیر زیاد هنگامی مفید است که متوسط بارش سالانه حداقل ۲۵۰ میلی‌متر باشد. از دیدگاهی دیگر، پخش سیلاب در شرایطی سودمند است که حداقل ۸۰ میلی‌متر بارش در فصل بارانی ریزش کند و افزون بر آن فصل بارش و فصل سرما هم‌زمان باشند. چنانچه فصل مرطوب همانند مناطق دارای بارش موسمی بر تابستان منطبق باشد بارش بیشتری ضرورت دارد.

مشخصات آب و هوایی تعدادی از ایستگاه‌های هواشناسی استان خراسان که در نزدیکی آنها بندسار وجود دارد در جدول (۲) گردآوری شده است. همان‌طور که دیده می‌شود

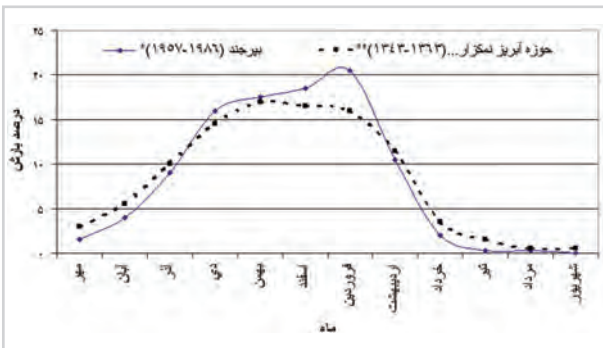
مقدار بارش متوسط سالانه ایستگاه‌های فوق از ۱۰۱ تا ۲۵۷ میلی‌متر متغیر است. البته برخی از محل‌های دارای بندسار در محدوده خطوط همباران ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر نیز مشاهده می‌شوند. در ضمن استفاده از این روش در حد واسطه خطوط همباران ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر نیز محدودتر است. باید توجه داشت که مقادیر بارش ذکر شده مربوط به مناطق دشتی (محل احداث بندسارها) و طبعاً میزان بارش آبخیزهای کوهستانی مشرف به این مناطق بیشتر است. مثلاً بارش متوسط سالانه در شهر بیرجند حدود ۱۷۲ میلی‌متر است و مقدار بارش در ارتفاعات کوه باقران در جنوب بیرجند در حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال برآورد شده است.

جدول ۲- برخی مشخصات اقلیمی مناطق داری بندسار

محل	بارش متوسط سالانه (mm)	ضریب تغییرات بارندگی سالانه	تبخیر متوسط (mm)	دمای متوسط سالانه (C)	دمای نرمال حداقل در سردترین ماه سال (C)	شاخص اقلیمی دومارتن	فرمول اقلیمی جاماب	شاخص اقلیمی
بجستان	۱۶۷/۶	۳۰/۸	۳۱۰۰	-	-	-	خشک سرد	۰/۰۵۴
بیرجند	۱۷۱/۷	۳۳/۱	۳۳۰۰	۱۶/۵	-۱/۸	۶/۵	خشک سرد	۰/۰۵۲
طیس	۱۰۱/۱	۳۶/۱	۳۷۰۰	۲۰/۶	۰	۲/۷	فرا خشک سرد	۰/۰۲۷
تربت حیدریه	۲۵۷/۲	۳۱/۴	۳۳۰۰	۱۴/۰	-	-	نیمه خشک سرد	۰/۰۷۸
گناباد	۱۵۸/۶	-	۳۱۰۰	۱۶/۴	-۲/۶	۶/۰	خشک سرد	۰/۰۵۱
خوسف	۱۴۵/۶	۴۲/۱	۳۳۰۰	-	-	-	خشک سرد	۰/۰۴۵
سنزوار	۱۹۴/۵	۲۵/۷	۳۰۰۰	۱۶/۹	-۱/۸	۷/۲	خشک سرد	۰/۰۶۵

با توجه به جدول (۲) ضریب تغییرات بارندگی در ایستگاه‌های مورد بررسی از ۲۵/۷ تا ۴۲ درصد متفاوت است. هر چه مقدار این ضریب کمتر باشد اعتماد بیشتری به وقوع سیل‌های قابل کنترل وجود دارد. برعکس، هرچه این ضریب بیشتر باشد احتمال وقوع سیل‌های مهیب و مهارنشده در برخی از سال‌ها و خشکسالی‌های شدید در تعدادی از سال‌ها بیشتر می‌شود.

رژیم بارندگی در مناطق دارای بندسار، مدیترانه‌ای است، به این مفهوم که فصل خشک منطبق بر تابستان و ماه‌های گرم سال و فصل بارندگی زمستان و اوایل بهار است. تعداد زیادی از مناطق دارای بندسار در حوزه آبریز نمکزار خواف، کال شور و کویر مرکزی قرار گرفته‌اند. در نمودار (۱) منحنی تغییرات متوسط بارش در این حوزه آبریز و ایستگاه هواشناسی بیرجند مشاهده می‌شود. مطابق این شکل، حداکثر بارش در حوزه آبریز نمکزار خواف، کال شور و کویر مرکزی در بهمن ماه رخ می‌دهد. ولی این بیشینه در ایستگاه‌های هواشناسی موجود در این حوزه، ممکن است در فاصله ماه‌های دی تا اردیبهشت باشد (مثلاً فروردین در ایستگاه بیرجند). بالغ بر ۸۵ درصد از بارندگی سالانه این حوزه در ماه‌های آذر تا اردیبهشت ریزش می‌کند. مقدار بارندگی این ماه‌ها از میانگین بارش ماهانه بیش‌تر و در نتیجه احتمال جریان سیل در این ماه‌ها بالاتر است.



نمودار ۱- منحنی تغییرات بارندگی ماهانه در شهر بیرجند و حوزه آبریز نمکزار خواف، کال شور و کویر مرکزی

جدول (۳) آمار بارندگی سالیانه ایستگاه هواشناسی بیرجند را نشان می‌دهد. بررسی آمار بارندگی سالیانه ایستگاه بیرجند نشان می‌دهد که نسبت بارش در مرطوب‌ترین سال به کم باران‌ترین سال در حدود ۶ برابر است.

جدول ۳- آمار بارندگی سالانه ایستگاه هواشناسی بیرجند

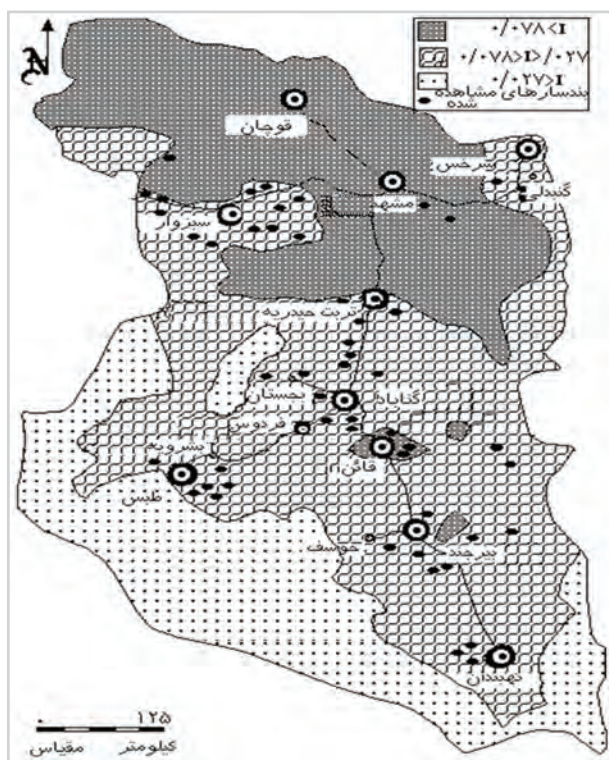
سال	بارندگی (mm)	سال	بارندگی (mm)	سال	بارندگی (mm)
۱۹۵۸-۱۹۵۷	۱۳۳/۳	۱۹۶۸-۱۹۶۷	۱۸۵/۷	۱۹۷۸-۱۹۷۷	۱۹۸/۵
۵۸-۵۹	۲۰۶/۱	۶۸-۶۷	۱۶۰/۳	۷۸-۷۹	۱۶۷/۲
۵۹-۶۰	۲۰۶/۳	۷۰-۶۹	۱۱۳/۳	۸۰-۷۹	۱۳۷/۹
۶۰-۶۱	۱۲۹/۰	۷۱-۷۰	۱۲۳/۷	۸۱-۸۰	۲۰۷/۹
۶۱-۶۲	۱۰۶/۱	۷۲-۷۱	۲۰۰/۸	۸۲-۸۱	۱۸۱/۶
۶۲-۶۳	۱۴۰/۲	۷۳-۷۲	۷۹/۴	۸۳-۸۲	۲۵۴/۸
۶۳-۶۴	۲۳۰/۷	۷۴-۷۳	۲۲۸/۷	۸۴-۸۳	۱۵۵/۷
۶۴-۶۵	۱۲۷/۳	۷۵-۷۴	۱۷۸/۹	۸۵-۸۴	۷۰/۷
۶۵-۶۶	۱۳۷/۱	۷۶-۷۵	۲۳۵/۰	۸۶-۸۵	۲۳۳/۱
۶۶-۶۷	۱۸۲/۱	۷۷-۷۶	۱۸۴/۰	۸۷-۸۶	۱۸۶/۸

بررسی دمای مناطق پخش سیلاب از نظر امکان رشد گیاهان و میزان تبخیر اهمیت دارد. دمای متوسط سالانه در محدوده مورد بررسی از ۱۴ تا ۲۰/۶ درجه سانتی‌گراد متغیر است. در مناطق غربی و جنوبی استان خراسان دما بیشتر و در نواحی شمالی و شرقی (به استثنای گنبدلی واقع در شمال شرقی استان) دما کم‌تر است. دمای نرمال حداقل در سردترین ماه سال در طبس صفر، در بیرجند ۱/۸- و در قائن ۳/۸- درجه سانتی‌گراد گزارش شده‌است. دمای متوسط حداکثر، متوسط، حداقل، حداکثر مطلق و حداقل مطلق در ایستگاه هواشناسی بیرجند به ترتیب ۲۴/۳، ۷/۵، ۴۳ و ۱۴/۷- درجه سانتی‌گراد و گرم‌ترین و سردترین ماه سال به ترتیب ژولای (تیر) و ژانویه (دی) است.

