

وبینار کاربرد ژئوسنتیک‌ها در کاهش خطرات بلایای طبیعی و مدیریت خطرات محیطی

استفاده از ژئوسنتیک‌ها برای کنترل فرسایش بادی خاک و سازه‌های خاکی

دکتر عباس سروش

عضو هیئت علمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دکترسید محمد فتاحی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر



فهرست مطالب

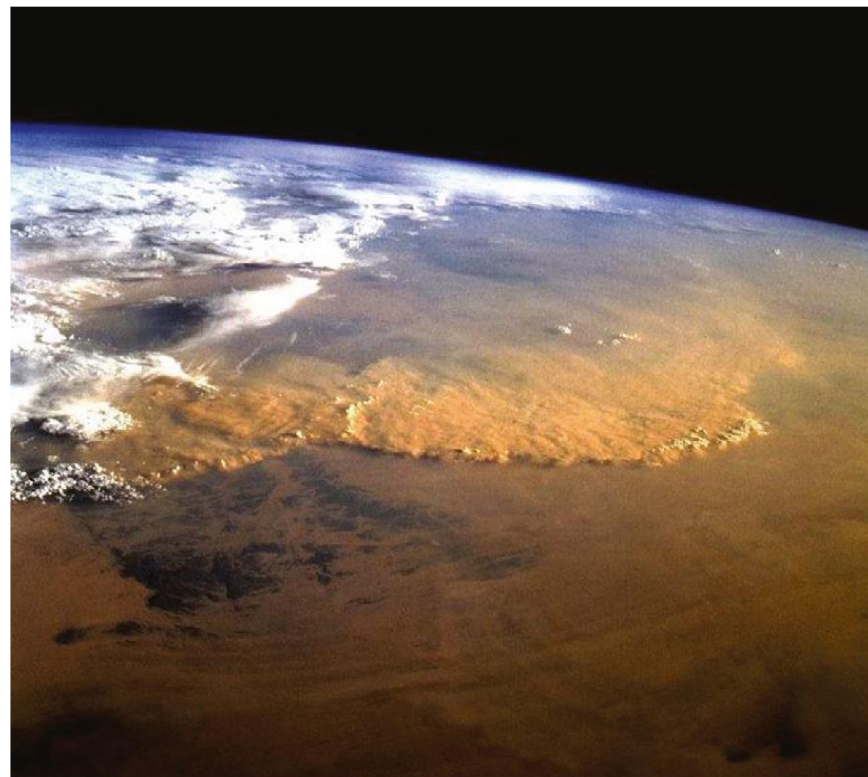
- مقدمه
 - ✓ فرسایش بادی در جهان و ایران
 - ✓ اثرات
- فیزیک فرسایش بادی
 - ✓ مکانیسم‌ها
 - ✓ فرساینده‌گی باد
 - ✓ فرسایش‌پذیری خاک
- روش‌های کنترل فرسایش بادی
 - ✓ روش‌های کاهش فرسایش‌پذیری خاک
 - ✓ روش‌های کاهش فرساینده‌گی باد
- استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در کنترل فرسایش بادی خاک
 - ✓ کاهش فرسایش‌پذیری
 - ✓ کاهش فرساینده‌گی باد
- جمع‌بندی

مقدمه

فرسایش بادی یک فرآیند طبیعی رایج در بسیاری از نواحی خشک، نیمه خشک و زمین‌های کشاورزی جهان



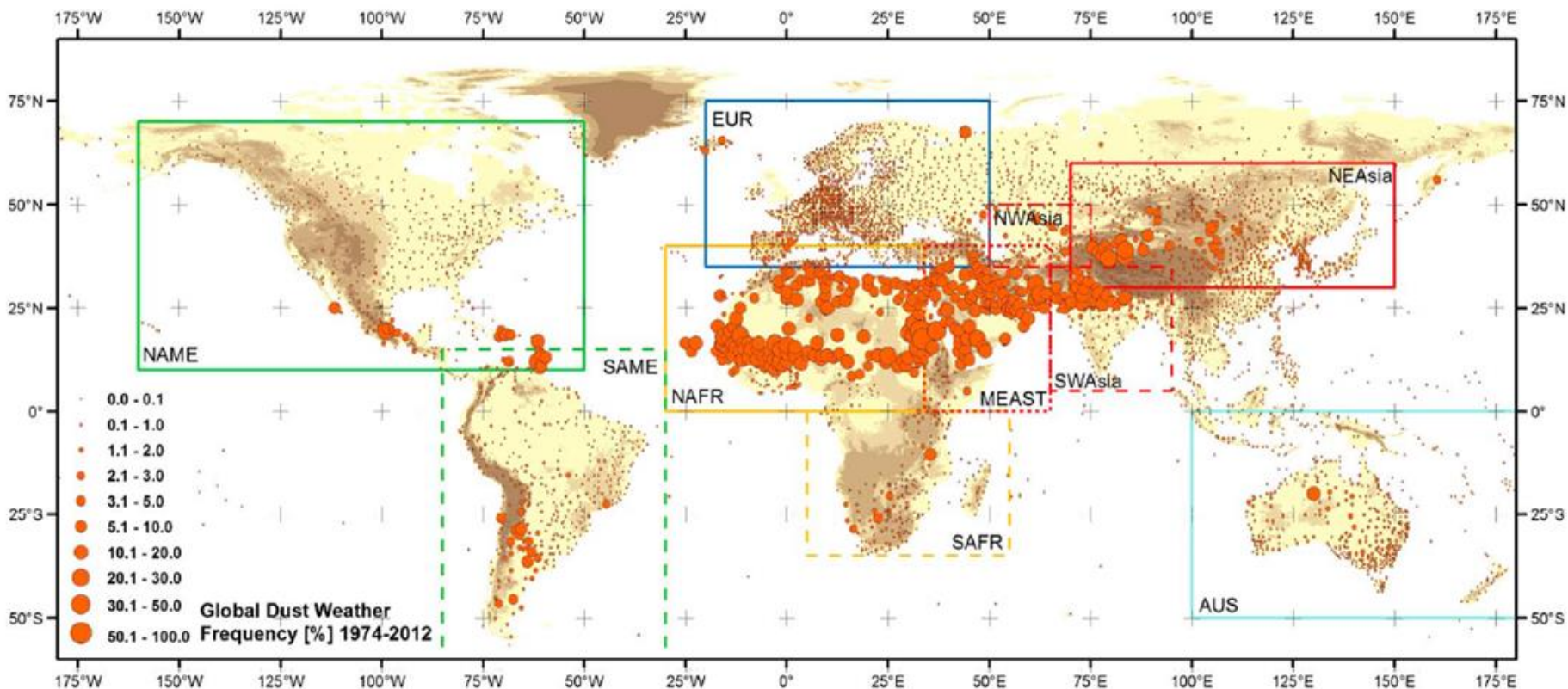
تصویری از طوفان گردوغبار در تهران (۱۳۹۳/۱۲/۴)



