

آمده از شرایط اقلیمی و محیطی متنوع حاکم بر کشور، می‌توان جمع‌بندی نمود که امکان استفاده از زمین‌پارچه‌های طبیعی مانند الیاف برنج و ذرت در شمال؛ الیاف کوویر، نخل و نیشکر در جنوب در مهار فرسایش خاک وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: الیاف‌های طبیعی و مصنوعی، حفاظت آب و خاک، مهندسی زیستی، مهار فرسایش خاک

مقدمه

فرسایش خاک تهدیدی جدی برای امنیت غذایی و محیط زیست محسوب شده و آب و مواد مغذی را که اهمیت حیاتی برای کشاورزی و حفظ تنوع زیستی دارد، کاهش می‌دهد. با رشد سریع جمعیت و توسعه اقتصادی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، گسترش شبکه جاده‌ها و پیشرفت زیرساخت‌ها، هدررفت خاک را تسریع بخشیده است [۷۷]. اقدامات اصلی جهت کاهش فرسایش شامل ایجاد زبری سطوح در دامنه‌ها، پوشش گیاهی دائمی، بذرکاری^۳ و استفاده از روکش‌های^۴ مهار فرسایش هستند. با این حال، هنوز به استفاده از گزینه‌های کارآمد و مناسب و همچنین اقتصادی و سازگار با محیط زیست نیاز است [۸۹]. راهبردهای مدیریتی فرسایش خاک باید با هدف توسعه روش‌های پایدار حفاظت آب و خاک برای بهبود خواص فیزیکی و هیدرولوژیکی خاک با افزایش مواد آلی خاک همراه باشد [۴۰]. از طرف دیگر ارائه و اعمال راهکارهای توسعه مؤثر و حفاظت خاک یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیران و متولیان منابع طبیعی به‌شمار می‌رود [۴۴]. زمین‌پارچه‌های طبیعی و مصنوعی^۵، نوعی از منسوجات بافته شده و بافته نشده محکم و موقتی هستند [۱۰۴] که به‌طور گسترده‌ای برای مهار فرسایش خاک، در محل و خارج از محل اراضی تخریب شده [۱۱۰] و همچنین تثبیت دامنه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند [۶۵]. بیش‌ترین زمین‌پارچه‌ها در کشورهای در حال توسعه به‌منظور احداث جاده‌ها، پوشش دیواره‌های رودخانه و حفاظت خاک احداث شده‌اند [۹]. هم‌چنین اداره اقدامات عمومی و بزرگراه‌ها (DPWH)^۶ در کشور فیلیپین، زمین‌پارچه‌ها را به‌عنوان روکش مورد استفاده در زهکشی زیرزمینی، فیلتر هیدرولیک، مهار فرسایش و رسوب، ساختار پیاده‌رو

نقش زمین‌پارچه‌ها در حفاظت آب و خاک

حمزه محسنی پور صومعه‌سرائی^۱ و محسن حسینعلی‌زاده^۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۰۱

چکیده

در سال‌های اخیر فعالیت‌های انسانی مانند بوته‌کشی، تخریب جنگل‌ها و مراتع، شیوه‌های نامناسب آبیاری، تغییر کاربری اراضی، جاده‌سازی، احداث ساختمان در سازندهای حساس زمین‌شناسی و معدن‌کاری در روند افزایشی فرسایش خاک مؤثر بوده است. از طرفی، رسوب ناشی از فرسایش، باعث وارد آمدن صدمات محیطی، خسارات فراوان مالی و جانی نیز شده است. در همین راستا، روش‌های متعدد و متنوعی برای کاهش رسوب و حفاظت آب و خاک ارائه شده است. یکی از این روش‌ها، کاربرد زمین‌پارچه‌ها در حفاظت رودخانه، شیروانی کنار جاده‌ها، دیواره‌های خاکی و معادن بوده که با ایجاد رطوبت کافی و کود ناشی از تجزیه آن، جهت رشد و استقرار پوشش گیاهی به کار گرفته می‌شود. با این حال، هنوز این روش برای بسیاری از محققان، برنامه‌ریزان و مسئولان اجرایی برنامه‌های حفاظت آب و خاک ناشناخته است. لذا در پژوهش حاضر انواع زمین‌پارچه‌ها، ویژگی‌ها و موارد کاربرد آن‌ها به‌طور مفصل توضیح داده شده است تا متناسب با شرایط مورد نیاز و با هدف مهار فرسایش خاک در برنامه‌های مدیریت پایدار منابع آب و خاک در سطح محلی، منطقه‌ای و ملی مورد توجه و استفاده قرار گیرند. طبق مرور منابع مشخص شد که زمین‌پارچه‌ها با عملکرد و کارایی بالا در مهار فرسایش خاک و تثبیت دامنه‌ها نقش مؤثری داشته‌اند. از طرفی تولید زمین‌پارچه‌ها به لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه و قابل دسترس بوده و در ایجاد مشاغل و کسب‌وکارهای کوچک و متوسط برای جوامع محروم محلی و به‌کارگیری زنان در چرخه تولید و کاهش فقر مؤثر بوده‌اند. هم‌چنین بیش‌ترین مطالعات صورت گرفته در زمینه استفاده از زمین‌پارچه‌ها در سرتاسر دنیا، زمین‌پارچه‌های طبیعی در اروپا می‌باشد. طبق تحلیل به‌عمل

3. Hydroseeding

4. Blankets

5. Synthetic and natural geotextiles

6. Department of public works and highways

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. دانشیار گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و نویسنده مسئول
Email: mhalizadeh@gmail.com

و روکش ضدآب و ضدضربه معرفی نموده است [۸۸].

زمین‌پارچه‌ها از هر دو مواد طبیعی و مصنوعی (قابل دسترس و نسبتاً ارزان) با اشکال، اندازه، طبقه‌بندی و مشخصات فیزیکی مختلف ساخته می‌شوند [۱۱۹]. آن‌ها، مانند پوشش گیاهی، تأثیر مستقیم قطره باران را کاهش داده، نفوذ آب به سطح خاک را افزایش داده و در نتیجه باعث کاهش تولید رواناب و فرسایش خاک می‌شوند. علاوه بر این، با مهار فرآیندهای فرسایش خاک، به استقرار پوشش گیاهی کمک کرده و شرایط پایدار محیطی را مهیا می‌سازند [۱۰۷]. از طرفی جایگزینی موقت، برای پوشش گیاهی در دامنه‌های شیب‌دار محسوب شده [۵۶] و یک روش حفاظت خاک با پتانسیل بالای جذب رطوبت [۷۹] و ارزیابی در سراسر دنیا به شمار می‌آید [۳۲]. تقویت خاک توسط زمین‌پارچه‌ها، منجر به افزایش قابل توجه مقاومت کششی، مقاومت برشی، تراکم‌پذیری و تغییر شکل جانبی می‌شود [۱۳]. کارایی آن‌ها در کاهش رواناب بین‌شیری^۱ و میزان هدررفت خاک نسبت به خاکپوش^۲ مؤثرتر گزارش شده است [۱۰۵]. به‌نوبه خود، تجزیه زمین‌پارچه‌های زیستی به افزایش مواد آلی و مواد مغذی منجر شده که برای توسعه پوشش گیاهی در دامنه‌ها مفید بوده و ممکن است نقش مهمی را به‌عنوان یک اقدام حفاظتی درازمدت در برابر فرسایش ایفا کنند [۴۳].

زمین‌پارچه‌ها با هزینه اندک و قابلیت دسترسی مناسب در ترکیب با پوشش گیاهی در درازمدت، نقش مؤثری در تغییر رطوبت خاک، تقویت در برابر تنش‌های برشی هیدرولیکی و مکانیکی [۱۱۲]، کاهش رواناب سطحی و مهار فرسایش در دامنه‌های شیب‌دار تا ۵۰ درصد [۱۲]، دیوارهای خاکی [۹۹] و مناطق حائل^۳ [۲]؛ بهبود ظرفیت نگهداری خاک دامنه‌ها در برابر ساختارهای لغزشی، فیلتر حفاظتی در برابر شستگی ذرات خاک، بذور و کودها (فیلتراسیون و^۴ زهکشی) را ایفا می‌کنند [۶۴]. در حال حاضر تنها کمتر از دو درصد از زمین‌پارچه‌ها، از منبع الیاف^۵ طبیعی حاصل شده‌اند، هرچند برآورد شده که به‌طور تقریبی حدود ۵۰ درصد از تمام کاربردهای زمین‌پارچه‌ها، الیاف طبیعی و پلیمرهای زیستی می‌تواند جایگزین مواد مصنوعی شود [۱۲۰]. دوره زمانی مورد نیاز جهت حفظ ساختار و ویژگی‌های مکانیکی زمین‌پارچه‌ها، بستگی به عملکرد معین و ویژگی خاک دارد [۸۲]. با این حال به علت اثرات طبیعی، مانند باران‌های شدید و یا حملات میکروبی^۶، تجزیه زود هنگام روکش‌های الیاف رخ داده که می‌تواند عمر مفید زمین‌پارچه را به‌طور چشمگیری کاهش دهد [۱۳].

در بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی و میدانی، استفاده از زمین‌پارچه‌ها برای حفاظت خاک مورد بررسی قرار گرفته است. ریکسون [۹۷] در مطالعه‌ای گلخانه‌ای به بررسی کاربرد ۱۱ تیمار

مختلف از زمین‌پارچه‌های طبیعی و مصنوعی و ثابت نگهداشتن متغیرهای نوع خاک، دما، رطوبت و ترکیب بذر پرداخت. نتایج نشان داد که سینی‌های خاکی که با زمین‌پارچه پوشانده شده‌اند تمایل دارند که میزان جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه را افزایش دهند. با این حال، زمین‌پارچه‌ها با چگالی بالای خود، مانع از ظهور پوشش گیاهی شده و پوشش گیاهی نهایی به‌طور قابل‌توجهی کمتر از حالت طبیعی است. باتچاریا و همکاران [۱۷] در مطالعه‌ای میدانی به بررسی اثرات زمین‌پارچه‌های زیستی بر تولید زیست‌توده سطح زمین اکوسیستم‌های کشاورزی چهار کشور لیتوانی، ویتنام، تایلند و چین پرداختند. آزمایش‌ها در قالب ۳۶ کرت در شیب‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه با مساحت کرت ۱۵۰ مترمربع و طول شیب ۳۰ متر در چین، با دو کرت، دو ردیف و طول ۱/۶ متر به ابعاد ۱۵۰ مترمربع در تایلند، با سه تیمار و دو تکرار و ابعاد کرت ۱۰۰ مترمربع در شیب‌های ۱۵ تا ۲۰ درصد در ویتنام و در لیتوانی با ابعاد کرت ۲۱۰ مترمربع انجام شد. نتایج نشان داد که تولید زیست‌توده در کرت‌های با زمین‌پارچه‌های زیستی در مقایسه با کرت‌های شاهد، به دلیل اثر حفاظتی رطوبت خاک، از شش تا ۵۳ درصد بیش‌ترین بود. همچنین در مقایسه با کرت‌های شاهد، در اقلیم‌ها و خاک‌های متفاوت، میزان فرسایش خاک ۱۵ تا ۲۰ درصد کاهش یافته است. باتچاریا و همکاران [۱۲] در مطالعه‌ای به بررسی استفاده از روکش‌های زمین‌پارچه برگ نخل^۷ برای محافظت از خاک ماسه‌ای و لومی در هیلتون^۸ انگلستان پرداختند. آزمایش‌ها در ۲۴ کرت، شش تکرار و شیب ۱۵ درجه انجام شد. نتایج نشان داد که کرت‌های پوشش دائمی دارای کم‌ترین ضریب رواناب و بیش‌ترین اثربخشی کاهش بازده رسوب (SYRE)^۹ هستند. مجموع رواناب کرت‌های بافر بوراسوس (Borassus) معادل ۸۳ درصد و عملکرد رسوب کل حدود ۹۳ درصد کمتر از کرت‌های لخت بود. اگرچه، کرت‌های ناحیه بافری بوراسوس در کاهش مقدار هدررفت خاک اثری مشابه کرت‌های کاملاً پوشیده از بوراسوس داشته، تیمارهای بعدی منجر به افزایش ۵۰ درصد رواناب شد. کرت‌های نوار بافر بوراسوس نسبت به کرت‌های ناحیه بافری بوریتی (Buriti)^{۱۰}، رسوب‌دهی کم‌تری داشته‌اند. پس از سه ماه از اجرای طرح، جرم در واحد سطح و ضخامت هر دو زمین‌پارچه‌ها کاهش یافت. با این حال، عمق جذب رطوبت و درصد پوشش در هر دو زمین‌پارچه افزایش یافته است. نسیا و شاف [۸۶] در مطالعه‌ای میدانی به بررسی پتانسیل زمین‌پارچه‌های زیستی در مهار فرسایش و رسوب طی بازسازی معادن طلا در غنا پرداختند. آزمایش در شش کرت با دو نوع زمین‌پارچه در قالب طرح بلوک تصادفی با ۲ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که روکش‌های یورک^{۱۱} و علف فیل^{۱۱} در مهار فرسایش و