میزان تبخیر مناطق دارای بندسار به استثنا محدوده کوچکی در اطراف شهر قائن، بیش از ۳۰۰۰ میلی‌متر است. تبخیر زیاد در مناطق مرکزی و جنوبی استان خراسان علاوه بر دما به عوامل دیگری از قبیل وقوع بادهای شدید و رطوبت پایین‌تر نسبت به شمال خراسان مربوط است. با یک بارندگی معین، هرچه مقدار تبخیر افزایش یابد منطقه خشک‌تر می‌شود.

مناطق دارای بندسار، اکثراً در محدوده اقلیم خشک سرد قرار دارند ولی در اقلیم‌های فراخشک سرد و نیمه‌خشک سرد نیز بندرت مشاهده می‌شوند. با مقایسه عوامل آب و هوایی مناطق دارای بندسار و فاقد بندسار، شاخص ساده‌ای از نسبت بارندگی به تبخیر متوسط سالانه محاسبه شد. مقدار این شاخص در ایستگاه‌های مورد مطالعه و دارای بندسار در استان خراسان بین ۰/۰۲۷ تا ۰/۰۷۸ به دست آمد (ستون آخر جدول ۲). مقدار

شاخص مذکور برای ایستگاه‌هایی نظیر مشهد و تربت‌جام که فاقد بندسار بوده‌اند و در مجاورت محل‌های مورد بررسی قرار دارند بیش از ۰/۰۹ است. شاخص مذکور همخوانی نسبتاً خوبی با نقاط بازدید شده دارای بندسار داشت. شکل (۸) ناحیه‌بندی استان خراسان را بر اساس شاخص نسبت بارش به تبخیر نشان می‌دهد که موقعیت بندسارهای بازدید شده نیز روی آن مشخص شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود به غیر از موارد استثنایی محدوده ترسیمی و نقاط بازدید شده هماهنگی نسبتاً خوبی با یکدیگر دارند.



شکل ۸- ناحیه‌بندی استان خراسان بر اساس نسبت بارش به تبخیر سالانه و موقعیت بندسارهای مشاهده شده

به غیر از شرایط هواشناسی (از جمله شاخص نسبت بارش به تبخیر)، مسائل دیگری به ویژه وجود رودخانه های دائمی و یا فصلی، وجود ارتفاعات و کوهستان و حتی مسائل فرهنگی و اجتماعی می تواند عدم رواج بندسار در مناطق دیگر خراسان و حتی ایران را بیان کند. مثلاً جریان رودخانه پر آب اترک در شمال خراسان، کشاورزان را از گرایش به استحصال سیلاب به شیوه بندسار باز داشته است. گودی های داخلی این مناطق، به علت تراکم املاح اصولاً برای رویش گیاه مناسب نیستند و لذا احداث بندسار در آن ها معمول نشده است. به عنوان مثال ممکن است ساکنین یک منطقه دامدار و عشایر بوده و به کشاورزی و اسکان علاقه ای نداشته باشند.

طبقه بندی بندسارها

تمام بندسارها بر مبنای مجموعه ای از اصول کلی بنا شده است و اهداف مشخصی دارند. با توجه به بررسی های به عمل آمده می توان آن ها را در سه دسته اصلی قرار داد. در این بخش، ابتدا مشخصات عمومی هر یک از این سه دسته بندسار تشریح شده است. در ادامه، ویژگی های خاص برخی از بندسارهای بازدید شده که مهم به نظر می رسیدند نیز مستندسازی و ارائه شده اند.

روش آبیگری از خشکه رودها

به طور کلی بیشتر بندسارها روی مخروط افکنه ها ساخته می شوند و ظاهر تقریباً مشابهی دارند. منشأ جریان در خشکه رودها که به آن کال یا شيله می گویند (شکل ۹)، عمدتاً

کوهستان بوده و شدت سیلاب به‌ویژه در آبراهه‌های بزرگ آنقدر زیاد است که مهار کامل آن با امکانات معمولی کشاورزان مقدور نیست. بنابراین در زمان بروز سیلاب، هر یک از کشاورزان مقداری از جریان را منحرف و از طریق نهر آبیگری به طرف بندسار هدایت می‌کنند (شکل ۱۰).

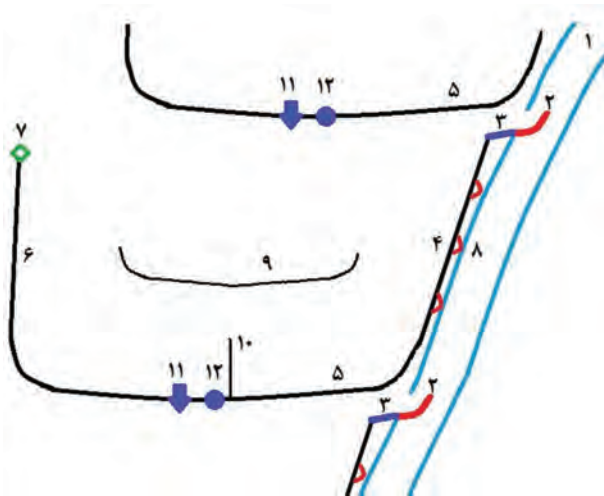


شکل ۹- سیلاب در کال شاهراه بجدن



شکل ۱۰- ورود آب از رودخانه به نهر آبیگری

شکل (۱۱) یک بندسار با کلیه اجزایی که از خشکه‌رودها آبیگیری می‌شود و اجزا مختلف روی آن مشخص است را نشان می‌دهد. اگرچه این دسته از بندسارها از نظر اصول کلی مثل هم هستند، ولی، تفاوت‌هایی نیز در هر محل دیده می‌شود که به ابتکارات کشاورزان هر منطقه مربوط است.



شکل ۱۱- نمایی از یک بندسار با کلیه اجزا، (۱- خشکه‌رود، ۲- بند انحرافی، ۳- نهر آبرسان، ۴- دیواره اصلی جانبی سمت نهر آبرسان، ۵- دیواره اصلی پایین، ۶- دیواره اصلی جانبی سمت سرریز انتهایی، ۷- سرریز انتهایی، ۸- آب‌شکن، ۹- میان‌بند موازی، ۱۰- میان‌بند عمودی، ۱۱- روزنه، ۱۲- سرریز میانی)

در آبراهه‌های خیلی کوچک، بند خاکی کوتاهی که به آن "ترکه بند" می‌گویند (شکل ۱۲)، تمام سیلاب را می‌گیرد و به نهر آبیگیری هدایت می‌کند.



شکل ۱۲- بند انحرافی یا ترکه بند در علی آباد بیرجند

در آبراهه‌های بزرگ‌تر، قسمتی از عرض رودخانه با بندخاکی یا سنگ و ملات شکل (۱۳) مسدود و فقط بخشی از جریان وارد نهر آبیگری می‌شود. به نهر آبیگری در برخی از مناطق خراسان "شاخ" می‌گویند. اگر بندسار در مجاورت آبراهه باشد، طول این نهر در حد چند متر است. برای بندسارهایی که از آبراهه دورتر هستند طول نهر آبیگری به چند صد متر نیز می‌رسد. گاهی نهرهای بزرگ به چند جوی تقسیم شده و هر جوی برای آبیگری یک بندسار استفاده می‌شود (شکل ۱۴). به منظور هدایت آب از نهر به داخل بندسار، مسیر نهر با استفاده از خاک مسدود می‌شود، که به این عمل اصطلاحاً "برق بستن" گویند.