تصویر ماهواره‌ای از طوفان گردوغبار در بیابان صحرا

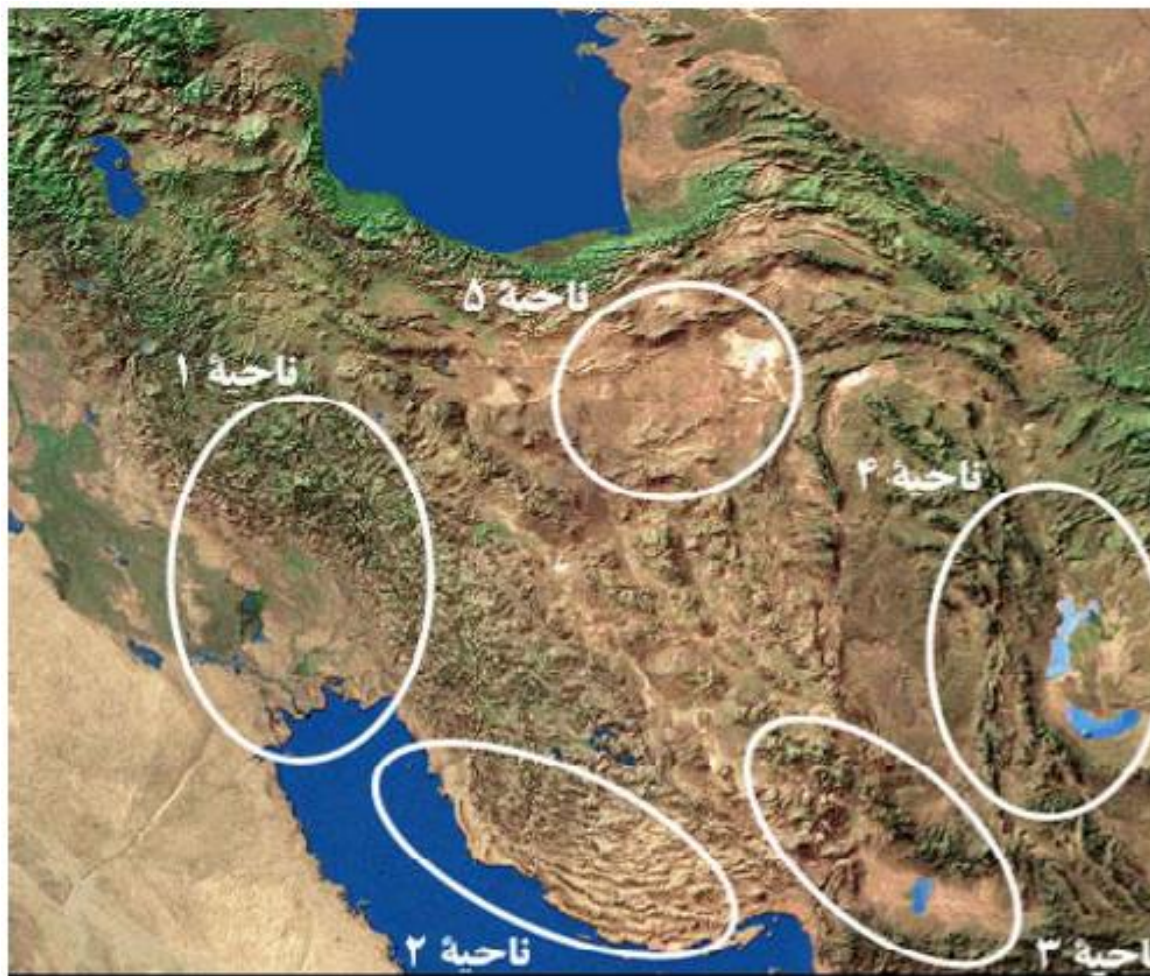
فرسایش بادی در جهان

کمربند گردوغبار در نیمکره شمالی: بزرگ‌ترین مناطق با فرکانس بالای طوفان‌های ماسه و گردوغبار (SDS)



الگوی فرکانس گردوغبار در دنیا از سال ۱۹۷۴-۲۰۱۲ (Tozer and Leys, 2013)

فرسایش بادی در ایران



کانون‌های اصلی ایجاد گردوغبار، در طول سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۸۰، (۱) منطقه مرزی هورالعظیم؛ (۲) نواحی ساحلی خلیج فارس؛ (۳) نواحی ساحلی دریای عمان؛ (۴) منطقه مرزی دریاچه هامون؛ (۵) نواحی جنوبی رشته کوه البرز (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۸)

اثرات فرسایش بادی

نواحی با فرسایش زیاد خاک: گردوغبار عمده ترین آلوده‌کننده هوا



افزایش غلظت گردوغبار تا ۶۰ برابر حد مجاز در اهواز و سیستان

بیماری‌ها:

- قلبی
- تنفسی
- پوستی
- عفونت‌های چشمی
- بیماری‌های ویروسی



افزایش ۱٪ میزان مرگ‌ومیر به ازای افزایش $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$ در غلظت ذرات PM10

اثرات فرسایش بادی



فرسایش بادی از سد باطله حاوی مواد رادیواکتیو

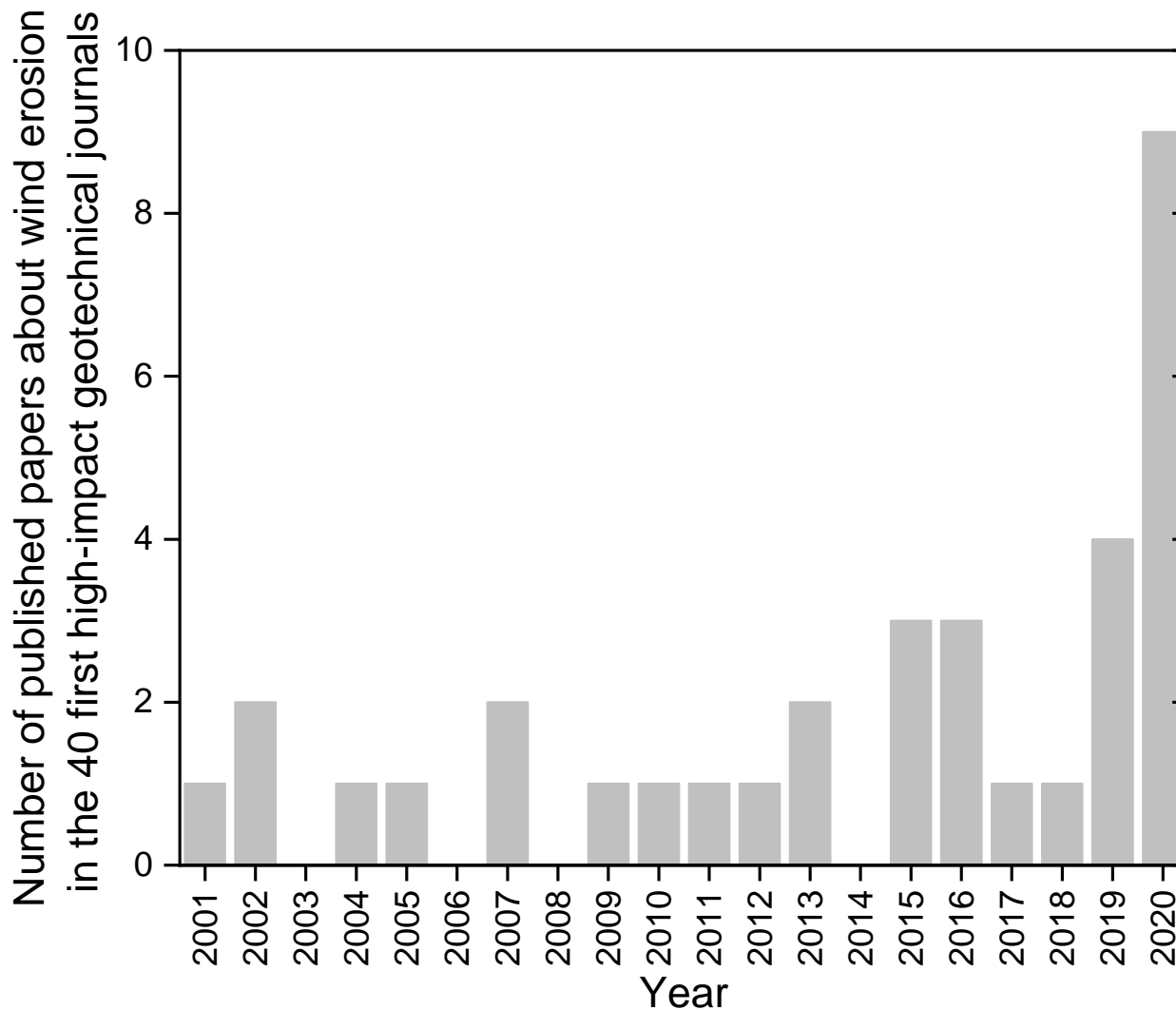
Tilaitand, Jadugoda Jharkhand, India, 2017