7. Palm

8. Hilton

9. Sediment yield reduction effectiveness

10. York mat

11. Elephant grass mat

1. Inter-rill

2. Mulch

3. Buffer strip

4. Filtration

5. Fiber

6. Microbiological

رسوب مؤثر هستند. عملکرد نسبی بالای روکش یورک عمدتاً به الیاف بیشترین مربوط می‌شود که پوشش سطح کم‌تر (۷۰ درصد) و هم‌چنین انعطاف‌پذیری الیاف را فراهم کرده که قابلیت جذب بالای آب در طول باران را برای روکش فراهم کرده و بنابراین وزن آن را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش قابلیت پوشیدگی و هم‌چنین مهار بیشترین فرسایش و رسوب می‌شود. همراه با نصب و احداث زهکش موقت در دامنه جهت جلوگیری از تشکیل فرسایش خندقی^۱ توسط رواناب متمرکز، به‌طور قابل توجهی به موفقیت کلی بهبود در احیاء معدن و سایت‌های مشابه معدن کمک می‌کند. ویشنوداس و همکاران [۱۱۶] در مطالعه‌ای به بررسی اثر پوشش حفاظتی دیواره‌های خاکی توسط زمین‌پارچه کوویر^۲ در کراالا^۳، جنوب هند در زمین‌هایی غرقابی با خاک ماسه‌ای و سیلتی با ابعاد $48 \times 123 \times 2/1$ متر در شیب‌های ۷۰ درجه به‌همراه دیواره‌های خاکی با طول $3/10$ متر تا $3/50$ متر پرداختند. نتایج نشان داد که تیمار با زمین‌پارچه در ترکیب با پوشش علفی، یک اقدام مؤثر اکو-هیدرولوژیکی برای حفاظت دامنه‌های شیب‌دار در برابر فرسایش محسوب می‌شود.

باتچاریا و همکاران [۱۶] در مطالعه‌ای به بررسی استفاده از زمین‌پارچه‌های روکش نخل جهت حفاظت از خاک در هیلتون انگلستان پرداختند. آزمایش در خاکی به ضخامت پنج سانتی‌متر در کرت 10×10 متر و شیب ۱۵ درجه) و در دو تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که در زمینه مدیریت پایدار آب‌خیز، کوویر از مواد ارزان و محلی تهیه شده است که می‌تواند برای تقویت زمین یا حفاظت سواحل دریاچه‌ها از فرسایش استفاده شود. با استفاده از زمین‌پارچه‌ها، به‌عنوان پوشش کامل و یا به‌عنوان نوار بافر، انتظار می‌رود که مقدار مواد مغذی نسبت به کرت‌های لخت حدود ۹۲ درصد افزایش یابد. باتچاریا و همکاران [۱۱] در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر زمین‌پارچه‌های روکش نخل در حفاظت از خاک‌های لومی در شرق شروپ‌شایر^۴، انگلیس در قالب ۱۲ کرت (شش کرت با پوشش روکش براسوس (Borassus) و شش کرت بدون پوشش با ابعاد 10×10 متر و شیب ۱۵ درجه) پرداختند. نتایج نشان داد که این روکش‌ها در خاک‌های لخت در انتهای کرت (پوشش منطقه ۱۰ درصد) به‌طور چشمگیری باعث کاهش ۳۱ درصد ارتفاع پاشمانی خاک و ۵۰ درصد فرسایش پاشمان شده است. استفاده از زمین‌پارچه‌ها به‌عنوان نوارهای بافری یک متری در خاک لخت، رواناب را ۳۶ درصد و فرسایش خاک را تا ۵۷ درصد کاهش می‌دهد. بوس و فالن [۱۹] در مطالعه‌ای آزمایشگاهی به بررسی مشارکت محیط زیستی و اجتماعی و اقتصادی زمین‌پارچه‌های زیستی در توسعه پایدار و حفاظت خاک در اروپا (بلژیک، مجارستان، لیتوانی و ایالات متحده آمریکا)، آفریقا (گامبیا و آفریقای جنوبی)، جنوب شرقی آسیا (چین، تایلند و ویتنام) و آمریکای جنوبی (برزیل) پرداختند. کرت‌های زمین‌پارچه بروی خاک

لومی ماسه‌ای قرار داده شد و شبیه‌سازی رواناب ۶۷ میلی‌متر در طی ۹۰ دقیقه در سه شیب (۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد) انجام شد. نتایج نشان داد که این روش به‌طور بالقوه راه‌حل‌های جدید مهندسی‌زیستی^۵ را برای مسائل محیط زیستی، از جمله فن‌آوری‌های حفاظت از خاک، تولید گیاهان پایدار و استفاده از گیاهان بومی، بهبود مدیریت اکوسیستم، افزایش درآمد برای جوامع فقیر روستایی، ایجاد کسب و کارهای کوچک و متوسط، کاهش جنگل‌زدایی، بهبود بیشه‌زراعی^۶ و استفاده از زمین‌پارچه باارزش در محیط‌های متنوع ارائه می‌دهد. گورا و همکاران [۵۳] در مطالعه‌ای به بررسی مدیریت محیط زیست و ریسک فرسایش خندقی در ساؤلویس^۷ (برزیل) و کاهش خطر احتمالی آن‌ها با استفاده از زمین‌پارچه پرداختند. آزمایش‌ها در هشت کرت رواناب با شیب ۱۵ درجه شبیه‌سازی شده و ابعاد هر قطعه زمین‌پارچه ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر (۲۵۰۰ سانتی‌مترمربع)، طول نوار ۱ تا $1/5$ متر و عرض ۲ سانتی‌متر انجام شده است. نتایج نشان داد که زمین‌پارچه نخل یک روش حفاظتی مناسب، ارزان و اقتصادی است که پتانسیل بالایی در مشارکت محلی در طرح‌های احیاء و بهبود محیط زیست دارد. جانکاسکاس و همکاران [۶۱] در مطالعه‌ای میدانی به بررسی استفاده از زمین‌پارچه‌های زیستی برای حفاظت از تپه‌های ماسه‌ای ساحل دریای بالتیک در لیتوانی پرداختند. آزمایش در تپه ماسه‌ای با جهت شمالی، طول شیب ۵ تا ۳۰ مترمربع، ۱۱۰ عدد روکش براسوس (Borassus) و ۳۰ عدد روکش بوریتی (Buriti) انجام شد. نتایج نشان داد که پوشش زمین‌پارچه‌های زیستی باعث تثبیت و بازیابی اکوسیستم‌های آسیب‌پذیر در شن و ماسه ساحلی شده است. پوشش زمین‌پارچه موجب جلوگیری از تخریب بیش‌ترین شکاف‌ها؛ و افزایش رطوبت و رشد گیاهان (بوته‌ها و گراس دست‌کاشت) شده و هم‌چنین شرایط میکرواقلیم و رطوبت برای توسعه و ایجاد جوامع گیاهی را فراهم می‌کند.

بالان [۸] در مطالعه‌ای با استفاده از زمین‌پارچه کوویر برای جلوگیری از خندق در مناطق کوهستانی کراالا با قطعات زمین‌پارچه کوویر بافته نشده به طول ۱۰ متر، مقاومت کششی $3/5$ کیلو نیوتون بر متر و ضخامت ۲۵ میلی‌متر پرداخت. نتایج نشان داد که پس از یک فصل موسومی در خندق‌های بالادست و پایین‌دست رودخانه، به ترتیب ۴۵ و ۱۰ سانتی‌متر رسوب‌گذاری صورت گرفته است. رائو و بالان [۹۳] در مطالعه‌ای میدانی به بررسی مهار فرسایش در کرتی با مساحت 583 مترمربع (۲۰ متر $\times$ ۳۱ متر)، شیب ۴۹ تا ۶۶ درجه و طول ۵۰ متر در هند پرداختند. نتایج نشان داد که زمین‌پارچه کوویر قادر به جلوگیری از فرسایش ذرات در امتداد شیب و تسهیل رسوب خاک در سطوح سنگی است که قبلاً در معرض آن قرار داشته است. در کرت‌های با شیب ۲۰ درصد، حفاظت خاک در مقایسه با تیمار شاهد، ۷۷ برابر و در شیب‌های ۳۰ تا ۴۰ درصد، ۱۷ برابر بیش‌ترین بود. لابریدا