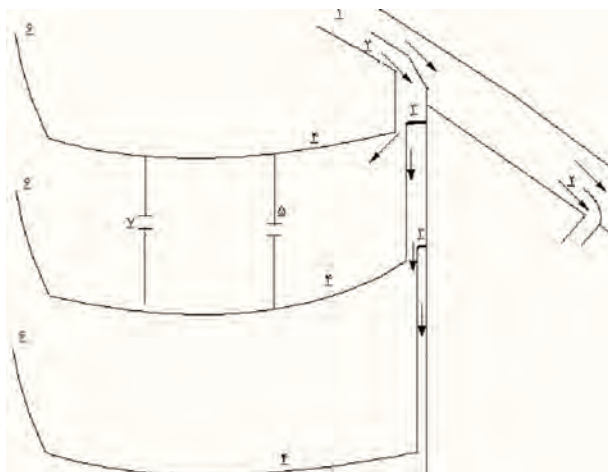


شکل ۱۳- بند انحرافی در دیهشک طبس



شکل ۱۴- یک نهر آبرسانی بزرگ تقسیم شده به چند نهر کوچک سیلاب در پشت بدنه بند که عموماً روی خط تراز احداث می‌شوند، تجمع می‌کند. گاهی برای توزیع یکنواخت آب در سطح بندهای بزرگ چند هکتاری، از بندهای فرعی موازی یا عمود بر بند اصلی استفاده می‌شود (شکل ۱۱). در روستای صدخرو سبزوار روستاییان به منظور پخش یکنواخت آب در بندسارهای بزرگ از "میوبند یا میان‌بند" استفاده می‌کنند.

میوبند، دیواره خاکی کوتاهی، عمود بر دیواره‌های اصلی است که ارتفاع آن حدود ۵۰ سانتی‌متر است. با تعبیه شکافی موسوم به "رخنه" جریان از یک قسمت به قسمت بعدی هدایت می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- قسمت‌های مختلف بندسار در روستای صدخرو سبزوار؛ ۱- کال یا خشکه رود ۲- باز ۳- برق ۴- بدنه‌بند ۵- میان‌بند ۶- گوشواره ۷- رخنه

کشاورزان با گذاشتن بوته‌های خشک و چند قطعه سنگ در انتهای دیوار بند، سرریز ساده‌ای می‌سازند که برای خارج‌سازی آب مازاد و جلوگیری از لبریز شدن و تخریب بدنه بند به کار می‌رود. این نوع سرریز با اسامی مختلفی نظیر گوش بند، گوشه، گوشه گرد، گوشواره یا پرده در مناطق مختلف استان خراسان نامیده می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- سرریز انتهایی بندسار

برخی به ویژه در بندسارهای بزرگ، سازه‌ای سنگ و سیمانی یا بتونی بنام "قعر" یا "گیلون" در وسط بدنه اصلی بند می‌سازند که روزنه‌ای در آن تعبیه شده است (شکل ۱۷). این روزنه با کنده درخت یا سنگ استوانه‌ای شکلی موسوم به "جمازه" در زمان آبیگری بسته می‌شود (شکل ۱۸). در وسط جمازه سوراخی وجود دارد که طنابی به طول حدود دومتر از آن عبور داده شده است. کشاورزان در صورت ضرورت برای تخلیه سریع آب، با برداشتن کنده یا کشیدن سر طناب، روزنه را باز می‌کنند.



شکل ۱۷- سازه ای بنام قعر که برای تخلیه سیلاب و یا انتقال آب آبیاری از بدنه بند استفاده می شود.



شکل ۱۸- تصویری از جمازه که برای بستن روزنه گیلون یا قعر به کار می رود.

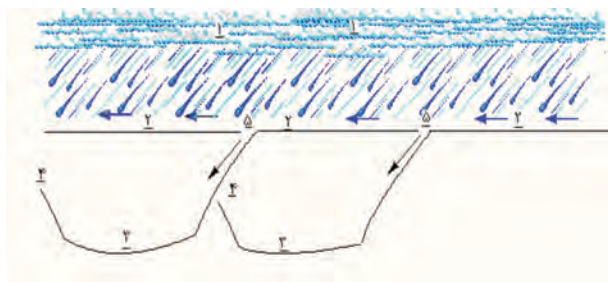
در طبس، بلافاصله پس از سیل‌گیری بندسار بالایی، یک بندسار پایین دست را که قبلاً شخم زده‌اند، بذر پاشی می‌کنند. سپس روزنه باز می‌شود و آب زلال پشت بند که رسوبات آن نهشته شده است، برای آبیاری این اراضی مصرف می‌شود. به نظر می‌رسد به واسطه گرم بودن منطقه طبس، به کارگیری روش فوق سبب کاهش تلفات آب از طریق تبخیر می‌شود. به جای قعر می‌توان از سرریز سنگ و سیمان نیز استفاده کرد. برای جلوگیری از شسته شدن دیواره بندسارهای واقع در مجاورت رودخانه از آب شکن (اپی) ساده‌ای بنام "کله" استفاده می‌شود. بدین منظور بوته‌های خار را با فواصل چند متری در کنار دیواره قرار داده و با تحکیم آن به وسیله سنگ سبب انحراف سیلاب و جلوگیری از آب‌شستگی می‌شوند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- برای جلوگیری از شسته شدن دیواره بندسارهای واقع در مجاورت رودخانه از ساختمان ساده‌ای موسوم به کله متشکل از بوته‌های خشک و سنگ استفاده می‌شود.

روش جمع آوری رواناب

شکل عمومی بندسارهای این دسته شبیه دسته قبلی است. ولی، در منشأ آبگیری متفاوت هستند. برای استحصال رواناب سطحی اراضی نسبتاً مسطح و کم شیب روش‌های خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بعضی مناطق به واسطه شرایط توپوگرافی زمین، رواناب به صورت متمرکز در آبراهه‌ها جاری نمی‌شود و قبل از هر چیز جمع‌آوری رواناب ضروری است. این روش، به دلیل سرعت کم جریان، معمولاً میزان گل‌آلودگی کمتر است و لذا رسوبات کمتری وارد بندسار می‌شود. این روش به عنوان مثال در روستای علی‌آباد سبزوار به کار رفته است (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- نحوه جمع‌آوری رواناب برای بندسار در روستای علی‌آباد سبزوار. ۱- دشت نسبتاً کم شیب ۲- آبراهه غیر فرسایشی ۳- بدنه بندسار ۴- گوشواره ۵- محل ورود رواناب به داخل بندسار

در محدوده بالادست این روستا دشتی نسبتاً کم شیب و با خاک کم عمق وجود دارد که در اصطلاح محلی به آن "دق" می‌گویند. روستاییان با احداث آبراهه‌ای غیرفرسایشی عمود بر

جهت جریان، رواناب سطحی را جمع‌آوری و به طرف بندسار هدایت می‌کنند. آبراهه غیرفرسایشی با احداث پشته کوچکی به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر در امتداد تقریبی خط تراز و با شیب طولی کم ساخته می‌شود. مقطع این آبراهه به شکل یک سهمی عریض است (شکل ۲۱).

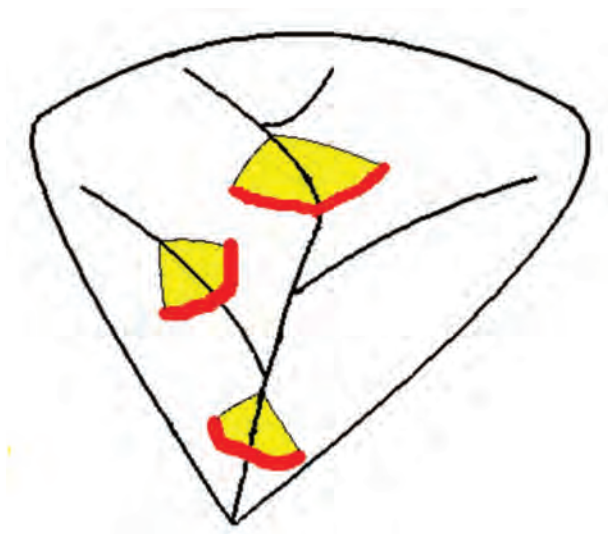


شکل ۲۱- آبراهه غیرفرسایشی برای جمع‌آوری رواناب سطحی و هدایت آن به طرف بندسار؛ ۱- دیواره نهر غیرفرسایشی ۲- بدنه بندسار ۳- محل ورود رواناب به داخل بندسار

روش استحصال رواناب سرشاخه‌ها

این روش استحصال رواناب، برای جمع‌آوری جریان‌های دامنه‌ای و جریان‌های متمرکز مربوط به سرشاخه‌های کوچک که عریض بوده و شیب کمی داشته باشند به کار می‌رود (شکل ۲۲). با توجه به این که دبی و حجم رواناب این نوع آبراهه‌ها که اصطلاحاً "شیله" نامیده می‌شوند زیاد نیست، امکان حفظ تمام رواناب وجود دارد. بنابراین در این روش عرض آبراهه‌های عریض را مسدود و سیلاب را ذخیره می‌کنند (شکل ۲۳). معمولاً به‌منظور احتیاط، سرریزی در دو انتهای بند در نظر می‌گیرند.

میزان رسوب‌گذاری به طول و شیب مسیر جریان بستگی دارد ولی در هر حال مقدار آن نسبت به روش اول کمتر است.