خسارات فرسایش بادی

سال	دفعات رخداد	کشور	خسارت	هزینه (میلیون دلار آمریکا)
۲۰۱۴-۲۰۰۱	۱۱۵	کویت	صادرات نفت	۰/۸ در هر تانکر
۲۰۱۳	نامشخص	ایران	سلامت، حمل‌ونقل (هوایی و جاده‌ای)، کشاورزی	۱۰۴۴
۲۰۱۳	نامشخص	عراق	سلامت، حمل‌ونقل (هوایی و جاده‌ای)، کشاورزی	۱۴۰۴
۲۰۰۹	۱	استرالیا	حمل‌ونقل هوایی، ساخت‌وساز، تعطیلی، کشاورزی	۲۹۹
۲۰۰۵-۲۰۰۰	۳۳۵	ایران	تصادفات رانندگی، آسیب جاده‌ای، سلامت، تعطیلی مدارس	۱۲۴/۹
سالانه	نامشخص	ایران	سلامت، حمل‌ونقل هوایی، تابلوها، سیستم آبیاری	۸۲/۶
۲۰۰۲	۱	کره جنوبی	سلامت، هواپیمایی	۵۶۰۰
۲۰۰۰	۱	چین	تولید، کشاورزی، ساخت‌وساز، تجارت	۴۸۵/۸
سالانه	نامشخص	استرالیا	منابع نیرو، تصادفات رانندگی، حفاظت راه‌ها، حمل و نقل هوایی	۱۶
سالانه	نامشخص	آمریکا	حفاظت راه‌ها، محوطه‌سازی	۴۶۶

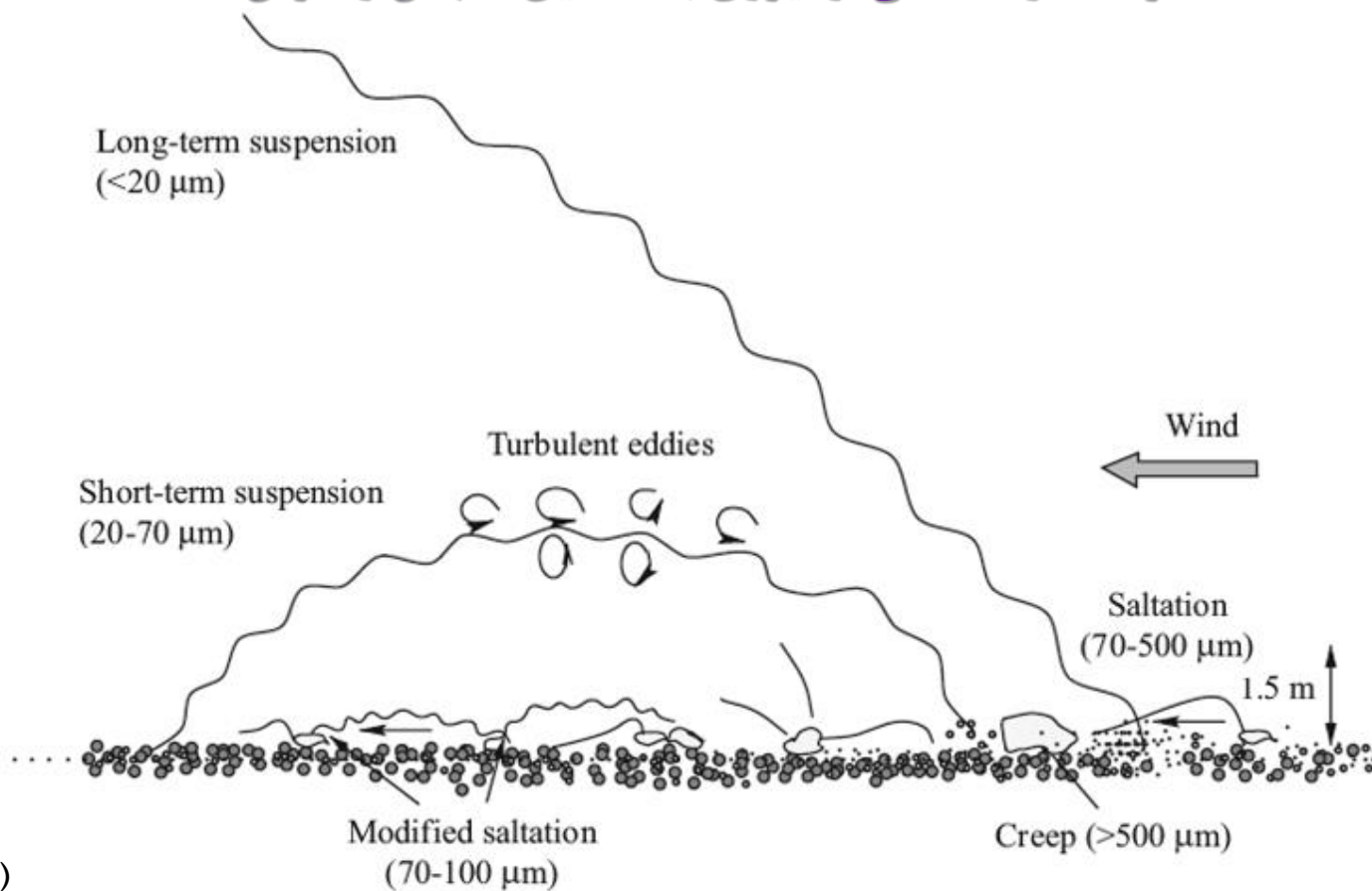
تعداد مقالات منتشر شده در خصوص فرسایش بادی در چهل مجله معتبر اول ژئوتکنیکی



فیزیک فرسایش بادی

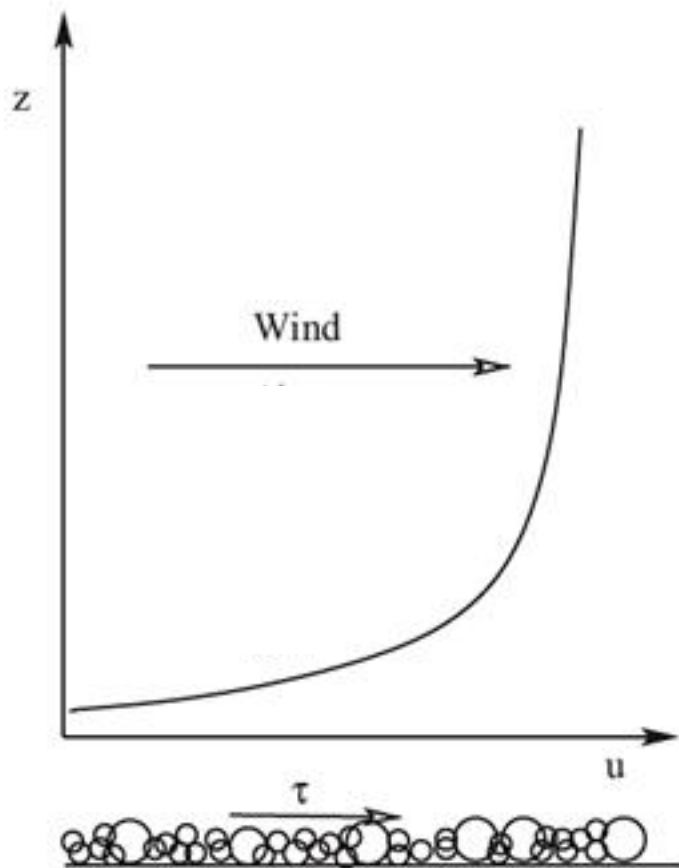
مکانیسم فرسایش بادی

حرکت ذرات ناشی از نیروی باد: تعلیق، جهش و خزش



(Shao, 2008)