5. Bioengineering

1. Agroforestry

7. Saoluis

1. Gully erosion

2. Coir

3. Kerala

4. Shropshire

و همکاران [۷۰] در مطالعه‌ای به بررسی محافظت زمین‌پارچه‌ها و مؤثر بودن آن در دامنه‌های تند با فرسایش خاک بالا در پراگ^۱ جمهوری چک پرداختند. اندازه‌گیری رواناب توسط شبیه‌ساز باران در پنج منطقه بدون پوشش و با پوشش زمین‌پارچه تحت شیب‌های ۰ تا ۴۰ درجه در ۲ نوع کرت با دو تکرار به مدت ۳۰ دقیقه شبیه‌سازی شد. نتایج نشان داد که اثر حفاظتی زمین‌پارچه‌ها بسیار مهم بوده اما با توجه به ماده و جنس، آن‌ها متفاوت است. زمین‌پارچه‌هایی با الیاف طبیعی در کاهش هدررفت خاک بیش از ۹۰ درصد و با الیاف مصنوعی ۴۵ تا ۶۰ درصد مؤثر بوده‌اند. در مطالعات داخلی صورت گرفته، محمدی و کاویان [۸۱] در مطالعه‌ای مروری به بررسی اثر زمین‌پارچه‌ها در حفاظت آب و خاک پرداختند و گزارش کردند که با توجه به اثربخشی زمین‌پارچه‌ها در مهار فرسایش خاک و نیز فراهم آوردن محیطی مناسب جهت توسعه پوشش گیاهی می‌توان جهت مدیریت بهتر منابع آب و خاک کشور از آن بهره گرفت. رضازاده عنبرانی و همکاران [۹۵] در مطالعه‌ای مروری به بررسی نقش زمین‌پارچه‌ها در حفاظت خاک پرداختند و اشاره کردند که زمین‌پارچه‌های طبیعی، دارای مقاومت زیستی نسبتاً پایین و زیست تخریب‌پذیرند. همچنین زمین‌پارچه‌های مصنوعی نسبت به زمین‌پارچه‌های طبیعی، از مقاومت زیستی بسیار بالایی برخوردارند. محمدی و همکاران [۸۰] در مطالعه‌ای میدانی به بررسی فرایندهای تولید رواناب و رسوب تحت نوارهای زمین‌پارچه کفنی-کلشی^۲ در بالادست سد قشلاق سمنج پرداختند. در این تحقیق دو فلوام دوزنقه‌ای در خروجی حوضه مستقر شده و رواناب در هر ۱۵ دقیقه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که زمین‌پارچه کفنی-کلشی، رسوب ویژه را به‌صورت معنی‌داری کاهش داده است. عادل و همکاران [۱] در مطالعه‌ای میدانی به بررسی استفاده از زمین‌پارچه‌های لوله‌ای^۳ برای کنترل تغییرات ساحلی تحت تأثیر افزایش سطح دریای خزر پرداختند. میزان عقب‌نشینی خطوط سواحل برای دوره‌های بلندمدت (۱۰، ۲۰ و ۵۰ سال) به کمک نرم‌افزار رایانه‌ای طراحی شد. پس از نصب زمین‌پارچه‌ها نتایج نشان داد که در روند مهار فرسایش کارایی بالایی داشته، مانع آبشویی و آسیب امواج به سواحل شده است. با توجه به مرور منابع انجام شده زمین‌پارچه‌ها با کاربرد و عملکرد مناسب به‌عنوان ابزار مدیریتی در حفاظت آب و خاک و پایداری دامنه‌ها شناخته شده و در سرتاسر دنیا مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، لذا با توجه به این‌که به زمین‌پارچه‌ها در ایران توجه چندانی نشده است، به‌کارگیری آن‌ها بیش از پیش در ایران توصیه می‌شود.

تاریخچه زمین‌پارچه

استفاده از زمین‌پارچه از حدود ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد در اروپا برای اهداف صنعت نساجی و پوشاک، ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد در مصر برای اهداف تقویت و بهبود خواص مصالح ساختمانی و ۶۰۰۰ قبل از میلاد در چین برای اهداف به‌کارگیری طناب در کشاورزی

1. Prague
2. Jute
3. Tube

ثبت شده است [۳۹]. بیش از ۵۰ سال است که زمین‌پارچه‌ها در مهار فرسایش استفاده می‌شوند [۷۹] و عمدتاً در طرح‌های مهندسی عمران، از قبیل دیوارهای نگه‌دارنده سد و برای تثبیت دامنه جاده‌ها و مخازن استفاده شده‌اند [۳۲]. همچنین، استفاده از آن‌ها به‌عنوان روش‌های محافظت از سیل از قرن سیزدهم مستند شده است [۳۸]. در این زمینه، آثار باستانی مصر استفاده از روکش‌های ساخته شده از گیاه و کتان را نشان می‌دهد. زمین‌پارچه‌ها در ساخت جاده‌ها در زمان فرعون (۱۴۰۰ سال قبل از میلاد) برای تثبیت کناره و شانه جاده‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۴۵]. استفاده از الیاف طبیعی مانند الیاف کفنی در تقویت روکش‌های جاده در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ در داندی^۴ (اسکاتلند) و ایالات متحده رایج بوده است [۱۱]. در دهه ۱۹۳۰، زمین‌پارچه بافته شده^۵ از کف برای تقویت خاک زیرزمینی بزرگراه در ابردین^۶ انگلستان مورد استفاده قرار گرفت [۴۷]. پارچه کفنی قیری^۷ در دهه ۱۹۳۰ در آلمان و هند برای تحکیم ترک‌خوردگی جاده‌ها استفاده شد [۲۳]. از دهه ۱۹۳۰ در هند، صنایع کفنی همچنان به‌طور گسترده‌ای برای حل مشکل فرسایش، تثبیت دامنه‌ها و به دنبال آن رشد گیاهان استفاده شد [۱۰]. در اروپا، استفاده از منسوجات زمین‌پارچه از سال ۱۹۶۰ در هلند [۴۹] و از سال ۱۹۶۹ برای استفاده از زمین‌پارچه‌های بافته نشده^۸ در فرانسه [۱۱۴] آغاز شد. تمایل به استفاده از بافرهای نواری در دهه ۱۹۶۰ با توجه به مهار دبی رسوب از مزارع کشاورزی توسعه یافت [۷۴]. سوابق تاریخی نشان می‌دهد که در تقویت خاک فشرده شده رودخانه‌ها، در فلات ایران در هزاره پنجم پیش از میلاد از نیزار استفاده شده است [۱۰۳]. این شبکه‌های نی به مدت طولانی برای فرسایش ساحلی و دیواره رودخانه مورد استفاده قرار گرفته‌اند و می‌توانند به‌طور دقیق پیشگامان زمین‌پارچه امروزه باشند. در سال ۱۹۶۰ زمین‌پارچه به‌طور گسترده‌ای برای مهار فرسایش در اروپا و همچنین ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت [۵۱]. در سال ۱۹۶۹، شبکه زمینی از پارچه‌های بافته نشده به‌عنوان فیلتر در بالادست سد خاکی استفاده شد [۵۰]. در فیلیپین، استفاده هدفمند از زمین‌پارچه‌ها یکی از روش‌های حفاظت دامنه به‌شمار می‌آید.

موارد کاربرد زمین‌پارچه‌ها

زمین‌پارچه‌ها، به‌طور موقت، کوتاه‌مدت و یا حتی دائمی [۳۷]، برای تفکیک، فیلتراسیون، زهکشی و تقویت روکش آسفالت استفاده می‌شوند [۶۳]. کاربرد زمین‌پارچه به‌سرعت، به‌ویژه در مهندسی و معماری در حال افزایش بوده و کاربرد آن‌ها در حفاظت خاک، افزایش رطوبت خاک [۱۰۵]، کاهش فشرددگی، تقویت و تثبیت خاک، کاهش سرعت رواناب سطحی [۳۴]، عمدتاً در فرسایش ساحلی [۹۴]، حفاظت در برابر فرسایش خاک در دامنه تپه‌ها [۷۵] و

4. Dundee
5. Woven geotextile
6. Aberdeen
7. Bituminized Jute
8. Non-woven geotextile

روکش ژئومت^{۱۴}

ژئومت (روکش مصنوعی فرسایش) متشکل از تعدادی شبکه است. ویژگی سبب‌دهی برای حفظ لایه خاک سطحی و حفظ ریشه‌های گیاهان رو به رشد مفید بوده که منجر به ایجاد سطح پایدار بسیار مقاوم در برابر نیروهای بارش و رواناب می‌شود. با تقویت خاک در طی رشد گیاهان، این نوع زمین‌پارچه‌ها، سیستم ریشه را بهبود بخشیده و خاک را روی دامنه‌های با طول و شیب مختلف محافظت می‌کنند (شکل ۱) [۶۸].

روکش ژئوسل^{۱۵}

ژئوسل به‌عنوان ساختارهای سلولی لانه‌زنبوری از اتصال زمین‌پارچه بافته نشده با نوار پلی‌اتیلن‌های متراکم^{۱۶} (HDPE) تشکیل شده است [۶]. دیوارهای سلولی معمولاً دارای بافت و الگوی با استحکام بالا هستند که با توجه به ساختار سبب‌دهی برای محصور نگه‌داشتن خاک و کاهش حرکات جانبی ذرات خاک استفاده می‌شوند. در نتیجه حفظ تراکم، منجر به تشکیل روکش‌های سفت و سخت می‌شود. این مهم باعث افزایش ظرفیت نگهداری ژئوسل و افزایش طول عمر آن می‌شود (شکل ۱) [۶۵].



شکل ۱: روکش‌های (الف) ژئوسل و (ب) ژئومت [۸۸]

زمین‌پارچه طبیعی

از دهه ۱۹۸۰، محصولات تولید شده مهار فرسایش از الیاف طبیعی، در اتحادیه اروپا، ایالات متحده آمریکا و ژاپن، تبدیل به صنعتی پیشرفته شده و عمدتاً از کاه گندمیان، چوب، کوویر و کنف ساخته شده‌اند [۷۶]. استفاده از زمین‌پارچه‌های طبیعی به‌عنوان خاکپوش سطحی در دامنه‌های شیب‌دار، یکی از مؤثرترین روش‌های افزایش نفوذ در پروفیل خاک، کاهش رواناب و هدررفت خاک در اثر بارش شدید است. در چین، بعضی از گونه‌های اصلی گیاهی مانند نخل (*Trachycarpus excelsu*)، بامبو (*Phyllostachys spp.*)، سیزال (*Hoallet Agave*) و کنف (*Corchorus capsularis*) برای تولید زمین‌پارچه‌های طبیعی

تقسیم‌بندی و انواع زمین‌پارچه‌های مصنوعی و طبیعی:

زمین‌پارچه‌ها ممکن است از الیاف طبیعی مانند کنف، کوویر، بامبو، رامی^۲ و الیاف مصنوعی مانند پلی‌پروپیلن^۳، پلی‌اتیلن^۴، پلی‌استر، پلی‌وینیل کلراید^۵، پلی‌آمید^۶ یا نایلون ساخته شده باشند [۶۹]. گزینه‌های الیاف برای زمین‌پارچه‌های زیستی شامل ساقه ذرت^۷، کوویر، کنف، کناف^۸، فلکس^۹، سیزال^{۱۰}، کتان^{۱۱}، برنج^{۱۲} و غیره است [۶۴]. مطالعات نشان داده‌اند که الیاف طبیعی در مهار فرسایش اثر بیش‌ترین از مواد مصنوعی داشته [۱۰۹] و به علت تجزیه‌پذیری زیستی بالا و پیوستگی بیش‌ترین خاک ارجحیت بیش‌ترین دارند [۷۱]. با تخریب زمین‌پارچه‌ها، مواد آلی و مواد مغذی به خاک اضافه می‌شود که ممکن است فعالیت میکروبیولوژیکی خاک، حاصلخیزی و پایداری کل را افزایش دهد [۹۹]. زمین‌پارچه‌های طبیعی زیست تخریب‌پذیر^{۱۳} بوده و بسته به نوع مواد دارای عمر مفیدی در حدود دو تا پنج سال هستند. از سوی دیگر، زمین‌پارچه مصنوعی از مواد پلیمری ساخته شده و به دلیل عدم تجزیه‌پذیری زیستی، نسبتاً دائمی هستند و می‌توانند حدود ۲۰ سال یا بیش‌ترین استفاده شوند [۸۳]. زمین‌پارچه‌های طبیعی نه‌تنها می‌توانند مؤثر، مقرون‌به‌صرفه و سازگار با مدیریت پایدار زمین باشند بلکه در کاهش نوسانات شدید درجه حرارت خاک، افزایش رطوبت خاک، افزایش جوانه‌زنی، افزایش نفوذ و کاهش سله خاک کمک می‌کنند [۱۱۰].

زمین‌پارچه مصنوعی

زمین‌پارچه‌های مصنوعی دارای طول عمری بیش از ۲۵ سال هستند [۱۴]. این نوع زمین‌پارچه‌ها از پلیمرهای مصنوعی (پلی‌اتیلن با چگالی بالا) تولید شده، به علت عدم تجزیه نوری و زیستی برای حفاظت دائمی در برابر فرسایش استفاده می‌شوند [۵۸]. علاوه بر این، این مواد نیز به‌طور طبیعی در برابر تخریب پرتو فرابنفش آفتاب محافظت می‌شوند. تا وقتی که بذر گیاهان بتواند از این عملکرد برای استقرار و تثبیت شدن به‌اندازه کافی استفاده کند، در این صورت زمین‌پارچه‌ها می‌تواند برای جلوگیری از فرسایش خاک استفاده شوند [۸۵].