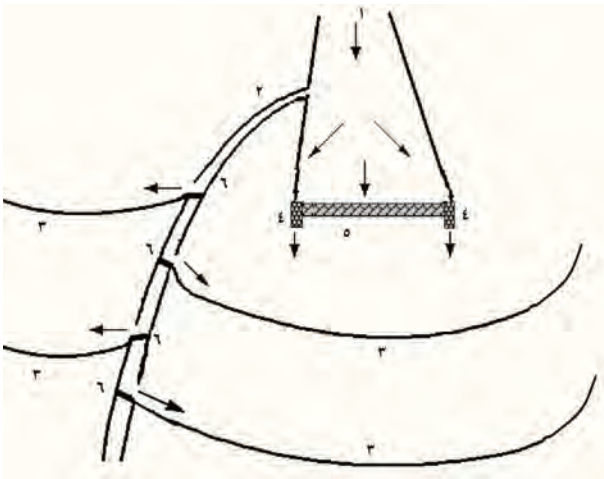


شکل ۲۲- مسدود کردن مسیر سرشاخه‌ها در مناطق تپه ماهوری برای جمع‌آوری سیلاب در روستای تنگل شور علیا مسیر مشهد به سرخس



شکل ۲۳- ساخت بندسار با مسدود کردن عرض کامل آبراهه در مناطق تپه ماهوری نوفرست بیرجند

نمونه جالبی از روش استحصال رواناب سرشاخه‌ها در روستای حاجی آباد نوغاب واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شهر قائن در مسیر جاده گناباد دیده می‌شود. در این روستا مسیر آبراهه‌های کم عمق و کوچک نزدیک رأس مخروط افکنه را (که جریان عبوری مهار شدنی است) با خاکریزی مسدود می‌کنند. برای تخلیه آب مازاد، نهر انحرافی که "رقز" نامیده می‌شود پیش‌بینی شده که همانند شکل (۲۴) آب را پس از رسوب‌گیری بار کف، به بندهای پایین دست انتقال می‌دهد. همچنین سرریز اضطراری از جنس خشکه چین نیز در طرفین بند پیش‌بینی می‌شود که به آن "سرگاه" می‌گویند. آب سرریز شده از این بند نیز به داخل یک بندسار هدایت می‌شود.



شکل ۲۴- مسدود کردن مسیر آبراهه‌ها به منظور رسوب‌گیری و انتقال آب مازاد به بندهای پایین‌تر در روستای حاجی آباد نوغاب قائن، ۱- آبراهه ۲- رقز (نهر انحرافی) ۳- بندسارهای پایین دست ۴- سرگاه ۵- دیواره بند ۶- برق

مالکیت بر آب

بهره‌وری از سیلاب در بیشتر مناطق استان خراسان، طبق قانون بالادست انجام می‌گیرد. مطابق این قانون حق استفاده از سیلاب همیشه با مالکین اراضی بالادست است و هنگامی زمین‌های پایین‌دست می‌توانند آبیاری شوند که سیلاب، مازاد بر نیاز بندسارهای بالادست باشد. در برخی از مناطق، از جمله در تعدادی از روستاهای شهرستان سبزوار، قانون منطقی‌تری برای تقسیم سیلاب وجود دارد. بدین نحو که زمین‌های روستا به هفت بخش تقسیم شده و هر بخش فقط از سیلاب‌های روز مشخصی از هفته اجازه آبیاری دارد. بدین ترتیب مشکلات مربوط به قانون بالادست دیده نمی‌شود.

نحوه ساخت، نگهداری و کشت و کار در بندسار

پس از انتخاب محل بر اساس ویژگی‌هایی از قبیل فیزیوگرافی، شیب، اقلیم، عمق و عرض رودخانه و زمین‌شناسی و مساحت آبخیز بالادست می‌توان طرح لازم را تهیه و کار را آغاز کرد. قبل از هر گونه اقدامی، بررسی حق‌آبه افراد پایین دست ضروری است.

همان‌طور که در قسمت طبقه‌بندی بندسارها بیان شد، متناسب با فیزیوگرافی و منبع جریان، طرح‌های مختلفی برای بندسار وجود دارد. اصولاً در ساخت بندسار در دشت‌ها باید خاک‌ریزی روی خطوط تراز انجام شود. تعیین خط تراز توسط نقشه‌بردار و یا افراد محلی مجرب انجام می‌شود. توضیح آنکه رعایت

تغییرات اندک توپوگرافی الزامی نیست؛ زیرا با چند سیل‌گیری اولیه و رسوب‌گذاری ذرات معلق، این‌گونه ناهمواری‌های جزئی برطرف می‌شود. به این ترتیب کشتزارها با خطوط مستقیم از یکدیگر جدا می‌شوند. بدین ترتیب عملیات کشت و کار مکانیزه نیز با سهولت بیشتری انجام می‌شود. برای خاکریزی بدنه بند از بولدوزور، تراکتور و یا نیروی انسانی استفاده می‌شود. به این منظور خاکبرداری از پایین دست صورت می‌پذیرد. قسمت‌های دیگر بندسار از قبیل بند انحرافی، سرریز و روزنه نیز مطابق روش‌های ذکر شده در قسمت طبقه بندی بندسارها ساخته می‌شود.

در روستای اکبرآباد که حفاصل دو رشته کوه باقران و کوه خونیک در جنوب شهر بیرجند و در حاشیه دق (در اصطلاح محلی به دشتی کم شیب و خشک و بی‌علف دق می‌گویند)، قرار دارد، از نیروی باد برای ساخت دیواره‌های بندسار استفاده می‌شود. در این روش که به گذشته‌های نه چندان دور مربوط است، روستاییان با قراردادن پشته‌هایی از بوته‌ها در مسیری عمود بر وزش باد غالب، سبب انباشته شدن ذرات حمل شده توسط باد و تشکیل خاکریز می‌شدند (شکل ۲۵). به‌واسطه یکنواختی جهت وزش باد غالب و مسیر جریان آب در این منطقه، از خاکریز ایجاد شده به عنوان بدنه بند استفاده می‌شد.



شکل ۲۵- تصویری از ساخت بدنه اصلی بند از طریق بوته گذاری در مسیر عمود بر وزش باد در روستای اکبرآباد بیرجند

قبل از فصل بارندگی و جریان سیلاب مراقبت‌هایی به‌ویژه از نظر تحکیم قسمت‌های ضعیف، مسدود کردن لانه حیوانات حفار و ترمیم خرابی‌های سال گذشته ضرورت دارد. همچنین لازم است مسیر نهر لایروبی شود و تحکیم لازم برای بند انحرافی صورت گیرد. به این ترتیب بندسار آماده سیل‌گیری می‌شود (شکل ۲۶). عدم مراقبت به موقع و ترمیم نکردن نقائص می‌تواند به ایجاد شکاف و تخریب آنها منجر شود (شکل ۲۷). تخریب یک بند با آزاد شدن حجم قابل توجهی از آب همراه است که احتمال تخریب بندهای پایین‌تر را تشدید می‌کند. در شکل (۲۸) نمونه‌ای از تخریب دیواره بند مشاهده می‌شود.



شکل ۲۶- شروع آبگیری بندسار



شکل ۲۷- ایجاد شکاف و آبشستگی در دیواره بندسار



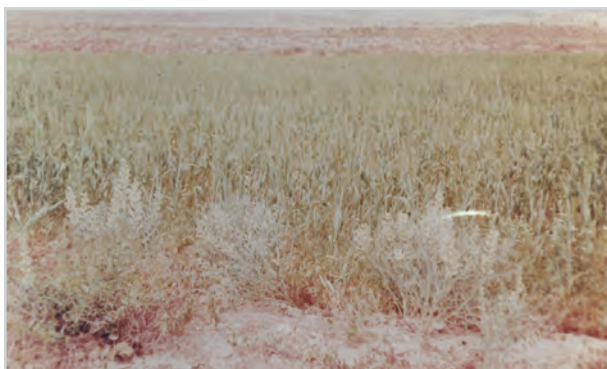
شکل ۲۸- نمونه‌ای از تخریب و بازسازی دیواره بند

ورود سیلاب به داخل بندسار و نهشته شدن رسوبات ریزدانه در آن، علاوه بر تأمین رطوبت خاک، بستر مناسبی را برای عملیات زراعی فراهم می‌آورد. کشاورزان پس از نفوذ سیلاب و گاورو شدن، زمین را شخم می‌زنند. به این ترتیب، لوله‌های مویین خاک نیز شکسته و از تبخیر رطوبت در لایه‌های زیرین جلوگیری می‌شود. نکته مهم، ضرورت شخم تدریجی و نواری است. زیرا قسمت‌های ورودی سریع‌تر از قسمت‌های انتهایی یا کاسه بند رطوبت خود را از دست می‌دهند و آماده شخم می‌شوند.

محصولاتی که عمدتاً در این اراضی به‌صورت دیم کشت می‌شوند، از گونه‌های زراعی مقاوم به خشکی مشتمل بر گندم، جو، نخود، خربزه، هندوانه، زیره و حتی چغندر و پنبه هستند. به‌علاوه محصولات باغی از قبیل بادام، انگور، زرشک، عناب، سنجد و پسته نیز به صورت محدود تا بسیار محدود کاشته می‌شوند. در شکل‌های (۲۹) تا (۳۲) نمونه‌هایی از محصولات کشاورزی کاشته شده در بندسارها نشان داده شده است. باید توجه داشت که محصولات بندساری تنگ‌تر از محصولات آبی کشت می‌شوند.