فرساینده‌گی باد



$$\bar{U}_x(z) = \frac{u_*}{K} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$\tau = u_*^2 \cdot \rho_a$$

u_* : سرعت اصطکاکی

K ثابت وون کارمان با مقداری در حدود ۰/۴۰

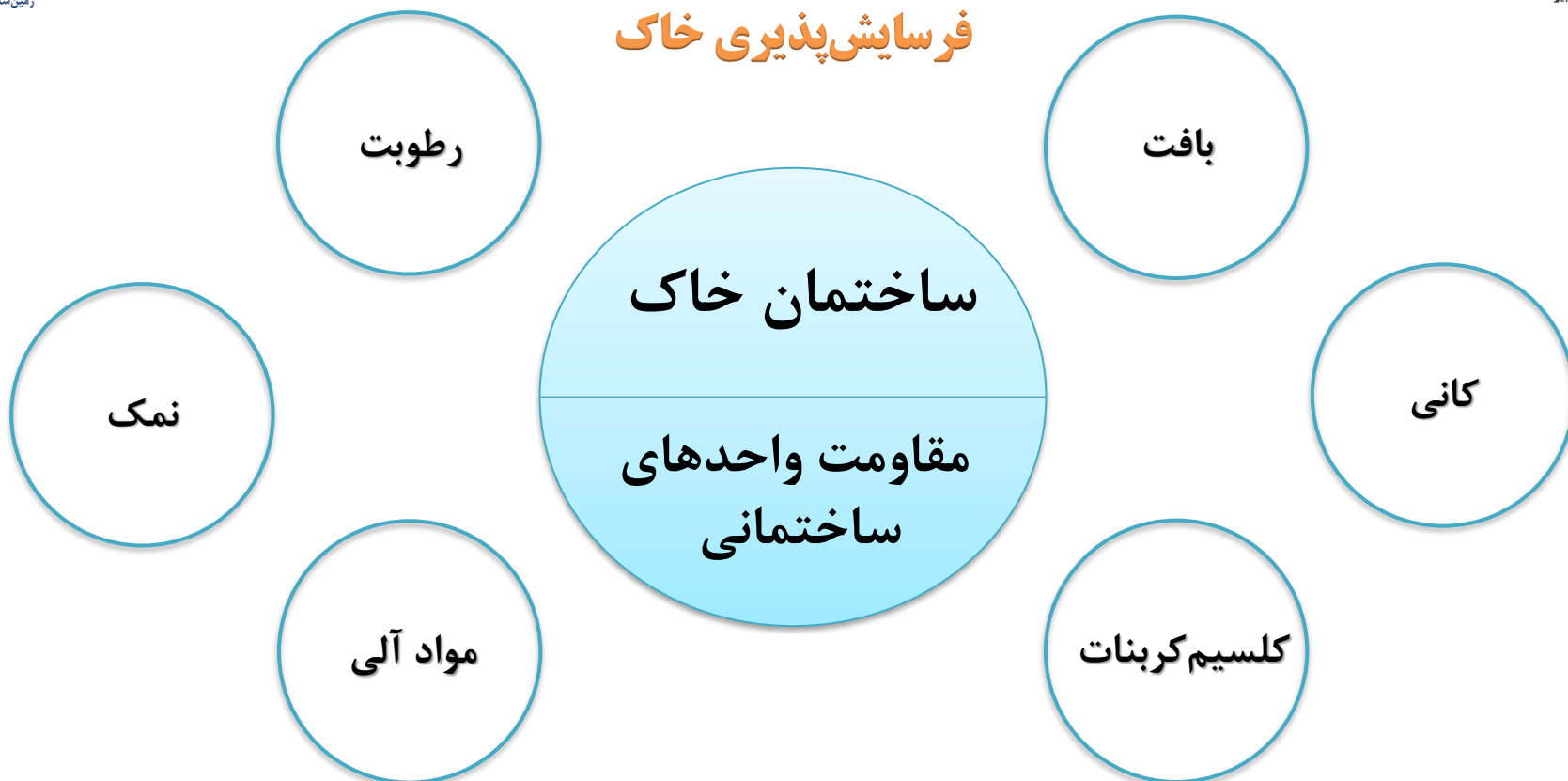
z : ارتفاع از سطح

z_0 : زبری ایرودینامیک سطح

τ : تنش برشی در سطح

ρ_a : دانسیته هوا

فرسایش‌پذیری خاک



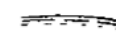
Materials among
the secondary
aggregates



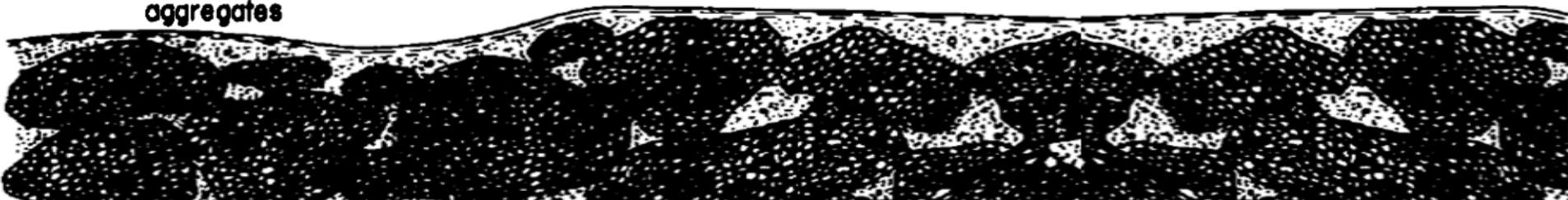
Secondary aggregate



Primary aggregates



Surface crust



روش‌های کنترل فرسایش بادی

کاهش فرسایش پذیری

- پوشش گیاهی
- مالچ نفتی
- ترکیبات آلی و غیر آلی
- مالچ‌های رسی و آهکی
- زیست‌فناوری

کاهش فرساینده‌گی

- پوشش گیاهی
- مالچ سنگریزه‌ای
- بادشکن
- شخم زمین
- کشت نواری

کاهش فرساینده‌گی

بادشکن شطرنجی ساقه‌ای



نرده ماسه



بسته‌های علوفه به‌عنوان بادشکن



لاستیک‌های فرسوده به‌عنوان بادشکن



❖ بادشکن شطرنجی ساقه‌ای

✓ استفاده از ساقه‌های گیاهانی همچون برنج، گندم یا نی

✓ یک روش معمول در چین با سابقه ۱۰۰ ساله

✓ نیمی از ساقه درون خاک و نیمی از آن بیرون خاک

✓ بهینه‌ترین ارتفاع ساقه بالای خاک در حدود ۱۰-۲۰cm

✓ بهینه‌ترین فاصله ردیف‌ها ۱ m

✓ افزایش زبری ایرودینامیکی سطح تا ۶۰۰ برابر

✓ کاهش سرعت باد تا ۴۰٪ در ارتفاع ۰/۵ متری



❖ نرده ماسه

- ✓ حصار با قطعات قائم یا افقی
- ✓ در جهت عمود بر باد غالب نصب می‌شوند
- ✓ رسوب ذرات ماسه به دلیل افت ناگهانی فشار جریان در نزدیکی نرده
- ✓ ارتفاع نرده، معمولاً ۲ m
- ✓ ابعاد الوارها ۱۸۰×۴×۱ cm
- ✓ فاصله نرده‌ها از محل مورد حفاظت ۲۰۰ m