1. Bamboo
2. Ramie
3. Polypropylene
4. Polyethylene
5. Polyvinylchloride
6. Polyamides
7. Corn
8. Kenaf
9. Flax
10. Sisal
11. Cotton
12. Rice
13. Biodegradable

14. Geomatts
15. Geocells
16. High density polyethylene

پوست نیشکر برای استفاده از مواد نساجی و زمین پارچه انجام شده است [۳۶]. روکش های نیشکر به عنوان زمین پارچه برای مهار فرسایش خاک در مهندسی عمران مورد استفاده قرار گرفته است [۱۰۰]. روکش بافته نشده مناسب برای زمین پارچه ها باید فرسایش را به حداقل ممکن رسانده، در عین حال باید برای رشد گیاهان نفوذپذیر بوده، تا بتواند فعل و انفعالات بین هوا و خاک، نفوذ باران و زهکش آب اضافی را میسر سازد [۲۶]. بنابراین، با هزینه کم، زمین پارچه زیستی تجزیه پذیر را می توان در کارخانه های نیشکر تولید کرد که مزایای اقتصادی را برای صنعت حمل و نقل و صنعت نیشکر دارد (شکل ۲) [۳۵].



شکل ۲: روکش نیشکر [۲۵]

روکش بامبو

زمین پارچه بامبو با الوارهای بزرگ پنج متری، با استفاده از سیم های گالوانیزه تشکیل شبکه های متقاطع را داده و در ساخت و ساز محلی مورد استقبال واقع شده است. بنابراین با ایجاد سطحی بزرگ و همراه با قابلیت استحکام خمشی و شناوری، برای توزیع و کاهش فشار عمودی وارد شده بر خاک نرم مؤثر بوده و در نتیجه، ثبات کلی ساختار را در پی دارد.

با توجه به مزایای قابل توجه مالی تهیه روکش بامبو برای جوامع محلی، استفاده این مهم به تدریج در طرح های بزرگ در هر منطقه، در حال افزایش است (شکل ۳) [۱۰۱].



شکل ۳: روکش بامبو [۱۹]

بکار گرفته می شود [۱۵]. با وجود تولید زمین پارچه مصنوعی در بازار تجاری، زمین پارچه های ساخته شده از مواد آلی در مهار فرسایش و ایجاد پوشش گیاهی بسیار مؤثرتر هستند [۷۱]. در هنگام انتخاب الیاف طبیعی در زمین پارچه، جنبه های فنی، فرآیندهای ساخت و ساز و دوام طولانی مدت در نظر گرفته می شود [۷۲]. به طور کلی، الیاف طبیعی با مقدار لیگنین بالا باعث جذب بیشترین آب و همچنین رشد میکروبی می شود [۸۲]. کنف و کوویر بهترین مواد مورد مطالعه برای زمین پارچه های الیاف طبیعی محسوب می شوند [۴۶]. تجزیه پذیری زمین پارچه های طبیعی در مناطق مختلف، متفاوت است [۸۴] و اثربخشی آن ها در مهار فرسایش موقت بوده که با گذشت زمان تجزیه شده و به عنوان مواد طبیعی پوشش گیاهی استفاده می شود [۹۶]. بنابراین، طبق مطالعات متعدد، زمین پارچه های طبیعی در مهار فرسایش مؤثرتر از همتایان مصنوعی خود هستند زیرا درصد پوشش بالاتر آن ها، پوشش مناسب تر و همچنین افزایش تماس با سطح خاک را به دنبال دارد [۱۳]. با این حال، زمین پارچه های طبیعی کاملاً تجزیه پذیر بوده، و مواد آلی خاک را افزایش داده [۴۳]، در مهار فرسایش مؤثر هستند [۱۶] و هزینه های آن ها بسیار پایین تر از محصولات مصنوعی است و برای مناطق در حال توسعه مناسب هستند [۲۳]. به هر حال انواع مختلفی از الیاف طبیعی وجود دارد که به دلایل مختلف خوشبختانه جایگزین الیاف زمین پارچه مصنوعی هستند. به عبارتی، دارای خواص مکانیکی مناسب بوده، که حتی می تواند به عنوان کود برای رشد بذر گیاهان عمل کند. همراه با سایر ویژگی های مهم مانند چگالی کم و سختی بالا، آن ها را با الزامات کاربردهای متعدد زمین پارچه سازگار می سازد [۷۸]. کارایی زمین پارچه های طبیعی در کاهش فرسایش خاک به طور گسترده ای بسته به چندین پارامتر مانند طول شیب، ویژگی خاک، نوع زمین پارچه و بارش [۱۴] متفاوت است. با این حال، تا پایان عمر کوتاهشان، به طور کامل تجزیه می شوند [۱۰۴] و به این ترتیب مواد آلی خاک را افزایش داده، در مجموع تثبیت و فعالیت زیستی بیشترین را به همراه دارد [۹۹]. اثربخشی زمین پارچه های طبیعی در کاهش فرسایش خاک به طور عمده به ویژگی های مختلف زمین پارچه های طبیعی مانند درصد مساحت باز، جرم در واحد مساحت، ضخامت، مقاومت کششی، وزن روکش در واحد سطح در هنگام مرطوب بودن و طراحی پوشش بستگی دارد [۱۱۰]. بنابراین زمین پارچه ها پس از گذشت چندین ماه یا چندین سال جذب محیط زیست شده و سپس تجزیه می شود که نیاز به جمع آوری مواد ندارد [۸۵].

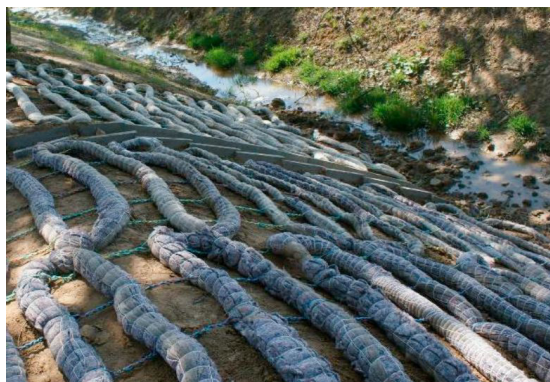
روکش نیشکر^۱

امروزه انواع مختلفی از نیشکر در کشاورزی استفاده می شود که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد مناسب داشته و خصوصیات ساقه آن به تنوع گونه بستگی دارد. انواع گونه های تجاری آن با ارتفاع ۱/۵ تا ۳ متر و قطر ۱/۸ تا ۵ متر رشد می کنند [۱۱۳]. تحقیقات در دانشگاه ایالتی لوئیزیانا (LSU)^۲ برای تعیین امکان استفاده از الیاف

1. Sugar cane fibers
2. Louisiana State University

روکش کفاف

الیاف کفاف از پوست گیاه (Hibiscus Cannabinus L) تهیه شده است. کفاف، گیاهی یکساله است که در مناطق با آب و هوای معتدل یا گرمسیری و در منطقه کمربند آفتابی ایالات متحده، جنوب روسیه، چین، تایلند، اندونزی، بنگلادش، هند و در برخی از کشورهای آمریکای لاتین و همچنین در سراسر جنوب و جنوب شرقی آسیا، استرالیا و آفریقا، در جنوب اروپا و یا در هرکجا که منابع کافی و مناسب جنگل وجود ندارد، رشد می کند. از لحاظ استحکام و کشش، مشابه بهترین الیاف چوبی نرم است و به عنوان فیلتر نیز مورد استفاده قرار می گیرد. روکش های مهار فرسایش با خواص کششی خوب کفاف و مقاومت آن در برابر کپک زدگی و پوسیدگی ممکن است کفاف را محصولی جایگزین منسوجات صنعتی لحاظ کند. الیاف به صورت شیمیایی خیسانده شده و بعد از روغن زدن، با کتان ترکیب شده، به طور موفقیت آمیزی به نخ و بافتنی تبدیل می شوند (شکل ۴) [۷۴].



شکل ۵: روکش طناب های پشمی [۲۱]

روکش زمین پارچه سنبله آبی با طول عمر محدود

زمین پارچه های طبیعی توسعه یافته با الیاف بافته شده به عنوان زمین پارچه با طول عمر محدود (LLG)^۴ شناخته شده است. به رغم دسترسی و مزایای قابل توجهی از الیاف طبیعی، از جمله خواص مقاومتی مناسب، هزینه و چگالی کم، سختی بالا، خواص حرارتی خوب، و رشد نگرانی های محیط زیستی در سراسر جهان، این زمین پارچه ها با طول عمر کوتاه راهی بازار شدند. این روکش ها منسوجات تقویت کننده ای هستند که تنها برای اجرای طرح های کوتاه مدت در مهندسی ژئوتکنیک مانند پوشش جاده های موقتی بر روی زمین نرم به عنوان تقویت پایه دیواره های خاکی، زهکشی و مهار فرسایش استفاده می شود (شکل ۶) [۱۰۴].



شکل ۶: روکش سنبله آبی [۵]

روکش برنج

بیشترین کشاورزان، کاه برنج را در زمین مزاحم می دانند، چون که



شکل ۴: روکش کفاف [۹۲]

روکش طناب های پشمی^۱

طناب ها جایگزین مناسبی برای روش های مخرب دفع مواد زائد و بقایای ضایعات از تولید مواد عایق حاصل از الیاف پشم درشت، و بقایای بافته نشده تولید شده از الیاف بازیافتی است. بقایا در طناب های ضخیم با استفاده از ماشین بافندگی کمافیل^۲ با دایره ای کوچک تشکیل می شوند [۴]. طناب ها به صورت مورب بر روی دامنه قرار گرفته، سپس با میخ های چوبی روی زمین محکم شده و با یک لایه خاک پوشانده می شوند که به طور مؤثر از دامنه حفاظت کرده و تأثیر مثبتی بر رشد گیاهان دارد [۵۷]. طناب های پشمی با پوشاندن خاک به عنوان کود، به حفظ رطوبت و خاکدانه سازی کمک می کند. در تحقیقات، تلاش ها و طراحی های متعدد برای تولید زمین پارچه پشمی جهت حفاظت از خاک در برابر فرسایش بخش هایی از طناب های مرتب شده به طور موفقیت آمیزی برای حفاظت از جاده های دیواره های خاکی در کمینتر^۳ (آلمان)، تثبیت زمین لغزش

4. Zechau
5. Miedzyrzecze
6. Limited life geotextiles

1. Woolen Ropes
2. Kemafil
3. Chemnitz

سال) [۳۱]. تأثیر راهبردی زمین‌پارچه روکش نخل شامل ترویج کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست است که مانع تخریب جنگل‌ها، ترویج آگروفارستری و ارائه روش بالقوه سودمند برای افزایش درآمد جوامع فقیر شده [۵۳]، و برای زنان، افراد معلول و محروم مهم بوده و منجر به ثبات جمعیت روستایی خواهد شد. در هر حال تجزیه زیستی آن‌ها ممکن است حاصلخیزی خاک و مواد آلی را افزایش دهند (شکل ۸) [۹۸].