شکل ۲۹- کشت نخود در بندسار



شکل ۳۰- کشت گندم در بندسار

شکل ۳۱- مزرعه پنبه بندساری پس از برداشت در روستای گنبدلی
مسیر مشاهد به سرخس



شکل ۳۲- مزرعه هندوانه بندساری پس از برداشت محصول در فصل پاییز، روستای تنگل شور علیا، مسیر مشهد به سرخس، به بقایای گیاهی جمع آوری شده نیز توجه شود.

اصولاً پس از سیلاب‌های اوایل زمستان، در صورت مساعد بودن شرایط آب و هوایی غلات کاشته می‌شوند. درحالی که پس از سیلاب‌های اواخر زمستان و اوایل بهار معمولاً هندوانه و خربزه کشت می‌شود. آبیاری غلات پاییزه با جریان‌های سیلابی، هنگامی مقدور است که ابتدا رسوب‌گیری از جریان صورت گرفته و سپس با آب زلال آبیاری انجام گیرد. زیرا رسوب‌گذاری مانع از سبز شدن بذور و یا ادامه رشد گیاهان جوان می‌شود. به این منظور می‌توان یکی از بندسارهای بالادست را به عنوان رسوب‌گیر در نظر گرفت. به‌طوری که سیل‌های بهاره به داخل آن هدایت شود و پس از ته نشست نسبی رسوبات، آب زلال‌تر برای آبیاری غلات پاییزه مورد استفاده قرار گیرد. در سال‌های پرآبی قنات‌ها امکان آبیاری تکمیلی و یا به‌طور کلی کشت آبی وجود دارد. چنانچه در این

اراضی کشت آبی صورت گیرد، کرت‌های کوچک با مرز کوتاه (حداکثر ۵۰ سانتی‌متر) برای آبیاری یکنواخت‌تر احداث می‌شود. در شکل (۳۳) کشت زعفران در یک بندسار به صورت آبی نشان داده شده است. توضیح آنکه در این منطقه پس از احداث یک سد مخزنی کوچک در بالادست، بندسارها به زمین‌های آبی تبدیل شده‌اند.

با یک سیل‌گیری که خاک را تا اعماق مرطوب کند، مقدار محصول در بندسارها توجیه اقتصادی پیدا می‌کند و با محصولات زراعی آبی قابل رقابت هستند. به طوری که از هر هکتار بندسار می‌توان تا دو تن گندم و جو و ۱۰ تا ۱۲ تن جالیز برداشت کرد. در صورت کم بودن باران و سیلاب، اراضی به صورت آیش باقی می‌مانند و یا در صورت کاشت گیاه، چون محصول زراعی جوابگوی هزینه جمع‌آوری نیست، اغلب مورد چرای دام قرار می‌گیرند.



شکل ۳۳- کشت زعفران در بندسار

رسوب‌گذاری و خصوصیات خاک بندسارها

سیلاب‌ها معمولاً حامل مقدار زیادی مواد رسوبی هستند که پس از هر بار آبیگری، در شبکه‌های استحصال سیلاب انباشته می‌شوند (شکل‌های ۳۴ و ۳۵). رسوب‌گیری، تغییرات زیادی از نظر خصوصیات خاک، ضخامت ریشه‌گاه، رطوبت قابل استفاده، نفوذپذیری، تغذیه آب‌های زیرزمینی تبخیر از سطح خاک و حتی آب بوجود می‌آورد.



شکل ۳۴- رسوب‌گذاری در بندسار چند هکتاری روستای تقاب بیرجند

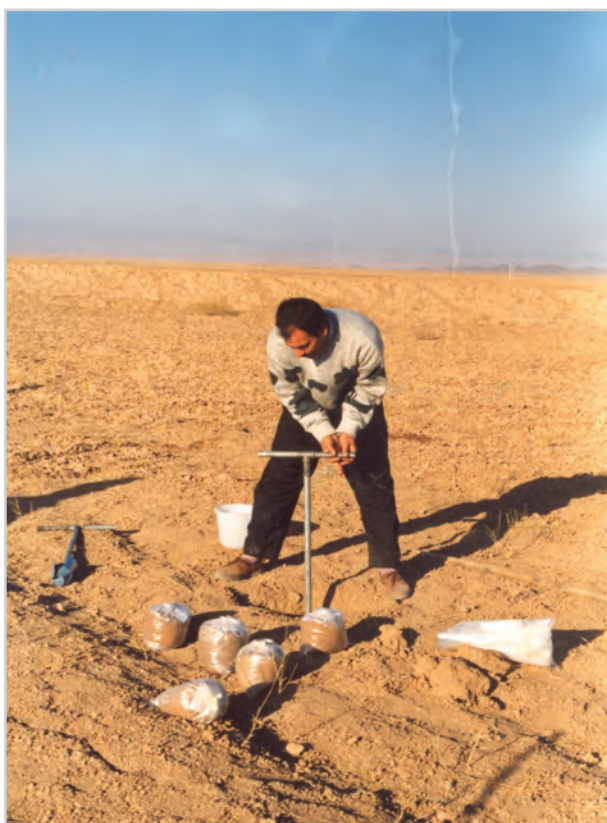


شکل ۳۵- رسوبات انباشته شده پس از دو بار سیل‌گیری در یک بندسار نو، ضخامت رسوبات تقریباً ۲۵ سانتی‌متر است.

برخی رسوب گذاری را بسیار مخرب و برخی دیگر آن را ارزشمند دانسته‌اند. مثلاً نتایج طرح‌های تغذیه مصنوعی مسیل‌های نوبند و بنوبند که برای تقویت آبخوان‌های دشت ایسین واقع در شمال بندرعباس اجرا شد، نشان می‌دهد که به‌علت انباشته شدن حوضچه‌ها از رسوب و مسدود شدن منافذ خاک سرعت نفوذ به مقدار قابل توجهی کاهش یافته و حوضچه‌های نفوذ تبدیل به دریاچه‌های تبخیر شده‌اند، به‌طوری که تغذیه طبیعی حاصله از این دو مسیل نیز بعد از چندی متوقف شده است. برای ارزیابی خطرات مشابه احتمالی، مطالعاتی در مورد نفوذپذیری شکل (۳۶) و خصوصیات خاک ۹ بندسار قدیمی در چهار شهرستان سبزووار، گناباد، قائن و بیرجند انجام گرفت. در این بندسارها که چند سال از ساخت آن‌ها می‌گذشت، ضخامت رسوب نرم به بیش از یک متر می‌رسید (شکل ۳۷). برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک این بندسارها در مقایسه با زمین مجاور آن که خارج بندسار قرار دارد، در جدول (۴) آورده شده است.



شکل ۳۶- اندازه‌گیری نفوذپذیری داخل بندسار در اطراف محل نمونه‌برداری از خاک



شکل ۳۷- نمونه برداری خاک داخل بندسار از عمق ۱۰۰ تا ۱۲۰ سانتی متر

ادامه جدول ۴- مقایسه برخی خصوصیات خاک بندسارها و زمین شاهد در عمق (۴۰-۰) سانتیمتری

نسبت جذب سدیم (SAR)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (EC)	ماده آلی (O.M)	ظرفیت نفوذ (cm/h)	رطوبت اشباع (درصد)	بافت	سنگ‌بزه (%)	رس (%)	لای (%)	شن (%)	داخل/ خارج	روستا
		(ds/m)	(%)								بندسار	شهرستان
۰/۳	N۱	۰/۸	۰/۶۷	۰/۰۳	۳۳/۴	لومی	۱۸/۵	۱۴/۱	۴۳/۵	۴۲/۴	داخل	فیض آباد
۰/۲	N۲	۰/۸	۰/۵۰	۵/۹	۳۴/۹	لوم شنی	۴۴/۶	۱۰/۰	۲۶/۲	۶۳/۹	خارج	
۰/۲	N۱	۰/۵	۰/۵۰	۰/۳	۳۶/۳	لومی	۸/۶	۳۱/۶	۴۳/۲	۳۵/۲	داخل	خسروی
۰/۲	N۰	۰/۵	۰/۳۷	۱/۸	۲۵/۷	لومی	۲۶/۳	۲۵/۲	۳۱/۵	۴۳/۴	خارج	
۰/۴	N۲	۰/۷	۰/۱۷	۹/۶	۲۶/۲	لوم شنی	۲۳/۱	۷/۲	۱۴/۹	۷۷/۹	داخل	آفریز
۱/۴	N۶	۰/۵	۰/۱۷	۴/۱	۲۸/۵	لوم شنی	۲۸/۳	۱۳/۲	۱۲/۲	۷۴/۶	خارج	
۰/۳	N۱	۰/۸	۰/۳۶	۲/۰	۳۴/۶	لوم لای	۵/۷	۲۰/۱	۵۲/۰	۲۷/۳	داخل	نوفرست
۰/۲	N۲	۰/۵	۰/۰۰	۱۴/۶	۱۹/۸	لوم شنی	۴۱/۳	۱۰/۸	۱۵/۹	۷۲/۴	خارج	
۰/۴	N۰	۰/۶	۰/۴۴	۱/۸	۲۶/۴	لومی	۲۲/۱	۱۹/۵	۳۴/۲	۴۶/۳	داخل	مود
۰/۵	N۴	۱۰/۱	۰/۲۳	۰/۶	۲۸/۴	لومی	۱۱/۰	۲۳/۰	۳۷/۱	۳۹/۹	خارج	

با مقایسه ظرفیت نفوذ داخل و خارج بندسارها، میزان نفوذپذیری در بندسارهای آفریز و مود نسبت به شاهد افزایش و در سایر بندسارها کاهش یافت. میانگین ظرفیت نفوذ داخل و خارج بندسار ۹ محل به ترتیب ۲/۱۳ و ۵/۴۸ سانتی متر در ساعت و نسبت آن‌ها ۲/۵۷ است. این مقادیر با حذف ۲ مورد خلاف انتظار به ترتیب ۱/۱۳ و ۶/۴۹ سانتی متر در ساعت با نسبتی معادل ۵/۷۴ است.