کاهش فرسایش پذیری



آثار زیست محیطی استفاده از مالچ نفتی



❖ روش‌های زیست‌فناوری

- ایجاد پوسته زیستی توسط میکروارگانیسم‌های فوتوتروفیک
- ایجاد سیمان زیستی بین ذرات خاک با استفاده از باکتری‌ها (MICP)
- ایجاد سیمان زیستی بین ذرات خاک با استفاده از آنزیم‌ها (EICP)
- ایجاد پوسته با استفاده از بقایای میکروارگانیسم‌ها (بایوپلیمرها)

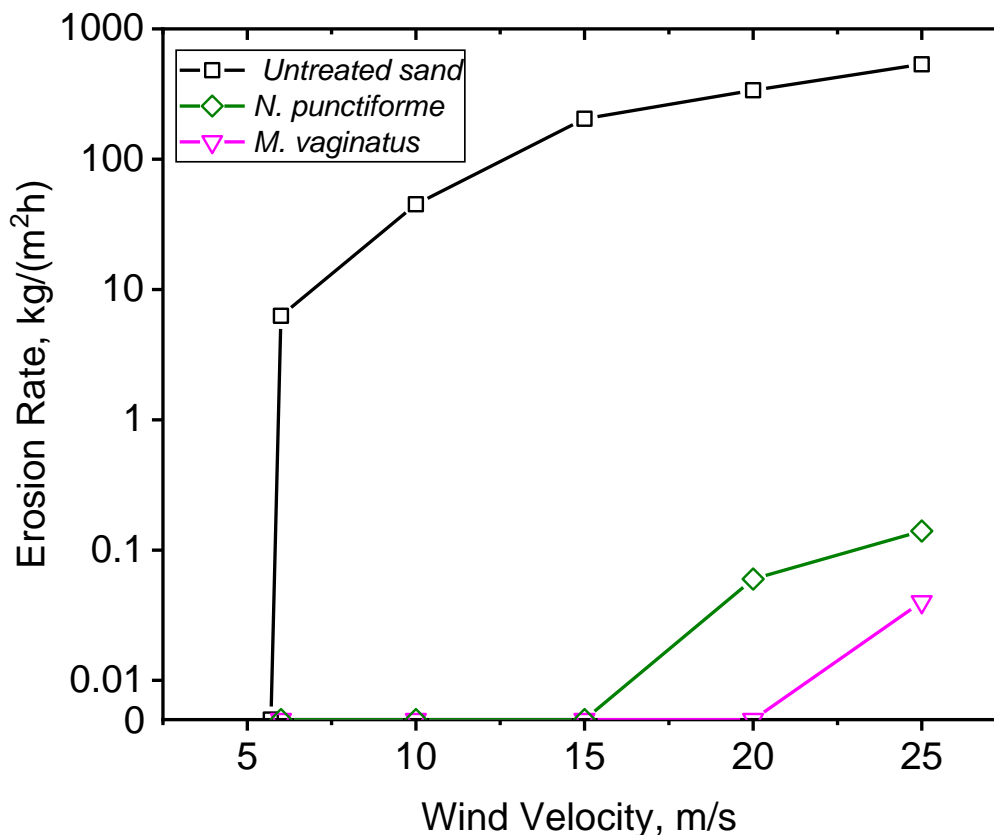
❖ روش‌های زیست‌فناوری

سیانوباکتری

Microcoleus vaginatus

Nostoc punctiforme

ایجاد پیوند پلی‌ساکاریدی بین ذرات ماسه در فرآیند فتوسنتز



استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در کنترل فرسایش بادی خاک

➤ کاهش فرسایندگی باد

➤ کاهش فرسایش پذیری خاک

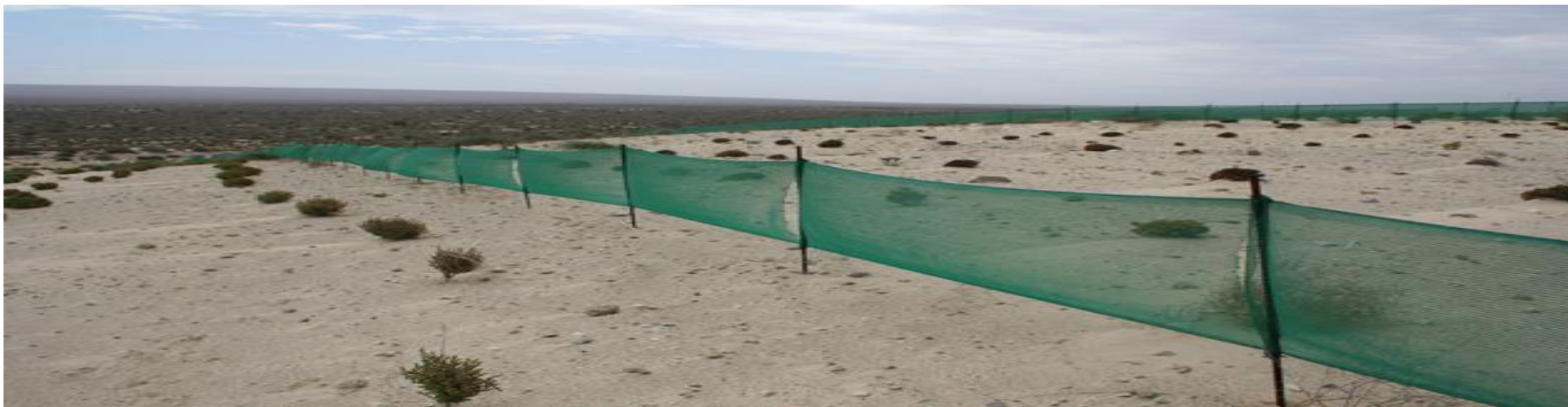
کاهش فرسایندگی باد با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

❖ حائل ژئوسنتتیکی

- استفاده در نزدیکی مزارع و باغ‌ها
- استفاده در نزدیکی خطوط جاده‌ای و ریلی
- استفاده در نزدیکی تأسیسات و سازه‌های برون‌شهری

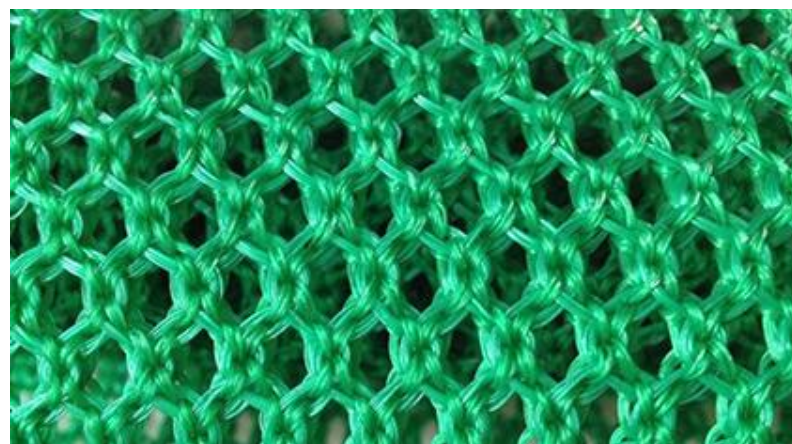
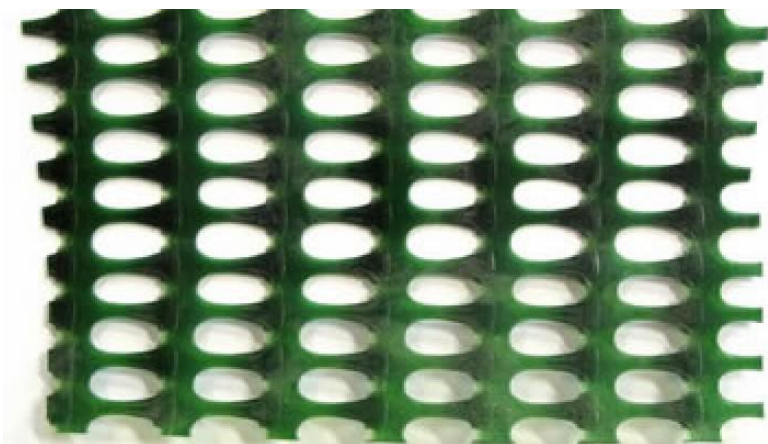
کارکرد