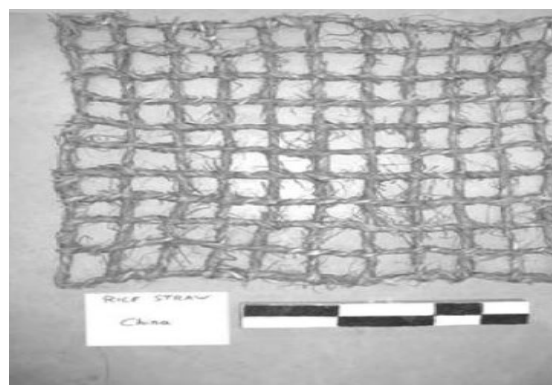


شکل ۸: روکش نخل [۶۱]

روکش کنفی

الیاف کنفی برگرفته از ساقه گیاهان متعلق به جنس *Corchorus* است [۲۸] که عمدتاً در بخش‌های جنوبی آسیا رشد کرده، و نیاز به خاک حاصل‌خیز و آب و هوای گرم و مرطوب دارد [۲۷]. کنفی تنها یک درصد از کل استفاده از زمین‌پارچه‌ها را به خود اختصاص داده [۴۷]، دارای ضریب پوشش ۵۰ الی ۶۰ درصد و ظرفیت جذب آب ۲/۵ الی ۳/۵ برابر وزن هوای خشک خود می‌باشد [۵۲]. روکش کنفی به دلایل زیر در مهار فرسایش مؤثر است: جذب بالای رطوبت خاک و رشد گیاه به‌واسطه ویژگی آب‌دوستی [۴۷]، ارزان‌قیمت، ایجاد پیوستگی در ذرات خاک به‌واسطه چسبندگی مؤثر و خواص مکانیکی بالا، برتری نسبت به کوویر در جذب آب تا ۵۰۰ درصد، مدت دوام الیاف کنفی به علت مقادیر بالای سلولز و آب‌دوستی که باعث تخریب الیاف توسط رسوب شده بدون تغییر محدود به ۱ تا ۲ سال بوده و افزایش دوام آن تا ۴ سال توسط اصلاح و تقویت الیاف کنفی با روکش‌ها [۴۶]، تثبیت بیوتکنیکی دامنه‌ها به‌عنوان راه‌حلی ساده و مقرون‌به‌صرفه [۹۰]، استقرار پوشش گیاهی پس از ۶ تا ۹ ماه نصب، مقاوم در برابر باران، کاهش رواناب سطحی و تلفات خاک به‌شرط انتخاب درست گونه سازگار با محیط زیست، سریع‌الرشد با ریشه‌های گسترده و عمیق (شکل ۹) [۶۷].

به‌راحتی پوسیده نشده و در نتیجه مانع عملیات زراعت می‌شود. از این‌رو، کشاورزان برای دفع آسان ضایعات کاه برنج به سوزاندن آن مبادرت می‌ورزند. با این‌حال، سوزاندن کاه برنج باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی جو می‌شود [۱۱۸]. کاه برنج را می‌توان به‌عنوان زمین‌پارچه روکش کاه برنج (RSM)^۱ و کاه خالص برنج (RSN)^۲ برای افزایش پتانسیل اقتصادی و اهمیت محیط زیستی دوباره استفاده کرد. زمین‌پارچه کاه برنج (RSGT)^۳ می‌تواند به‌عنوان پوشش زمینی برای تثبیت دامنه و مهار فرسایش استفاده شود [۶۲] و از مؤثرترین زمین‌پارچه‌ها در کاهش رواناب و هدررفت خاک به شمار می‌آیند [۱۰۶]. روکش برنج هنگامی که به‌عنوان پوشش زمینی استفاده می‌شود، نه تنها سطح خاک را تثبیت کرده، بلکه به ایجاد پوشش گیاهی کمک می‌کند و در هنگام تجزیه ماده آلی ساختار و شرایط فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد. مهم‌تر از همه، توسعه این تکنولوژی فرصت جدیدی برای کشاورزان فراهم کرده؛ زیرا آن‌ها می‌توانند کاه برنج را به‌منظور افزایش درآمد به فروش برسانند. کشاورزان هم‌چنین می‌توانند کاه برنج را به‌عنوان یک طرح معیشتی لحاظ کرده، و در اشتغال‌زایی مناطق روستایی دخیل باشند (شکل ۷) [۶۲].



شکل ۷: روکش برنج [۱۰۷]

روکش نخل

نخل‌ها تا ارتفاع ۲۵ الی ۳۰ متر و تقریباً ۳۰ الی ۴۰ متر با برگ‌های پنجه‌ای رشد می‌کنند. هر ماه یک برگ تولید می‌شود و به‌طور طبیعی هر ساله ۱۲-۱۴ برگ ریخته می‌شود [۳۰]. زمین‌پارچه برگ نخل می‌تواند یک روش مناسب حفاظت خاک با پتانسیل جهانی باشد. آن‌ها را می‌توان در دامنه‌های متوسط و شیب‌دار فرسایش به‌عنوان جایگزین یا مکمل پوشش گیاهی، برای کاهش نیروهای فرساینده باران و رواناب مستقر کرد [۱۰۵]. این روکش‌ها به‌راحتی در منطقه تولید نخل در دسترس بوده، تولید آن‌ها ساده و مقرون‌به‌صرفه بوده و در مهار فرسایش سریع عمل می‌کند [۱۶]. اگر نخل براسوس به‌درستی برداشت شود، بسیار پایدار است (طول عمر حدود ۱۰۰

1. Rice straw mat
2. Rice straw net
3. Rice straw geotextiles



شکل ۱۱: روکش براسوس در گامبیا [۱۸]



شکل ۹: روکش کنفی [۵۹]

روکش‌های لالا^۱ در آفریقای جنوبی

زمین‌پارچه زیستی ساخته شده از برگ‌های نخل لالا (*Hyphaene coriacea*) [۲۲] در جنگل‌های آفریقای جنوبی به‌طور فراوانی با ارتفاع پنج الی هفت متر رشد کرده و از برگ‌های آن برای کاه، روکش، الیف و ساختن طناب استفاده می‌شود. هدف از این طرح فقرزدایی، اشتغال محلی مردم در تولید روکش‌ها، کاهش ۵۵ درصدی رسوب انباشت شده پشت سد، حفاظت خاک و کاهش فرسایش است (شکل ۱۲) [۱۰۸].



شکل ۱۲: روکش لالا در آفریقای جنوبی [۴۳]

روکش‌های بوریتی در برزیل

زمین‌پارچه‌های بوریتی از برگ گونه (*Mauritia flexuosa*) تهیه می‌شود [۴۱]. زیستگاه بوریتی در انواع خاک‌های آب‌دوست شمال‌شرق آمریکای جنوبی (غرب آمازون^۲)، در محیط‌های تابش زیاد آفتاب با رشد ارتفاعی ۲۵ تا ۳۰ متر، می‌باشد [۱۱۵]. هدف از ایجاد روکش‌های بوریتی در بازسازی و احیاء مناطق با فرسایش خندقی و کاهش سرعت رواناب، بهبود عناصر NPK^۳ خاک و افزایش حاصلخیزی، رونق توسعه اقتصادی و اشتغال‌زایی برای جوامع محروم و فقیر منطقه بوده است (شکل ۱۳) [۵۴].

روکش کوویر

الیف کوویر حاصل از پوسته نارگیل به‌علت مقادیر بالای لیگنین یکی از قوی‌ترین و بادوام‌ترین الیف‌هایی طبیعی به‌شمار می‌آید. الیف کوویر با ۴۵ درصد لیگنین و ۴۳ درصد سلولز انواع مختلف داشته و با توجه به درجه رنگ، طول و ضخامت متفاوت طبقه‌بندی شده، که طول کوویر از ۵۰ میلی‌متر تا ۱۵۰ و قطر آن از ۰/۲ تا ۰/۶ میلی‌متر متفاوت است [۷]. زمین‌پارچه کوویر به‌عنوان تقویت‌کننده مؤثر موقتی در محیط‌های مرطوب رسی و مهار فرسایش [۷۵]، در تقویت خاک زیرین [۹۱]، عملکرد مناسب در روکش زهکش دیواره‌های خاکی، استفاده شده [۷] و طول عمر آن در شرایط کوهستانی حدود سه سال است (شکل ۱۰) [۴۶].



شکل ۱۰: روکش کوویر [۳۳]

کاربرد زمین‌پارچه‌ها در مکان‌ها و کشورهای مختلف روکش‌های براسوس در گامبیا

هدف از اجرای طرح براسوس، بهبود وضعیت اجتماعی و اقتصادی جوامع روستایی از طریق تولید زمین‌پارچه‌های زیستی، حفاظت و مدیریت پایدار جنگل‌های محلی بوده [۱۰۸]، که طول عمر روکش‌ها دو سال بوده و امکان استفاده مجدد از آن‌ها نیز وجود دارد (شکل ۱۱) [۴۰].

1. Lala
2. Amazon
3. Nitrogen phosphorus potassium



شکل ۱۵: روکش ذرت در ویتنام [۱۰۸]



شکل ۱۳: روکش بوریته در برزیل [۵۴]

خصوصیات زمین پارچه‌ها

ویژگی‌های برجسته زمین پارچه در مهار فرسایش عبارت‌اند از ایجاد درصد پوشش بالا، افزایش ظرفیت نگهداشت آب [۹۹]، کاهش سرعت رواناب از طریق افزایش زبری [۲۴]، افزایش نفوذ رواناب و ایجاد پیوستگی در ذرات خاک به واسطه جذب رطوبت بالا [۷۹]، افزایش مقاومت کششی و رفتار خردار [۱۰۲].

مزایا و معایب زمین پارچه‌ها

مزایای بالقوه زمین پارچه‌ها در کشورهای در حال توسعه نیز ممکن است شامل کاهش فقر، اشتغال برای گروه‌های محروم، توسعه سرمایه‌گذاری‌های کوچک و متوسط (SMEs)، درآمد مناسب، آموزش محیط زیستی و مشارکت جوامع محلی و ذینفعان در طرح‌های بازسازی زمین و محیط زیستی باشد [۴۲]. از مزیت عمده زمین پارچه‌ها محافظت خاک، جذب و ذخیره بالای آب را می‌توان نام برد. در مرحله اول با جذب بالای آب، منجر به کاهش رواناب شده، در مرحله دوم، ایجاد محیطی ایده‌آل را برای رشد گیاه در دامنه‌های شیب‌دار در طول دوره‌های خشک فراهم می‌کند [۸۷]. زمین پارچه‌ها سازوکار حفاظت خاک را اول، از طریق حفاظت مستقیم از سطح خاک نسبت به عوامل فرساینده، و دوم، حفاظت از طریق توسعه پوشش گیاهی متراکم، دو برابر می‌کند [۳]. از معایب آن‌ها می‌توان اشاره کرد که در برخی موارد، با کاهش تبخیر در دامنه‌های تحت پوشش زمین پارچه، شرایط را برای هجوم قارچ‌ها و حملات میکروبیولوژی فراهم کرده که اثرات زیان‌آوری روی رشد و سلامت گیاهان ایجاد می‌کند [۱۶]. از معایب دیگر زمین پارچه‌های مصنوعی، غیرقابل تجزیه بودن آن‌هاست که با در معرض قرار گرفتن مواد شیمیایی شدید باعث آلودگی خاک می‌شوند [۲۹]. هم‌چنین استفاده از زمین پارچه‌ها و پوشش سطحی در برابر فرسایش خاک در زمین‌های زراعی به دلیل فناوری‌های کشت، بسیار محدود است [۶۶].