مقایسه رابطه بین جنس سازندهای زمین‌شناسی حوزه بالادست و مقادیر نفوذپذیری بندسارهای پایین‌دست، معرف تأثیر مستقیم آن‌ها بر نفوذپذیری است. دسته‌بندی اولیه نشان می‌دهد که علیرغم برخی موارد به ظاهر استثنایی، سازندهای تولیدکننده رس نظیر شیل مقدار نفوذ را در بندسارها شدیداً کم می‌کند. سازندهای تخریبی دانه درشت کمترین مقدار تأثیر را دارند و سازندهای آذرین در حد وسط قرار می‌گیرند.

یکی از دانشمندان کشور اعتقاد دارد که آب و رسوب، دو تولید با ارزش بسیاری از حوزه‌های آبخیز مناطق خشک و نیمه‌خشک است که از زمین‌شناسی تأثیر می‌گیرد. براساس یک تحقیق، استعداد احداث "خوشاب" در منطقه مکران به میزان آوردهای مایع و جامد از حوزه آبخیز بستگی دارد. بنابراین، جنس سنگ‌ها، کیفیت رسوبات را برای کشاورزی تعیین کرده، و تشکیلات زمین‌شناسی که حساس به فرسایش بوده و رسوب بالایی تولید می‌کنند برای احداث خوشاب مناسب هستند.

جدول (۴) نشان می‌دهد که در داخل و خارج بندسار به ترتیب مقدار متوسط ماسه ۴۱ و ۶۱ درصد، مقدار متوسط

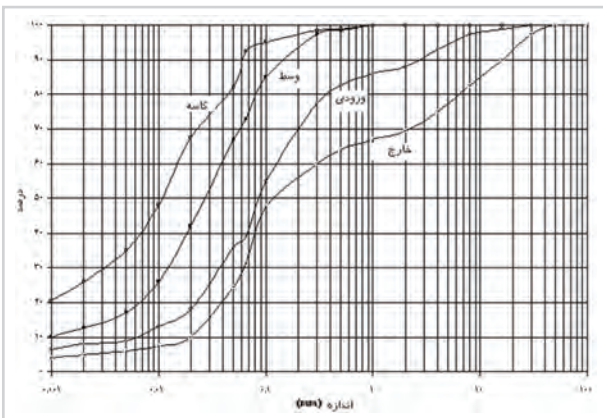
لای ۴۰ و ۲۵ درصد، مقدار متوسط رس ۱۹ و ۱۴ درصد، مقدار متوسط سنگریزه ۱۳ و ۳۴ درصد است. با کنار گذاشتن نتایج دو منطقه مود و آفریز، میانگین خصوصیات خاک ۷ محل به ترتیب در داخل و خارج بندسار به شرح زیر است: ماسه ۳۵ و ۶۲ درصد، لای ۴۴ و ۲۵ درصد، رس ۲۱ و ۱۳ درصد، سنگریزه ۱۰ و ۳۸ درصد. به طور کلی، مقایسه نتایج نمونه‌های داخل و خارج بندسار نشان از کاهش مقدار ماسه و سنگریزه و افزایش مقدار رس و لای دارد. بررسی مقدار درصد رطوبت اشباع نشان می‌دهد که مقدار این متغیر در داخل بندسار بیش از خارج بندسار است.

بررسی خصوصیات شیمیایی خاک‌های داخل و خارج بندسار حاکی از کم‌تر بودن مقدار هدایت الکتریکی (EC) از یک دسی‌زیمنس بر متر به استثنا دو مورد، کوچک‌تر بودن مقدار نسبت جذب سدیم (SAR) از ۱/۵، تغییر مقدار PH بین ۷/۳۵ تا ۸/۶۲ و کم‌تر بودن مقدار موادآلی از ۰/۷۵ درصد است. مقدار آهک خاک‌ها از ۶ تا ۲۳ درصد متفاوت است؛ ولی روند کاملاً مشخصی از افزایش یا کاهش آن در داخل بندسار نسبت به خارج آن و یا برعکس دیده نمی‌شود. مقدار کاتیون‌ها و آنیون‌ها به استثنا پتاسیم در خاک بندسار بیش‌تر از زمین شاهد است.

پژوهش دیگری نیز نشان داد که میزان عناصر غذایی داخل و خارج بندسار متفاوت است. ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس در خاک داخل بندسار بیشتر از خارج بندسار است. افزایش عناصر در داخل بندسار حدود ۵۰ تا بالغ بر صد درصد گزارش شده است. میزان این عناصر از سطح به عمق

خاک داخل بندسار نیز کم می‌شود که بیان‌گر تأثیر کشت و زرع است.

در نمودار (۲) منحنی‌های دانه‌بندی سه نمونه خاک ناشی از رسوب‌گذاری از داخل یک بندسار و یک نمونه از زمین مجاور که معرف خاک اولیه است، مشاهده می‌شود. مطالعه منحنی مربوط به خارج بند نشان می‌دهد که تقریباً نیمی از ماسه آن از نوع درشت است. درحالی‌که تمام ماسه خاک وسط و کاسه بندسار از نوع ماسه ریز است. مشخصات خاک ورودی بندسار که عمدتاً محل انباشته شدن رسوب کف است، درشت دانه و شبیه خارج بندسار است.



نمودار ۲- منحنی دانه بندی خاک‌های داخل (ورودی، وسط و کاسه) و خارج بندسار

مهم‌ترین پیامدهای مثبت احداث بندسارها و تغییر خصوصیات خاک، تغییر در رفتار رطوبتی آن و به‌وجود آمدن محیط مناسب برای کشت و کار است. از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش سنگ و سنگریزه در خاک: به این ترتیب عملیات شخم و کشاورزی امکان پذیر می شود. همچنین ظرفیت رطوبتی خاک افزایش می یابد و آب بیشتری در اختیار گیاه قرار می گیرد.

- اصلاح بافت خاک: با افزایش مقدار رس (در حد مطلوب)، ازدیاد مقدار لای و ماسه ریز و کاهش ماسه درشت، بافت خاک ها از لوم ماسه ای درشت به لومی و لوم لای تغییر می یابد (شکل ۳۸).



شکل ۳۸- موقعیت بافت نمونه های داخل بندسار و خارج بند یا زمین شاهد

- افزایش ضخامت ریشه گاه: با افزایش سال های بهره برداری بندسار به تدریج عمق رسوبات بیشتر می شود و حتی در بندسارهای قدیمی به حدود ۲ متر نیز می رسد. به این

ترتیب گیاهان قادر خواهند بود ریشه‌های خود را تا اعماق بیشتری بگسترانند.

– افزایش گنجایش رطوبتی خاک: جدول (۵) مقادیر رطوبت قابل استفاده گیاه بر حسب سانتی‌متر آب در یک متر از ضخامت خاک را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که بیشترین مقدار آب قابل استفاده به خاک‌های ماسه‌ای خیلی ریز، ماسه‌ای ریز، و لوم‌لایی مربوط است. همان‌گونه که قبلاً گفته شد با احداث بندسارها، در اکثر موارد مقدار لای و ماسه ریز در خاک‌ها افزایش یافته و بافت از لوم ماسه‌ای سنگریزه‌دار به لومی و لوم‌لای بدون سنگریزه تغییر می‌کند. این تغییر به‌علاوه افزایش ضخامت ریشه‌گاه سبب ازدیاد گنجایش رطوبتی خاک می‌شود. به این ترتیب مثلاً یک هکتار خاک لوم‌لایی به ضخامت ۱/۵ متر می‌تواند ۳۰۰۰ مترمکعب آب را به صورت قابل استفاده گیاه ذخیره کند. این مقدار آب برای تولید محصول مناسبی از گندم کفایت می‌کند.