- ✓ کاهش سرعت باد
- ✓ رسوب ذرات ماسه موجود در جریان باد



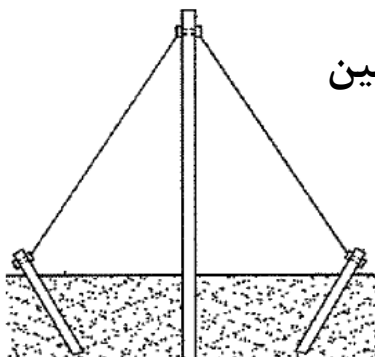
مصالح مورد استفاده برای حائل ژئوسنتتیکی

پلی اتیلن	ماده سازنده
پلی اتیلن فشرده	
۴۵-۸۵	درصد پوشش
۳۵۰-۳۰ g/m ²	وزن
۱-۲ m	عرض
۲۰-۳۰۰ m	طول
۴۵-۸۵	درصد کاهش باد

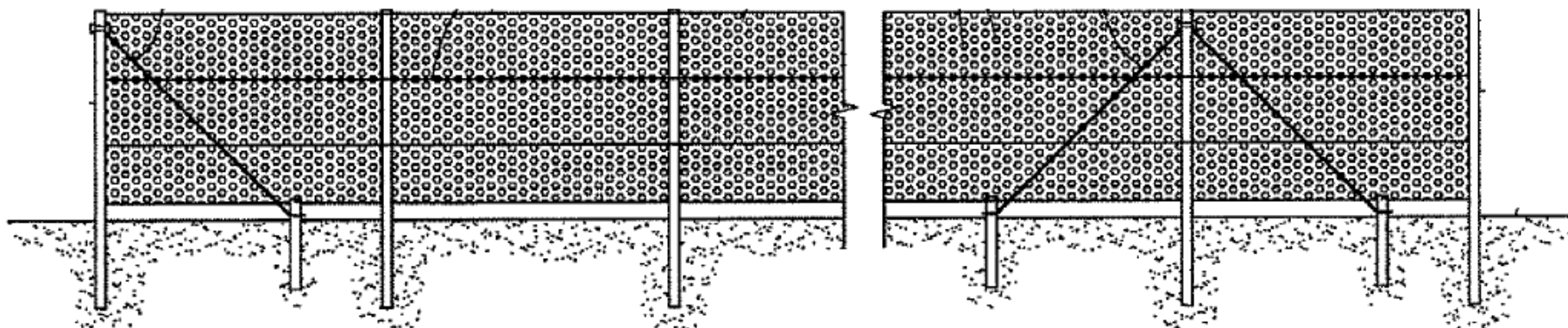


نحوه اجرای حائل ژئوسنتتیکی

دید از طرفین



دید از جلو



دید از بالا



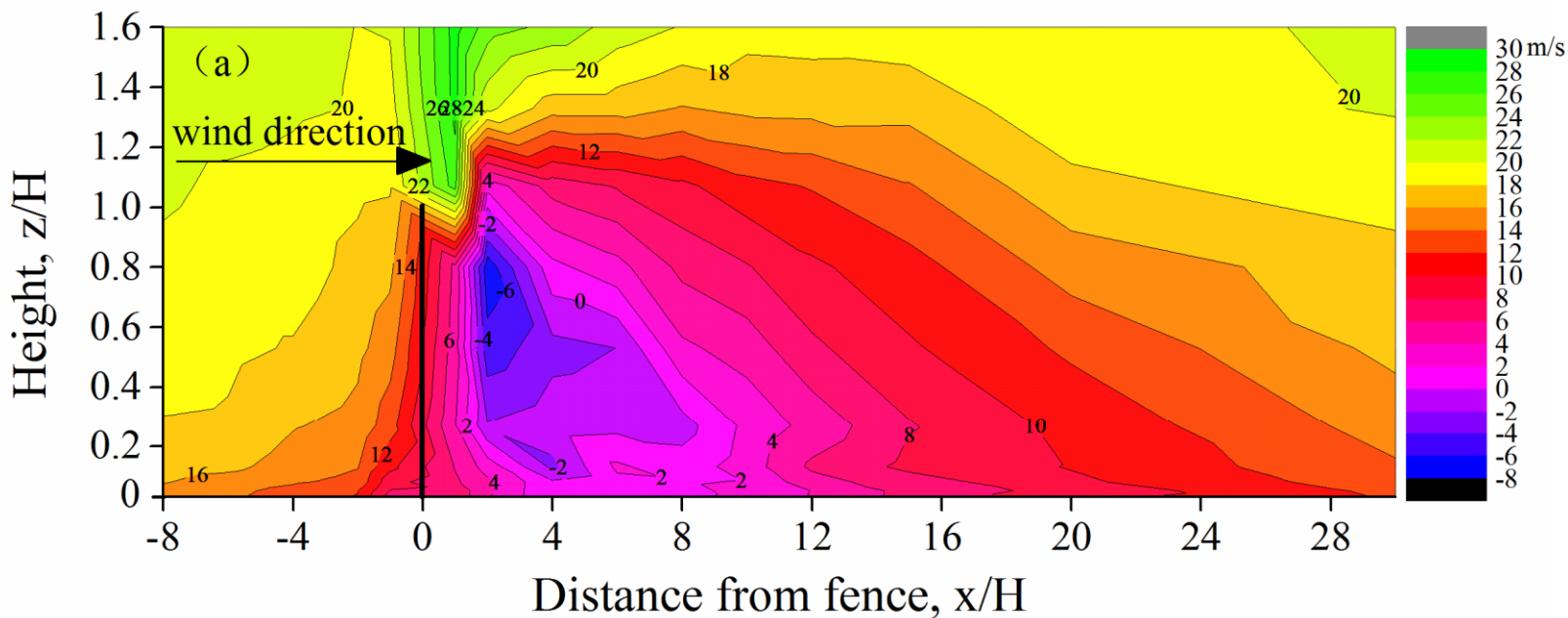
مطالعات انجام شده در خصوص حائل ژئوسنتتیکی

عملکرد حائل ژئوسنتتیکی در کاهش سرعت باد

- آزمایش تونل باد (Zhang et al. (2020)