هزینه زمین پارچه‌ها

هزینه‌ها از عوامل مهم برای اجرای موفقیت‌آمیز زمین پارچه بوده

روکش بامبو در تایلند

بامبو (*Arundinaria gigantea*) در شمال تایلند به‌طور گسترده‌ای در مناطق کوهستانی با رشد سریع و تراکم پوشش بالا گسترش یافته [۱۰۸] و به‌عنوان زمین پارچه‌های طبیعی در مهار فرسایش زمین‌های شیب‌دار و بهبود بهره‌وری در مصرف آب بسیار مؤثر بوده است (شکل ۱۴) [۱۵].



شکل ۱۴: روکش بامبو در تایلند [۱۷]

روکش ذرت در ویتنام

روکش ذرت (*Zea mays* L.) بیش‌ترین از نظر فنی، فراوانی مؤثرتر و اقتصادی‌تر است. ذرت در خاک‌هایی با حاصلخیزی پایین و رطوبت نامناسب در دسترس است. ذرت در دو فصل (ذرت زمستانی در زمین صاف و ذرت تابستانی در کوهستان) با تولید زیادی رشد می‌کند. روکش ذرت در بهبود کسب‌وکار و ایجاد شغل برای جوامع محلی، مهار فرسایش در اراضی شیب‌دار مؤثر بوده، و هزینه کار برای جمع‌آوری ذرت ارزان‌تر از آوردن برگ‌های نخل از جنگل‌های دورافتاده یا خرید بامبو است (شکل ۱۵) [۱۰۸].

که مرتبط با بهبود شرایط زندگی عمومی می‌باشد [۱۲۰]. ممکن است سازمان‌های محلی و مردم‌نهاد برای این کارهای مشقت‌وار هزینه کافی را نداشته باشند. با این حال، اکثریت مردم نمی‌توانند این ساختارها را بدون حمایت دولتی تأمین کنند [۱۱۶]. زمین‌پارچه زیستی را می‌توان با هزینه (۰/۳) الی (۴/۴)، و به‌طور متوسط حدود ۱/۶ یورو در هر مترمربع تولید کرد [۴۳]. زمین‌پارچه مصنوعی می‌تواند هزینه‌های بیش از ۱۰ برابر در هر واحد مساحتی را به‌صورت طبیعی ایجاد کند [۵۸]. هزینه بالای ژئوسنتتیک‌های^۱ نفتی، محققان را در کشورهای در حال توسعه به تحقیق برای استفاده از محصولات طبیعی وادار می‌کند [۱۰۴]. زمین‌پارچه‌های با الیاف طبیعی می‌تواند در هزینه‌های بلندمدت با زمین‌پارچه مصنوعی رقابت کند [۷۲].

بازار زمین‌پارچه‌ها

هر دو نوع زمین‌پارچه مصنوعی و طبیعی در بازار موجود است، و زمین‌پارچه‌های مصنوعی گران‌تر هستند [۲۹]. بازار تجاری به زمین‌پارچه‌های مصنوعی اختصاص دارد [۱۴]. در سال ۲۰۱۰ مصرف جهانی الیاف‌ها به ۷۷ میلیون تن رسید. در سال‌های بعد، میزان تولید الیاف در سراسر جهان به‌طور اصولی افزایش یافته و در سال ۲۰۱۵ به ۹۰ میلیون تن رسید. در حال حاضر با توجه به نرخ رشد جمعیتی و اقتصادی، انتظار می‌رود مصرف الیاف سالانه به ۱۱۰ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ برسد [۱۱۷]. بازار زمین‌پارچه‌ها رو به رشد است و فروش جهانی بیش از ۷۰۰ میلیون مترمربع در سال را به خود اختصاص می‌دهد که حدود دو درصد آن زیستی است [۵۵]. نبود یک بازار متحد و سازمان پیشرفته قوی، منجر به محدودشدن توسعه صنعت مرتبط شده است. در آسیا، اقتصادهای رو به رشد مانند چین و کره در حال افزایش تمایل به مهار فرسایش هستند [۷۶]. زمین‌پارچه‌های مصنوعی به‌طور عمده شاهد افزایش تصاعدی مصرف به ۲۴۷۵ میلیون مترمربع در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ با نرخ رشد ۱۰ تا ۱۵ درصد بود. بازار زمین‌پارچه هنوز به ایالات متحده آمریکا، کانادا، کشورهای توسعه‌یافته در اروپای غربی، ژاپن، چین، آلمان و استرالیا محدود شده است. این کشورها تقریباً ۳۳ درصد مصرف جهانی را به خود اختصاص می‌دهند [۴۸]. از طرفی دیگر بازار الیاف‌های طبیعی کم‌تر از دو درصد سهم بازار زمین‌پارچه‌های مصنوعی ذکر شده است. محدودیت اصلی برای بازار زمین‌پارچه الیاف طبیعی، رقابت با الیاف ساخته شده توسط انسان است [۷۲]. دسترسی به الیاف و ظرفیت تولید در زمین‌پارچه‌های طبیعی بسیار دشوار بوده زیرا اکثر الیاف طبیعی در مقدار کافی تولید نمی‌شوند [۱۲۰].

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر میزان هدررفت خاک ناشی از فرسایش به‌طور چشمگیری در مناطق مختلف دنیا با شتاب بالا رخ می‌دهد. بیش از ۵۰ سال است که زمین‌پارچه‌ها در مهار فرسایش خاک مورد استفاده

قرار گرفته‌اند. این محصول کاربردهای مختلفی داشته و بسته به مواد تولیدی آن، طول عمر دو تا ۲۰ سال دارند. زمین‌پارچه‌ها با ایجاد بستر مناسب، شرایط را برای استقرار پوشش گیاهی فراهم کرده و در حفاظت آب و خاک نقش به‌سزایی دارد. زمین‌پارچه‌ها در دیواره‌های خاکی و رودخانه، شانه‌های خاکی و کناره جاده‌ها، نوارهای بافری و معادن استفاده شده که طبق مرور منابع، کارایی بالایی در حفاظت آب و خاک داشته است.

در اکثر پژوهش‌های انجام شده زمین‌پارچه‌ها می‌تواند با کم‌ترین هزینه علاوه بر ایجاد درآمد مناسب برای جوامع محروم محلی، در به‌کارگیری زنان در چرخه تولید، کاهش فقر، آموزش‌های محیط زیستی، ایجاد تعامل و مشارکت افراد محلی و بومی آبخیزنشینان در حوزه‌های آبخیز، کاهش تلفات و پسماندها (برنج، ذرت، نخل و نیشکر)، ایجاد کود مناسب پس از تجزیه زمین‌پارچه‌ها و مهار فرسایش مؤثر باشد. لذا پیشنهاد می‌شود که نقش زمین‌پارچه‌ها علاوه بر مهار فرسایش در سایر زمینه‌ها و کاربردها در درجه اول توسط حمایت بخش خصوصی مانند شرکت‌های دانش‌بنیان با مشارکت شرکت‌های خصوصی و دولتی به کمک جوامع علمی (اساتید و دانشجویان) در جوامع آبخیز با مزارع برنج و ذرت در شمال کشور و کویر، نخل و نیشکر در جنوب کشور جهت تولید با کیفیت زمین‌پارچه‌های مقرون‌به‌صرفه به‌عنوان یکی از روش‌های مهندسی زیستی بیش از گذشته مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- Adeli, A., Hasankiadeh, S. A., and Neshaei, M. A. L. 2020. The use of geotextile tube to control shoreline changes under the effect of sea level rising. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 1-10.
- Ahn, T. B., Cho, S. D., and Yang, S. C. 2002. Stabilization of soil slope using geosynthetic mulching mat. *geotextiles and geomembranes*, 20 (2): 135-146.
- Álvarez-Mozos, J., sAbad, E., Goñi, M., Giménez, R., Campo, M. A., Díez, J., and Diego, I. 2014. Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes. Part 2: Influence on the establishment and growth of vegetation. *Catena*, 121: 195-203.
- Arnold, R., Bartl, A. M., and Hufnagl, E. 1993. Production of cord and narrow fabric products with Kemafil technology. *Band-und Flechtindustrie*, 30 (4-10): 76-81.
- Artidteang, S., Chaiyaput, S., Tanchaisawat, T., and LG, L. 2016. Performance of Ruzi grass combined with woven Limited Life Geotextiles (LLGS) for soil erosion control. *Lowland Technology International*, 18 (1): 1-8.
- Ayuba, K., Olorunnaiye, E. S., and Rickson, J. 2014.

17. Bhattacharyya, R., Yi, Z., Yongmei, L., Li, T., Panomtaranichagul, M., Peukrai, S., and Jankauskiene, G. 2012. Effects of biological geotextiles on aboveground biomass production in selected agro-ecosystems. *Field crops research*, 126: 23-36.
18. Booth, C. A., Davies, K., and Fullen, M. A. 2005. Environmental and socio-economic contributions of palm-leaf geotextiles to sustainable development and soil conservation. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 81.
19. Booth, C. A., and Fullen, M. A. 2007. The Borassus Project: aims, objectives and preliminary insights into the environmental and socio-economic contribution of biogeotextiles to sustainable development and soil conservation. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 102.
20. Broda, J., Gawłowski, A., Rom, M., Laszczak, R., Mitka, A., Przybyło, S., and Grzybowska-Pietras, J. 2016. Innovative geotextiles for reinforcement of roadside ditch. *Tekstilec*, 59: 115-120.
21. Broda, J., Grzybowska-Pietras, J., Gawłowski, A., Rom, M., Przybyło, S., and Laszczak, R. 2017. Application of wool geotextiles for the protection of steep slopes. *Procedia engineering*, 200: 112-119.
22. Bühmann, C., Paterson, D. G., Piennar, G. M. E., Nell, J. P., Mulibana, N. E., van Deventer, P. W., ... and Sarsby, R. W. 2010. Rainfall simulator study of the erosion control potential of palm geotextiles for mine dam slope stabilization. *Construction for a sustainable environment*, 443-451.
23. Chatterjee, P.K., Dutta, U., Ghosh, S.N., Palit, S., 1994. Jute geotextile and their applications. In: *International Symposium on Biocomposites and Blends Based on Jute and Allied Fibres*, Delhi, 43-48.
24. Chen, S. C., Chang, K. T., Wang, S. H., and Lin, J. Y. 2011. The efficiency of artificial materials used for erosion control on steep slopes. *Environmental Earth Sciences*, 62 (1): 197-206.
25. Chiparus, O. I. 2004. Bagasse fiber for production of nonwoven materials, A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College In partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in The School of Human Ecology, 123.
- Application of geotextile materials in soil erosion control. *Journal of Research in National Development*, 12 (2): 265-271.
7. Ayyar Ramanatha, T. S., Nair, R., and Nair, B. N. 2002. Comprehensive reference book on Coir geotextiles. Centre for Development of Coir Technology,(C-DOCT), Trivandrum.
8. Balan, K. 2003. Case studies on the civil engineering applications of Coir geotextiles. Case histories of geosynthetics in infrastructure, edited by: Mathur, GN, Rao, GV, and Chawla, A. S., CBIP publications, N. Delhi, India, 172-176.
9. Basu, G., Roy, A. N., Bhattacharyya, S. K., and Ghosh, S. K. 2009. Construction of unpaved rural road using jute-synthetic blended woven geotextile-A case study. *Geotextiles and Geomembranes*, 27 (6): 506-512.
10. Beckam, W. K. and Mills, W. H. 1935. Cotton: Fabric-reinforced roads, *Engineering News Record*, 14: 453-5.
11. Bhattacharyya, R., Davies, K., Fullen, M. A., and Booth, C. A. 2008. Effects of palm-mat geotextiles on the conservation of loamy sand soils in east Shropshire, UK. *Catena Verlag, Reiskirchen, Germany*. 527-538 .
12. Bhattacharyya, R., Fullen, M. A., Davies, K., and Booth, C. A. 2009. Utilizing palm-leaf geotextile mats to conserve loamy sand soil in the United Kingdom. *Agriculture, ecosystems and environment*, 130 (1-2): 50-58.
13. Bhattacharyya, R., Fullen, M. A., Davies, K., and Booth, C. A. 2010a. Use of palm-mat geotextiles for rainsplash erosion control. *Geomorphology*, 119 (1-2): 52-61.
14. Bhattacharyya, R., Smets, T., Fullen, M. A., Poesen, J., and Booth, C. A. 2010. Effectiveness of geotextiles in reducing runoff and soil loss: A synthesis. *Catena*, 81 (3): 184-195.
15. Bhattacharyya, R., Fullen, M. A., Booth, C. A., Kertesz, A., Toth, A., Szalai, Z., and Bühmann, C. 2011a. Effectiveness of biological geotextiles for soil and water conservation in different agro-environments. *Land Degradation and Development*, 22 (5): 495-504.
16. Bhattacharyya, R., Fullen, M. A., Booth, C. A., Smets, T., Poesen, J., and Black, A. 2011b. Use of palm-mat geotextiles for soil conservation: I. Effects on soil properties. *Catena*, 84(3): 99-107.

erosion control in rivers in Western Europe. *Environmental Management*, 43 (6): 972.