جدول ۵- رطوبت قابل استفاده گیاه بر حسب سانتی متر در یک متر از ضخامت خاک‌های مختلف

رطوبت قابل استفاده	بافت	رطوبت قابل استفاده	بافت
۱۷/۶	رسی	۸/۴	ماسه درشت
۱۸/۴	لوم رسی	۱۰/۹	ماسه درشت لومی
۱۸/۴	رسی لابی	۱۲/۶	لوم ماسه‌ای درشت
۱۹/۳	لوم رسی لابی	۱۴/۲	رسی ماسه‌ای
۱۹/۳	لوم ماسه‌ای ریز	۱۵	ماسه
۱۹/۳	ماسه ریز لومی	۱۵	لوم رسی ماسه‌ای
۲۰	لوم لابی	۱۶	ماسه لومی
۲۰	ماسه ریز	۱۷/۶	لوم
۲۲/۶	ماسه خیلی ریز	۱۷/۶	لوم ماسه‌ای

- حفظ نفوذپذیری آب به خاک در حد مطلوب: پس از سال‌ها رسوب‌گذاری، این انتظار وجود دارد که ظرفیت نفوذ خاک‌ها بسیار کم شده و به سمت صفر میل کند. اما وجود مقدار زیادی ماسه و لای به همراه عملیات شخم و کشت و کار در اکثر موارد سبب حفظ نفوذپذیری در حد مطلوب می‌شود. در نتیجه سیلاب هدایت شده به داخل بندسار، در مدت کوتاهی نفوذ کرده و تبخیر مستقیم از سطح آب کاهش می‌یابد.
 - حفظ رطوبت خاک: به دلیل سبک بودن بافت رسوبات و شخم خاک بلافاصله پس از گاورو شدن زمین، لوله‌های موبین شکسته و به این ترتیب تبخیر از سطح خاک تا حد زیادی متوقف می‌شود. همچنین به واسطه مکش بیشتر رسوبات در مقایسه با زمین زیرین، آب قابل استفاده ذخیره شده در خاک سطحی به کندی به سمت پایین حرکت می‌کند. با کم شدن تلفات آب از سطح خاک بصورت تبخیر و از طریق نفوذ عمقی، رطوبت خاک حفظ می‌شود.
 - کاهش فرسایش بادی: در صورت پخش سیلاب و رسوب‌گذاری بر روی خاک‌های ماسه‌ای رسوبات ریز باعث چسباندن ذرات ماسه و کاهش فرسایش بادی می‌شود.
- تغییر خصوصیات خاک حاصل از احداث بندسارها، ممکن است پیامدهای منفی نیز داشته باشد. چنانچه سهم رس (به‌ویژه انواع انبساط‌پذیر) در رسوبات زیاد باشد، نفوذپذیری شدیداً کاهش می‌یابد. کاهش نفوذپذیری به معنی کاهش رطوبت ذخیره شده در خاک، کاهش تغذیه

آبخوان‌ها، افزایش سهم تبخیر و حتی شور شدن تدریجی خاک است. در واقع وضعیت نفوذپذیری تعیین‌کننده بسیاری از خصوصیات دیگر خاک است. گاهی بافت سنگین رسی فقط در قسمت کاسه بند مشاهده می‌شود. اصولاً ذرات بسیار ریز رس تا انتهای‌ترین نقطه بندسار به راحتی حمل می‌شوند، در حالی که احتمال رسیدن ذرات درشت‌تر سیلت و به‌ویژه ماسه تا کاسه بند کمتر است. در حالت‌های شدید، تهویه خاک نیز دچار اشکال می‌شود. شخم و پودر کردن بسیار زیاد خاک‌های حاوی سیلت و ماسه ریز در بندسارها، شرایط را برای فرسایش بادی مناسب می‌کند.

تغذیه آبخوان‌ها

آبی که وارد بندسارها می‌شود به تدریج در خاک نفوذ می‌کند و علاوه بر تأمین رطوبت خاک می‌تواند سبب تغذیه آبخوان‌ها شود. البته مقداری از آن نیز در اثر تبخیر تلف می‌شود. به‌منظور ارزیابی تأثیر آب نفوذ کرده بر رطوبت خاک و آب‌های زیرزمینی براساس روش موزانه آبی عمل و بازده نفوذ و بازده تغذیه آبخوان‌ها محاسبه شد. بازده نفوذ، درصدی از آب ورودی به داخل بندسار است که پس از قرارگرفتن در معرض تبخیر به خاک نفوذ می‌کند. بازده تغذیه آبخوان، درصدی از آب ورودی به بندسار است که مازاد بر ذخیره لایه ۱۵۰ سانتی‌متر فوقانی است و سبب تقویت آب زیرزمینی می‌شود.

در مطالعه‌ای بازده نفوذ برای سه نفوذپذیری حداقل، حداکثر و متوسط با فرض آبگیری به عمق متوسط ۱۵۰ سانتی‌متر محاسبه شد. ۳۰ سانتی‌متر از ارتفاع متوسط ۱۸۰ سانتی‌متری

بندسار به عنوان عمق آزاد منظور شده است. همچنین میانگین ظرفیت نفوذ بندسارها بر اساس نه اندازه گیری در مناطق مرکزی و جنوبی استان خراسان ۲/۱۳ سانتی متر بر ساعت تعیین شد. نتایج محاسبه بازده نفوذ در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ۶- موازنه آب وارد شده به بندسار

ماه	اردیبهشت		اردیبهشت		موتوسط		نفوذ (سانتی متر در ساعت)
	بهمن	حد اکثر	بهمن	حد اقل	بهمن	حد اکثر	
تبخیر (میلی متر در روز)	۱/۷۰	۹/۵۶	۹/۴۸	۰/۰۳	۱/۷۰	۰/۰۳	۲/۱۳
زمان لازم برای نفوذ (روز)	۰/۷	۰/۷	۸۹/۹	۱۶۸/۵	۲/۹	۲/۹	۲/۹
مقدار تلفات تبخیر (میلی متر)	۵	۱	۸۵۳	۲۸۷	۳۷	۵	۵
ارتفاع آب نفوذ کرده (میلی متر)	۱۴۹۵	۱۴۹۹	۶۴۷	۱۲۱۳	۱۴۷۳	۱۴۹۵	۱۴۹۵
سهام تأمین رطوبت خاک (میلی متر)	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶
سهام تغذیه آبخوان (میلی متر)	۱۲۴۹	۱۲۵۳	۴۰۱	۹۶۷	۱۲۲۷	۱۲۴۹	۱۲۴۹
بازده نفوذ کل (در صد)	۹۹/۷	۹۹/۹	۴۳/۳	۸۰/۹	۹۸/۲	۹۹/۷	۹۹/۷
بازده تغذیه (در صد)	۸۳/۳	۸۳/۵	۲۶/۸	۶۴/۵	۸۱/۸	۸۳/۳	۸۳/۳

همان گونه که این جدول نشان می دهد، در شرایط متوسط، میزان بازده نفوذ در بهمن ماه ۹۹/۷ و در اردیبهشت ۹۸/۲ درصد و سهم تبخیر بسیار ناچیز است. ضخامت خاک رسوب یافته در بندسارهای قدیمی حدود ۱۵۰ سانتی متر و به طور متوسط دارای بافت لومی است. با فرض ظرفیت نگهداری معادل ۲۴/۶ سانتی متر آب به ازای ۱/۵ متر از چنین خاکی، ارتفاع آبی که صرف تغذیه آبخوان ها می شود بیش از ۱۲۰ سانتی متر خواهد شد که رقم قابل توجهی است. در هر دو حالت مفروض، بیش از ۸۰ درصد سیلاب وارد شده، نفوذ عمقی می کند و می تواند به آب های زیرزمینی اضافه شود. حجم سیلاب استحصال شده توسط بندسارها یک میلیارد متر مکعب در سال تخمین زده شده است که با توجه به سطح گسترده آنها منطقی به نظر می رسد. بنابراین سالانه بالغ بر ۸۰۰ میلیون متر مکعب از جریان های سطحی توسط بندسارها به آب های زیرزمینی استان خراسان تزریق می شود.

در شرایطی که نفوذپذیری حداقل باشد، در بهمن بالغ بر ۸۰ درصد و در اردیبهشت فقط حدود ۴۳ درصد از سیلاب استحصال شده در خاک نفوذ کرده و به استفاده می رسند. به عبارت دیگر برای این دو حالت به ترتیب حدود ۱۹ و ۵۷ درصد سیلاب به صورت تبخیر تلف می شود. در مقابل چنانچه نفوذپذیری حداکثر باشد، کمتر از ۰/۵ درصد سیلاب وارد شده به بندسار به صورت مستقیم تبخیر می شود. به هر حال در بدترین شرایط، ۲۶/۸ درصد و در بهترین شرایط، ۸۳/۵ درصد آب دریافت شده صرف تغذیه آبخوان می شوند.

جمع‌بندی و پیشنهادها

ساخت بندسارها و سایر روش‌های سنتی مشابه بسیار ساده و با مصالح محلی امکانپذیر است و با امکانات موجود در روستاها هماهنگی دارد. به‌علاوه روستاییان با شیوه نگهداری آنها آشنایی دارند و این نوع بهره‌برداری به‌طور کامل با فرهنگ آنها آمیخته شده است. استفاده از تأسیسات بسیار ساده برای جلوگیری از فرسایش و تخریب دیواره‌ها نظیر ترکیب سنگ و بوته و همچنین تکیه به نیروی کار خانواده سبب کاهش هزینه‌ها می‌شود. تولید محصولات کشاورزی در کنار سایر فواید آن سبب اقتصادی بودن و ادامه روند ساخت بندسارها توسط روستاییان حتی در شرایط کنونی شده است. ناگفته نماند که مهم‌ترین رمز موفقیت بندسارها حضور دائمی کشاورزان بر سر زمین به‌ویژه به هنگام بارندگی و سیل‌گیری است.