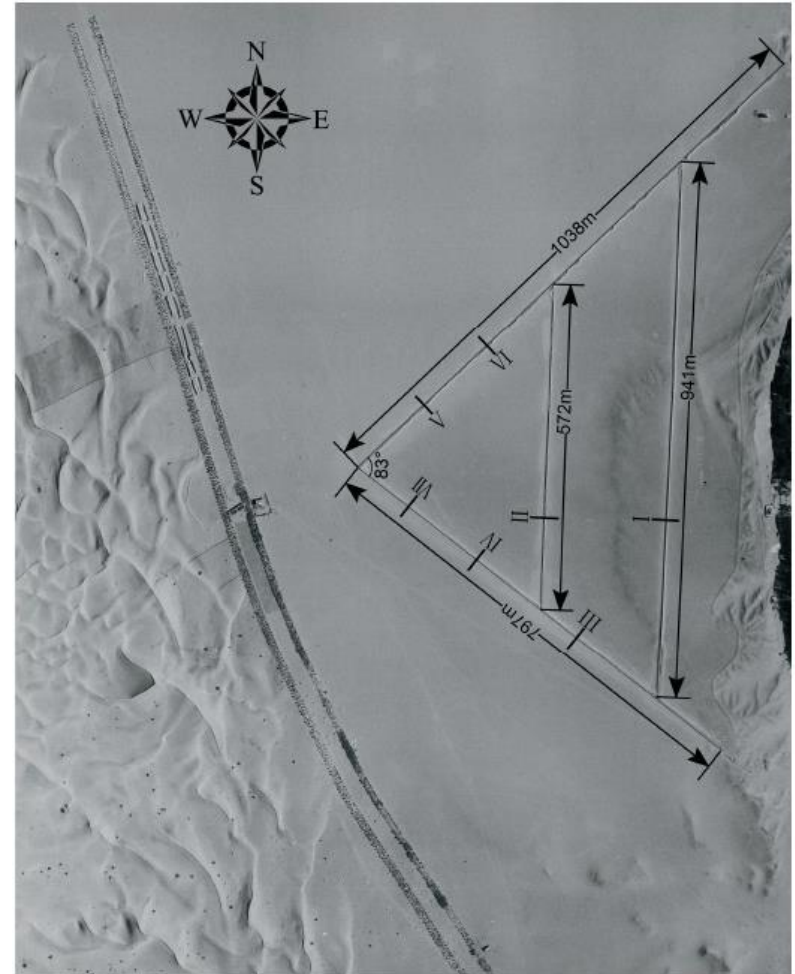
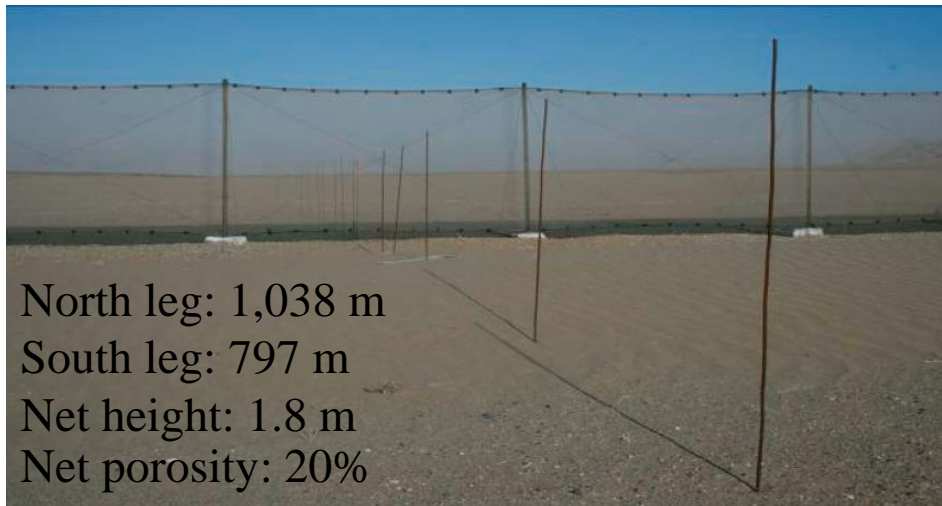
- نسبت تشابه ۱:۱۰

- ارتفاع حائل (H): ۱۵ سانتیمتر



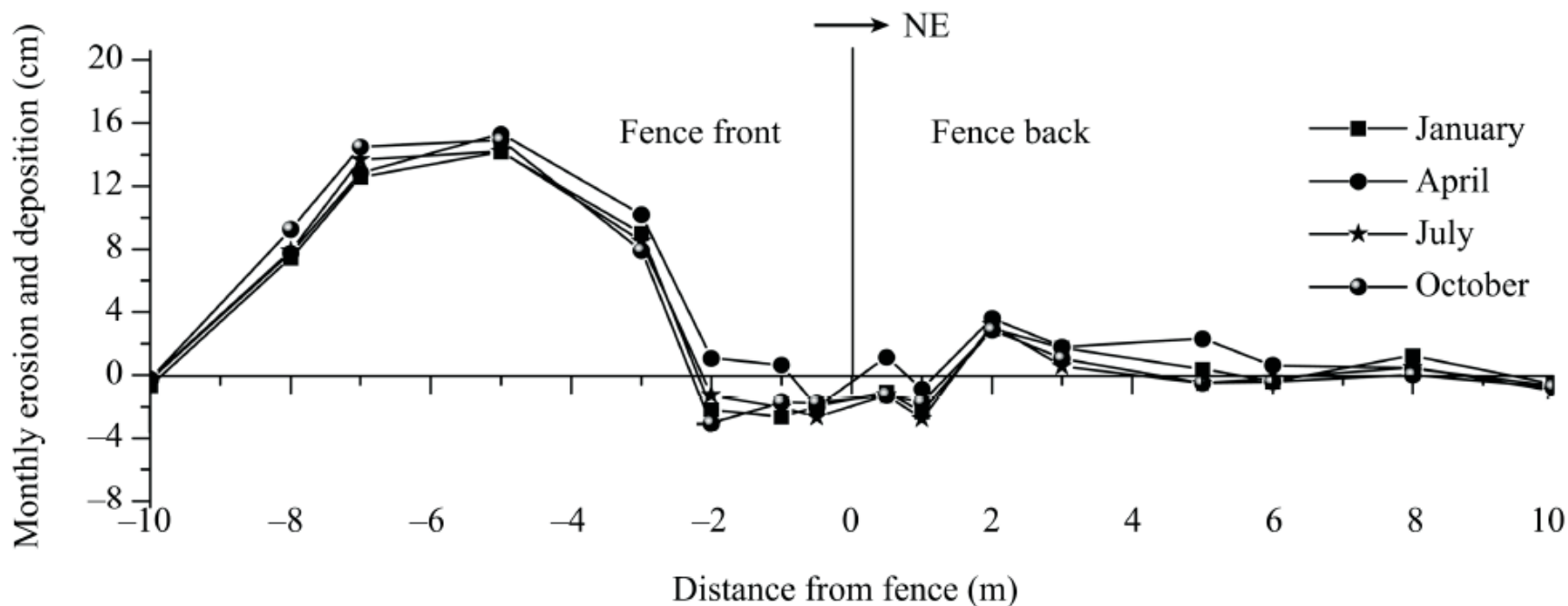
مطالعات انجام شده در خصوص حائل ژئوسنتیکی

Li et al. (2012)



مطالعات انجام شده در خصوص حائل ژئوسنتتیکی

Li et al. (2012)



میانگین ماهانه انباشت ماسه در طول سال های ۲۰۰۳-۲۰۰۸ اطراف حائل جنوبی

کاهش فرساینده‌گی باد با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

❖ بادشکن شطرنجی ژئوسنتتیکی

- کنترل ماسه‌های روان در بیابان‌ها
- رسوب ماسه موجود در جریان باد هنگام عبور از بادشکن
- قابل استفاده در ابعاد وسیع
- کمک به ایجاد پوشش گیاهی