39. Faoun, 2012. Unlocking the commercial potential of natural fibres online, available: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/resources2/en/> (2012.01.15.).

40. Fitzgerald, C., Ternan, J.L. and Williams, A.G. 1998. Soil moisture vulnerability in a semi-arid gully catchments: implications for runoff and erosion control. *Catena* 32 (1): 55- 70.

41. Fullen, M. A., Booth, C. A., Sarsby, R., Davies, K., Bhattacharyya, R., Poesen, J., and Jakab, G. 2006. The potential contribution of Palm Mat Geotextiles to soil conservation and sustainable development. *Soil and Water Conservation under Changing Land Use. Proceedings.*:31 561-569.

42. Fullen, M. A., and Booth, C. A. 2007. Contributions of biogeotextiles to sustainable development and soil conservation in developing countries: the Borassus Project. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 106.

43. Fullen, M. A., Subedi, M., Booth, C. A., Sarsby, R. W., Davies, K., Bhattacharyya, R., and Townrow, D. 2011. Utilising biological geotextiles: introduction to the Borassus Project and global perspectives. *Land Degradation and Development*, 22 (5): 453-462.

44. Fullen, M. A., and Catt, J. A. 2014. *Soil management: problems and solutions*. Routledge Taylor and Francis Group London and New York, 258.

45. Ghazavi, M., and Roustaei, M. 2013. Freeze-thaw performance of clayey soil reinforced with geotextile layer. *Cold Regions Science and Technology*, 89: 22-29.

46. Ghosh, M., Choudhury, P. K., and Sanyal, T. 2009. Suitability of natural fibres in geotextile applications. *IGC Geotextile*, 497-501.

47. Ghosh, S. K., Bhattacharyya, R., and Mondal, M. M. 2014. A review on jute geotextile-Part 1. *Int. J. Res. Eng. Technol*, 3 (2): 378-386.

48. Ghosh, S. K. 2016. *A Technical Handbook on Bituminized Jute Paving Fabric (BJPF): A Partial Substitute and Reinforcement of Bitumen Mastic*. WPI Publishing, 153.

49. Gicot, O. and Perfetti, J. 1982, *Geotextiles: Conceiving and designing engineering structures*, Rhone – Poulenc Fibres, Bezons, 44.

50. Giroud, J.P. and Noiray, L., 1981. *Geotextile*

26. Collier, J. R., Collier, B. J., Thames, J. L., and Elsunni, M. M. 1995. Production and evaluation of sugar cane geotextiles. Report submitted to Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, Louisiana, 42.

27. Collier, B. J., and Tortora, P. G. 2001. Protein Fibers in understanding textiles. Dave Garza, 95-128.

28. Cook, J. G. 1984. *HandBook of textile fibers*, Man Made Fiber. Merrow Inc, Durham, 723.

29. Dafalla, M., and Obaid, A. 2013. The role of polypropylene fibers and polypropylene geotextile in erosion control. In *IACGE 2013: Challenges and Recent Advances in Geotechnical and Seismic Research and Practices*, 669-676.

30. Davis, T. A., and Arulpragasam, P. 1986. Palmyra—the state tree of Tamil Nadu. *Econ. Botany*, 43: 95-106.

31. Davis, T. A., and Johnson, D. V. 1987. Current utilization and further development of the palmyra palm (*Borassus flabellifer* L., *Arecaceae*) in Tamil Nadu State, India. *Economic Botany*, 41 (2): 247-266.

32. Davies, K., Fullen, M. A., and Booth, C. A. 2006. A pilot project on the potential contribution of palm mat geotextiles to soil conservation. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 31 (5): 561-569.

33. Desai, A. N., and Kant, R. 2016. Geotextiles made from natural fibres. In *Geotextiles*. Woodhead Publishing, 61-87.

34. Dewey, C. S. 1993. Use of geotextiles on Federal lands highway projects. *Eng Field Notes*, 26: 17-22.

35. Dinu, I., and Saska, M. 2007. Production and properties of soil erosion control mats made from sugarcane bagasse. *Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists*, 27: 36-47.

36. Elsunni, M., and Collier, J. 1996, June. Processing of sugarcane rind into non-woven fibers. In *American Society of Sugar Cane Technologists*, 16: 94-110.

37. English, B. 1992. Mulch mats from kenaf fiber, Part I - The feasibility of making mulch mats from kenaf fiber and other biobased fiber using a non-woven web fiber processing technology. Internal FS report on Interagency Agreement No. FP-91-1639.

38. Evette, A., Labonne, S., Rey, F., Liebault, F., Jancke, O., and Girel, J. 2009. History of bioengineering techniques for

61. Jankauskas, B., Jankauskiene, G., and Fullen, M. A. 2012. A field experiment on the use of biogeotextiles for the conservation of sand-dunes of the Baltic coast in Lithuania. *Hungarian Geographical Bulletin*, 61 (1): 3-17.
62. Javellonar, R. P., Taylan, V. T., Agulto, I. C., Aguinaldo, T. G., Sicat, E. V., and Gavino, H. F. 2013. Rice straw geotextile as ground cover for soil erosion Mitigation, 3 (11): 195-204.
63. Jenner, C.G., Paul, J., 2000. Lessons learned from 20 years experience of geosynthetic reinforcement on pavement foundations. *Second European Geosynthetics Conference*, Bologna, 1: 421-425.
64. Kalibová, J., Jačka, L., and Petrů, J. 2016. The effectiveness of Jute and Coir blankets for erosion control in different field and laboratory conditions. *Solid Earth*, 7 (2): 469-479.
65. Kief, O., and Rajgopal, K., 2008. Three dimensional cellular confinement system contributions to structural pavement reinforcement. *Geosynthetics India seminar 2008*, 1-12.
66. Kertész, Á. Bádonyi, K., Madarász, B. and Csepinszky, B. 2007. Environmental aspects of conventional and conservation tillage. In: Goddard, T., Zoebis, M., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A., Sombatpanit, S. (Eds) 2007. *No-till farming systems*. Special Publication No. 3, World Association of Soil and Water Conservation, Bangkok, 313-329.
67. Khan, A. J., and Binoy, T. H. 2012, December. Top soil erosion control using Geojute. In *Proceedings of international conference on advances in civil engineering*, Delhi, India (Vol. 2829).
68. Koerner, R. and Kutilek, M., 1992. Special issue on-geosynthetics in filtration, Drainage and Erosion Control- Foreword. Elsevier Science, 11: 310.
69. Kumar, P. S., and Rajkumar, R. 2012. Effect of geotextile on CBR strength of unpaved road with soft subgrade. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 17 (1): 1355-1363.
70. Laburda, T., Kavka, P., Neumann, M., Tejkl, A., and Zúmr, D. 2019. Protecting steep slopes against soil erosion: geotextiles and its effectiveness under heavy rainfall. *AGUFGM*, 2019, H51N-1675.
71. Langford, R.L., and Coleman, M.J., 1996. reinforced unpaved road design. *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE* 107: 1233-1254
51. Giroud, J. P., and Han, J. 2004. Design method for geogrid-reinforced unpaved roads. II. Calibration and applications. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130 (8): 787-797.
52. Goi, 2008 – A Manual on Use of Jute geotextiles in civil engineering-2008. Jute manufacturers Development Council (JMDC).
53. Guerra, A., Marcal, M., Polivanov, H., Sathler, R., Mendonça, J., Guerra, T., and Feitosa, A. 2005. Environment management and health risks of soil erosion gullies in São Luís (Brazil) and their potential remediation using palm-leaf geotextiles. *WIT Transactions on Biomedicine and Health*, 9.
54. Guerra, A. J. T., Bezerra, J. F. R., Fullen, M. A., Mendonça, J. K. S., and Jorge, M. C. O. 2015. The effects of biological geotextiles on gully stabilization in São Luís, Brazil. *Natural Hazards*, 75 (3): 2625-2636.
55. Gupta, A. K. 1991. Geotextiles: opportunities for natural-fibre products. In *International Trade Forum*. International Trade Centre, 27 (1):10.
56. Hann, M. J., and Morgan, R. P. C. 2006. Evaluating erosion control measures for bio restoration between the time of soil reinstatement and vegetation establishment. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 31 (5): 589-597.
57. Helbig, R., Arnold, R., Erth, H., Roess, T., Hevert, W., Lischkowitz, H., 2006. New technologies for manufacturing extra coarse rope-like biodegradable geotextiles. *Tech. Textilien* 49: 185-187, 244-247.
58. Ingold, T.S. 1996. Market study. In *CFC/IJO*, Technical specification and market study of potentially important jute geotextiles. Project Completion Report by Silsoe College, Cranfield University (Project Executing Agency).
59. Islam, M. S., Khan, A. J., Siddique, A., Saleh, A. M., and Nasrin, S. 2014. Control of erosion of hill slope top soil using geo jute and vegetation. In *National Seminar on Jute Geotextiles*, 27-34.
60. Jankauskas, B., Jankauskienė, G., Fullen, M. A., and Booth, C. A. 2008. The effects of biogeotextiles on the stabilization of roadside slopes in Lithuania, 3(4): 175-180.