برخلاف گزارش‌های موجود در مورد کاهش شدید نفوذ حوضچه‌های تغذیه مصنوعی در اثر رسوب‌گذاری، نفوذپذیری بندسارها و همچنین بازده نفوذ آن‌ها در حد مطلوبی حفظ شده است. دلایل این موضوع را می‌توان علاوه بر شخم سالانه اراضی و کشت گیاهان و نفوذ ریشه آنها به اعماق خاک، به رسوب‌گذاری کم در هر سیل‌گیری نسبت داد. این رسوبات پس از خشک شدن کاملاً ترک خورده و در اثر تأثیر عوامل فیزیکی و حیاتی و همچنین شخم به تدریج پوک شده و شرایط برای آبیگری بعدی مهیا می‌شود. این درحالی است که بافت رسوبات نیز عمده‌تاً سبک بوده و مقدار ماسه و لای آن زیاد است. به‌علاوه چنین لایه‌ای با استفاده از خیش گاو آهن به‌راحتی قابل شخم کردن و بهم زدن است و به این ترتیب

رسوبات درشت‌تر زیرین با رسوبات ریزتر فوقانی مخلوط می‌شوند. اما ضخامت رسوبات نهشته شده در یک حوضچه تغذیه مصنوعی بیشتر است و اصولاً شخم آن‌ها مطابق برنامه زراعی معمول نیست. به این ترتیب لایه‌های ریزدانه فوقانی و همچنین ساختمان ورقه‌ای رسوبات مانع از تداوم نفوذ مطلوب خاک‌ها می‌شود.

قدمت بندسارها و گسترش زیاد آن در بخش وسیعی از سطح استان خراسان و آشنایی مردم بومی با شیوه احداث و نگهداری آن‌ها مسئله بسیار با اهمیتی است که باید مورد توجه برنامه‌ریزان، بخش‌های اجرایی و ترویجی قرار گیرد. در این ارتباط پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود.

- در برنامه‌های آماربرداری از سطح زیرکشت علاوه بر محصولات آبی و دیم، مساحت محصولات کشاورزی سیلابی نیز مشخص شود. زیرا حداقل در دو استان وسیع کشور یعنی خراسان و سیستان و بلوچستان این شیوه استفاده از اراضی بسیار معمول است.
- بندسارها به عنوان کشتزارهای سیلابی علاوه بر تولید محصولات زراعی در تغذیه آبخوان‌ها مؤثر هستند. از طرف دیگر تاکنون هیچگونه هزینه‌ای برای دولت نداشته‌اند.

پیشنهاد می‌شود سازمان‌های دولتی از دخالت مستقیم در ساخت شبکه‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب بر حذر باشند و کار را به مردم بسپارند.

- در تمام مناطق کشور که با بحران در وضعیت آب‌های زیرزمینی روبرو هستند، حفر چاه منوط به احداث

- بندسار شود. به این ترتیب علاوه بر تغذیه مصنوعی، امکان تولید محصولات کشاورزی نیز فراهم می‌آید.
- از احداث بندسار، حمایت قانونی به عمل آید و علاوه بر رفع قوانین دست و پا گیر از قبیل محدودیت ساخت بندسار در اراضی ملی، وام‌های مناسب با بهره کم نیز برای تشویق هرچه بیشتر روستاییان داده شود.
- ساخت بندسار در سایر استان‌های کشور به‌ویژه استان‌های هم‌جوار استان خراسان نظیر یزد، سمنان و کرمان ترویج شود. بدین منظور می‌توان دوره‌های آموزشی کوتاه مدت به همراه برنامه‌های بازدید برای روستاییان علاقمند این استان‌ها پیش‌بینی کرد.
- در ساخت شبکه‌های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی به اصولی که سبب موفقیت بندسارها شده است توجه شود. از جمله این اصول می‌توان به کوچک بودن سطح هر شبکه، پیچیده نبودن سازه‌های بکار رفته، شخم مداوم و کشت محصولات کشاورزی اشاره کرد. علاوه بر موارد فوق، ابتکارات فردی می‌تواند در افزایش کارایی این روش بسیار مؤثر باشد. در این ارتباط انجام چند تحقیق ضروری است. در ادامه چند پیشنهاد ارائه شده است.
- از طریق کشت گیاهان علوفه ای یکساله با دوره رشد کوتاه می‌توان به تأمین علوفه مورد نیاز دامداران نیز اقدام کرد. با این روش می‌توان تولید مراتع را افزایش داد.
- امکان استفاده از این روش برای افزایش تولید دیم‌زارهای مناطق نیمه خشک وجود دارد. به‌طور قطع محصول بدست آمده از کشت نباتات دیم پس از آبیاری سیلابی بیشتر از

دیم متکی به باران خواهد شد.

- با تلفیق آبیاری سیلابی و ذخیره آب در آب انبار برای آبیاری تابستانی می‌توان موفقیت بیشتری در کشت محصولات باغی مقاوم به خشکی و زعفران به دست آورد.
- امکان تفکیک بندسارهای متوالی به دو دسته رسوب‌گیر و آبگیر وجود دارد. به این ترتیب آبیاری دوم محصولات حساس به رسوب امکانپذیر شده و به علاوه می‌توان سطح بندسارها را نیز توسعه داد.

منابع

- آشوری نژاد، ا. م. ص.، ۱۳۷۹. اثر استحصال سیلاب در بندسارها بر خصوصیات شیمیایی و حاصلخیزی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران، ۸۲ ص.
- اسماعیلی، ح.، ۱۳۷۱. مسائل آب استان خراسان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۴، ۱۳۲-۱۲۴.
- بایوردی، م.، ۱۳۶۲. اصول مهندسی آبیاری-روابط آب و خاک، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۳۳ ص.
- برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد، ۱۹۸۳. جمع آوری باران و سیلاب در مناطق روستایی، برگردان س. م. حسینی ابریشمی (۱۳۶۸)، انتشارات معاونت فرهنگی استان قدس رضوی، ۲۷۱ صفحه.
- پارس کنسولت (مهندسين مشاور)، ۱۳۵۷. گزارش نهایی مطالعات شناسایی منطقه سراوان.
- جاماب (مهندسين مشاور)، ۱۳۶۸. طرح جامع آب کشور، گزارش حوزه آبریز دشت کویر، نمکزارخواف و کال شور، وزارت نیرو.
- جاماب (مهندسين مشاور)، ۱۳۷۸. طرح جامع آب کشور، گزارش سنتز، وزارت نیرو.
- جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری (مهندسين مشاور)، ۱۳۷۵. مطالعات امکان یابی ایستگاه های تحقیقاتی، آموزشی و ترویجی پخش سیلاب در آبخوان های کشور- ایستگاه بهاربه کاشمر، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- خلخال، غ.، ۱۳۷۰. منابع آب های زیرزمینی شرایط بهره برداری و سرمایه گذاری ها، بولتن وضعیت منابع

- آب کشور، ۵، ۷-۱۲.
- خلیلی، ع.، ۱۳۷۱. اقلیم خشک و فراخشک ایران، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، یزد، مرکز تحقیقات کویری و بیابانی ایران، ۳۲-۱۴.
- عرب‌خدری، م.، ۱۳۹۴. برخی مسائل فنی و حقوقی در رابطه با بندسار. چهارمین کنفرانس ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران. مشهد.
- عرب‌خدری، م.، ک. کمالی و م. حسینی، ۱۳۹۱. خصوصیات بافتی مواد معلق نهشته شده در سامانه‌های استحصال سیلاب. اولین کنفرانس ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران. مشهد.
- عرب‌خدری، م.، ا. پرتوی، ک. کمالی، ع. غفاری و ا. سررشته‌داری، ۱۳۸۱. پژوهشی پیرامون تأثیر رسوب‌گذاری بر بازده نفوذپذیری شبکه‌های پخش سیلاب سنتی (بندسار)، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- عرب‌خدری، م.، ۱۳۷۵. تأثیر شرایط آب و هوایی برگسترش بندسارها. دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، کرمان.
- غفاری پور، ح.، ۱۳۷۰. بررسی یک دشت بحرانی؛ دشت ایسین، بولتن وضعیت منابع آب کشور، سازمان تحقیقات منابع آب، ۵، ۲۳-۱۹.
- فال سلیمان، م.، ۱۳۶۹. اقلیم‌شناسی کاربردی نقش آن در توسعه و برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، مرکز تحقیقات و

- بررسی مسائل روستایی جهاد سازندگی بیرجند، ۲۳۳ ص.
- کوثر، آ.، ۱۳۷۰. آب، جنگ افزاری دو حرفی، جنگل و مرتع، شماره ۸، ۲۲-۱۹.
 - کوثر، آ.، ۱۳۷۲. بیابان زدایی با گسترش سیلاب، کوششی هماهنگ، انتشارات مرکز تحقیقات منابع طبیعی وامور دام سازمان جهاد سازندگی استان فارس، ۵۷ ص.
 - Hudson, N, 1987: Soil and Water Conservation in Semi-Arid Area, FAO Soils Bulletin, No. 57, 172p.
 - Medina, J., 1976: Harvesting Surface Runoff and Ephemeral Stream flow in Arid Zones, FAO Soils Bulletin, No. 3, pp: 61-72.
 - Mahdian, M. H., Sokouti, R. and Kamali, K. 2011: Appraisal of the Trend of Soil Infiltration Rate Changes in Flood Spreading Station of Iran. International Journal of Natural Resources and Marine Sciences, 1(1), 33-43.