82. Mohanty, A. K., Misra, M. A., and Hinrichsen, G. I. 2000. Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: An overview. *Macromolecular materials and Engineering*, 276 (1): 1-24.
83. Moore, H. M., Fox, H. R., and Elliott, S. 2003. Land reclamation: Extending the boundaries: Proceedings of the Seventh International Conference of the International Affiliation of Land Reclamationists, Runcorn, United Kingdom, 13-16th May 2003. Lisse: Balkema, 402.
84. Multigeo. 2013. Geotextiles: The Fabric of Erosion Control. www.multigeo.com
85. Mwashia, A. 2009. Designing bio-based geotextiles for reinforcing an embankment erected on the soft soil. *Materials and Design*, 30 (7): 2657-2664.
86. Nsiah, P. K., and Schaaf, W. 2018. The potentials of biological geotextiles in erosion and sediment control during gold mine reclamation in Ghana. *Journal of Soils and Sediments*, 1-12.
87. Ogbobe, O., Essien, K. S., and Adebayo, A. 1998. A study of biodegradable geotextiles used for erosion control. *Geosynthetics International*, 5 (5): 545-553.
88. Paz, F. E., Flor-Paz, P., Almanzor, N., and Marcos, M. C. M. 2018. Performance evaluation of soil erosion control geotextile materials on road cut slope. *Advances in Civil, Environmental, & Materials Research (ACEM18)*. Songdo Convensia, Incheon, Korea, August 27-31, 13.
89. Pimentel, D. 2000. Soil erosion and the threat to food security and the environment. *Ecosystem Health*, 6 (4): 221-226.
90. Rahman, M. M., and Khan, A. J. 2009. Raindrop erosion control with Geojute and vegetation. *Proc. Of Bangladesh Geotechnical Conference*, 208-217.
91. Ramanatha Ayyar, T. S., Joseph, J., and Beena, K. S. 1989. Bearing capacity of sand reinforced with Coir rope. In *Reinforced soil and geotextiles. Geotextiles conference* (pp. A11-A16).
92. Rashid, A. S. A., Shirazi, M. G., Mohamad, H., and Sahdi, F. 2017. Bearing capacity of sandy soil treated by Kenaf fibre geotextile. *Environmental earth sciences*, 76 (12): 431.
93. Rao, G. V., and Balan, K. 2000. Coir Geotextiles: Emerging Trends. Kerala State Coir Corporation Ltd, Alappuzha, 192.
- Biodegradable erosion control blankets prove effective on Iowa wildlife refuge. In: XXVII Int. Erosion Control Assoc. Proceedings of Conference, Seattle, USA, 13-20.
72. Leão, AL., Cherian, BM., Souza, SFD., Kozłowski, RM., Thomas, S. and Kottaisamy, M., 2012. Natural fibres for geotextiles. In: *Handbook of natural fibres*, 280-311.
73. Lee, S. L., Karunaratne, G. P., Dasgupta, N. C., Ramaswamy, S. D., and Aziz, M. A. 1989. A vertical drain made of natural fiber for soil improvement projects. *Proceedings of International Workshop on Geotextiles*, 271-276.
74. Lee, K. H., Isenhardt, T. M., Schultz, R. C., and Mickelson, S. K. 1999. Sediment and nutrient trapping abilities of switchgrass and brome grass buffer strips. *Agroforest Syst*, 44: 121-132.
75. Lekha, K. R., and Kavitha, V. 2006. Coir geotextile reinforced clay dykes for drainage of low-lying areas. *Geotextiles and geomembranes*, 24 (1): 38-51.
76. Leson, G., Harding, M. V., and Dippon, K. 2010. Natural fibres in geotextiles for soil protection and erosion control. *Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications*, 509-522.
77. Luo, H., Zhao, T., Dong, M., Gao, J., Peng, X., Guo, Y., and Liang, C. 2013. Field studies on the effects of three geotextiles on runoff and erosion of road slope in Beijing, China. *Catena*, 109: 150-156.
78. Methacanon, P., Weerawatsophon, U., Sumransin, N., Prahsarn, C., and Bergado, D. T. 2010. Properties and potential application of the selected natural fibers as limited life geotextiles. *Carbohydrate Polymers*, 82 (4): 1090-1096.
79. Mitchell, D. J., Barton, A. P., Fullen, M. A., Hocking, T. J., Zhi, W. B., and Yi, Z. 2003. Field studies of the effects of Jute geotextiles on runoff and erosion in Shropshire, UK. *Soil use and management*, 19 (2): 182-184.
80. Mohammadi, M.; Kavian, A. and Solaimani, K. 2016. A study on runoff generation and sediment production processes under Jute geotextile buffers. *Journal of Iran-Watershed Management Science and Engineering*, 10 (34): 9 p. (In Persian)
81. Mohammadi, M. and Kavian, A. 2020. A review on geotextiles regarding soil and water conservation issues. *Journal of Extension and Development of Watershed Management*, 7 (27): 10 p. (In Persian)

through biological geotextiles. *Earth surface processes and Landforms*, 34 (4): 493-502.

107. Smets, T., Poesen, J., Bhattacharyya, R., Fullen, M. A., Subedi, M., Booth, C. A., and Jankauskiene, G. 2011. Evaluation of biological geotextiles for reducing runoff and soil loss under various environmental conditions using laboratory and field plot data. *Land Degradation and Development*, 22 (5): 480-494.

108. Subedi, M., Fullen, M. A., Booth, C. A., Thu, D. C., Cuong, T. H., Toan, T. T., and Yi, Z. 2012. Contribution of biogeotextiles to soil conservation and socioeconomic development. *Outlook on Agriculture*, 41 (3): 187-194.

109. Sutherland, R. A., and Ziegler, A. D. 1996. Geotextile effectiveness in reducing interrill runoff and sediment flux. *Erosion control technology: bringing it home*, 393-405.

110. Sutherland, R. A., and Ziegler, A. D. 2007. Effectiveness of Coir-based rolled erosion control systems in reducing sediment transport from hillslopes. *Applied geography*, 27 (3-4): 150-164.

111. Thomson, J. C., and Ingold, T. S. 1986. Use of Jute fabrics in erosion control. Report to the Jute. Market Promotion Project, International Jute Organisation (IJO), International Trade Centre, Unctad/Gaatt.

112. Thorne, C.R., 1990. Effects of vegetation on riverbank erosion and stability. In: Thornes, J.B. Ed. , *Vegetation and Erosion*. J. Wiley, Chichester, England, 125-144.

113. van Dillewijn, C., 1952. Botany of sugarcane. *Chronica Botanica* Co., Waltham, 371.

114. Vantrain, J and Puig, J. 1969. 'Experimentation Bidim', *Bull. de Lab*, 41: 15.

115. Villachica, H., Silva, J.E., Peres, J.R., and Rocha, C.M.C. 1996. Sustainable agricultural systems in the humid tropics of South America. In Edwards, C.A., Lal, R., Madden, P. and Miller, R.H. (eds.) *Sustainable Agricultural Systems*, Ankeny: SWCS, 391- 437.

116. Vishnudas, S., Savenije, H. H. G., Zaag, P., Anil, K. R., and Balan, K. 2006. The protective and attractive covering of a vegetated embankment using coir geotextiles. *Hydrology and earth system sciences*, 10 (4): 565-574.

117. Voncina, B., Volmajer, J. V., Vajnhandl, S., Le Marechal, A. M., Aneja, A. P., and Lobnik, A. 2018. December. Textile waste for chemical and textile industries feedstock (presentation of EU project). In IOP Conference

94. Recio, J., and Oumeraci, H. 2007. Effect of deformations on the hydraulic stability of coastal structures made of geotextile sand containers. *Geotextiles and geomembranes*, 25 (4-5): 278-292.

95. Rezazadeh Anbrani, M., Hodhodi, M. and Rezazadeh Anbrani, M. 2013. The role of geotextiles in control soil erosion. 7th National Congress on Civil Engineering- Shahid Nikbakht Faculty- Zahedan. 6 p. (In Persian)

96. Rickson, R.J., 1995. Simulated vegetation and geotextiles. In: Morgan, R.P.C., Rickson, R.J. (Eds.), *Slope stabilization and erosion control: A bioengineering approach*. Taylor and Francis, Abingdon, UK, 293.

97. Rickson, R. J. 2000. The use of geotextiles for vegetation management. *Aspects of Applied Biology*, (58): 107-114.

98. Rickson, R. J. 2001. The best is yet to come *Ground Engineering*. 34: 13-14.

99. Rickson, R. J. 2006. Controlling sediment at source: an evaluation of erosion control geotextiles. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 31 (5): 550-560.

100. Romanoschi, O., Romanoschi, S., Collier, J. R., and Collier, B. J. 1997. Kenaf alkali processing. *Cellulose chemistry and technology*, 31 (5-6): 347-359.

101. Sai, L. K., and Heng, T. N. 2016. Bamboo-Geotextile buoyant system for hefty construction over deep soft subgrade. *J. Built Environ. Technol. Eng*, 1: 262-272.

102. Santos, E. C. G., Palmeira, E. M., and Bathurst, R. J. 2014. Performance of two geosynthetic reinforced walls with recycled construction waste backfill and constructed on collapsible ground. *Geosynthetics International*, 21 (4): 256-269.

103. Sanyal, T. 2016. *Jute geotextiles and their applications in civil engineering*, 1st Edition. Singapore: Springer, 72.

104. Sarsby, R. W. 2007. Use of 'Limited Life Geotextiles' (LLGs) for basal reinforcement of embankments built on soft clay. *Geotextiles and Geomembranes*, 25 (4-5): 302-310.

105. Smets, T., Poesen, J., Fullen, M. A., and Booth, C. A. 2007. Effectiveness of palm and simulated geotextiles in reducing runoff and interrill erosion on medium and steep slopes. *Soil Use and Management*, 23 (3): 306-316.

106. Smets, T., Poesen, J., Langhans, C., Knapen, A., and Fullen, M. A. 2009. Concentrated flow erosion rates reduced

119. Weggel, J. R., and Rustom, R. 1992. Soil erosion by rainfall and runoff—State of the art. In *Geosynthetics in Filtration, Drainage and Erosion Control* Elsevier, 215-236.
120. Wiewel, B. V., and Lamoree, M. 2016. Geotextile composition, application and ecotoxicology—A review. *Journal of hazardous materials*, 317: 640-655.
- Series: *Materials Science and Engineering*, 459 (1): 4.
118. Wassmann, R. 2000. Methane emissions from major rice ecosystems in Asia. *Develop Plant and Soil Sci*, 91, 1-36.
- Mitchell, D. J., Barton, A. P., Fullen, M. A., Hocking, T. J., Zhi, W. B., and Yi, Z. 2003. Field studies of the effects of Jute geotextiles on runoff and erosion in Shropshire, UK. *Soil use and management*, 19 (2): 182-184.



Abstract

Role of Geotextiles in Soil and Water ConservationH. Mohsenipour SowmehSaraei¹ and M. Hosseinalizadeh²

Received: 2019/08/22 Accepted: 2020/04/28

In recent years, human activities such as removing bushes, deforestation, degradation of grasslands, inappropriate methods of irrigation, overgrazing, land use change, road and building construction on vulnerable geologic formations and mining have had impact on the increase of soil erosion. On the other hand, sedimentation from erosion has caused environmental damages, financial losses and casualties. To solve these problems, there are numerous methods for declining sedimentation and soil and water conservation. The use of natural and artificial geotextiles at river conservation, roadsides, soil walls and mines is one of these methods at erosion management which helps vegetation growth and establishment by producing sufficient humidity and the fertilizer derived from their biodegradation. However, this method is partially recognized for researchers, planners and organizers of soil and water conservation plans. Therefore, in this study, different types of geotextiles, their functions and features have been broadly explained so that they could be used at sustainable water and soil resources management plans at different scales with the aim of soil conservation. The literature review showed us that geotextiles have played a significant role on soil erosion control and slopes stabilization by high performance and efficiency. On the other hand, the application of geotextiles is more economical and effective similar to the other biological and agricultural methods in terms of availability, its use at small businesses in poor local communities, employment of women at production and the decline of poverty. In addition, the most studies about geotextiles are based on natural geotextiles in Europe. Based on different climatic zones of Iran, it can be concluded that natural geotextiles like rice and corn fibers at the north of Iran as well as coir, palm and sugarcane fibers at the south of Iran are usable to manage soil erosion.

Keywords: Natural and synthetic fibers, Soil and water conservation, Bioengineering, Soil erosion control.

1. MSc. Student, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2. Associate Prof., Dept. of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Corresponding Author, Email: mhalizadeh@gua.ac.ir