کارکرد

✓ افزایش زبری ایرودینامیکی سطح و در نتیجه کاهش سرعت باد در نزدیکی سطح

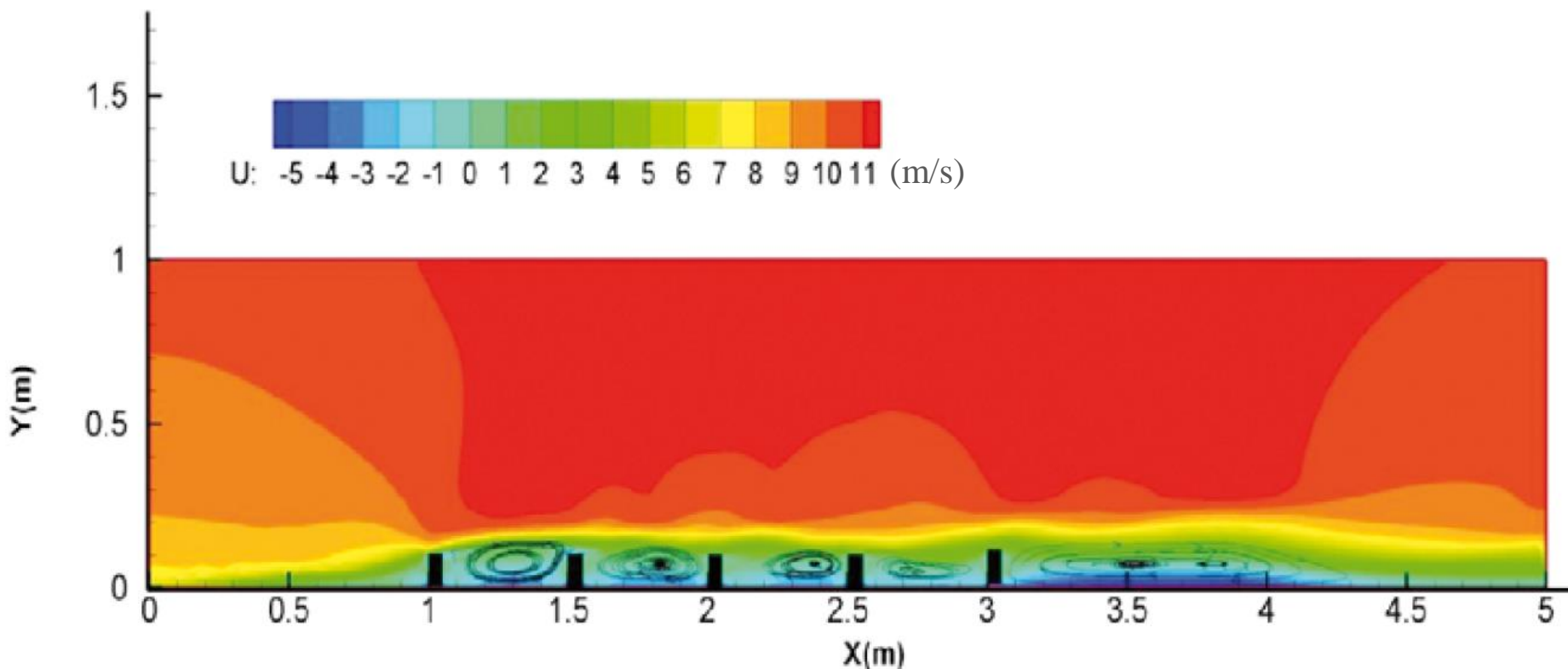


نحوه اجرای بادشکن شطرنجی

- جنس: پلی اتیلن، پلی اتیلن فشرده
- ارتفاع: 20 cm
- ابعاد بهینه هر خانه: 1×1 m
- نسبت فضای خالی بهینه: 50%

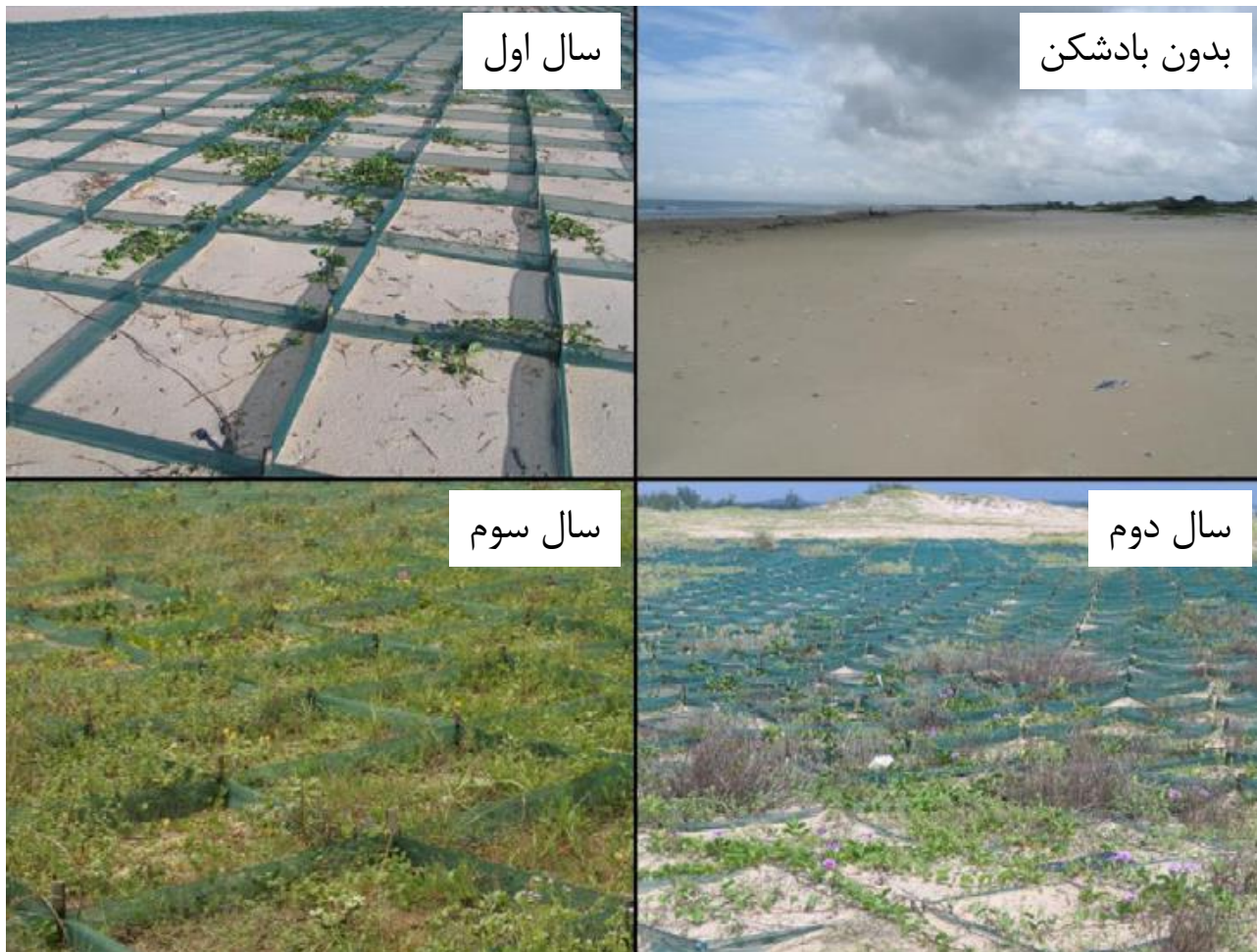


مطالعات انجام شده در خصوص بادشکن شطرنجی ژئوسنتتیکی



Huang et al. (2019) کانتور سرعت باد در بالای بادشکن شطرنجی

مطالعات انجام شده در خصوص بادشکن شطرنجی ژئوسنتتیکی



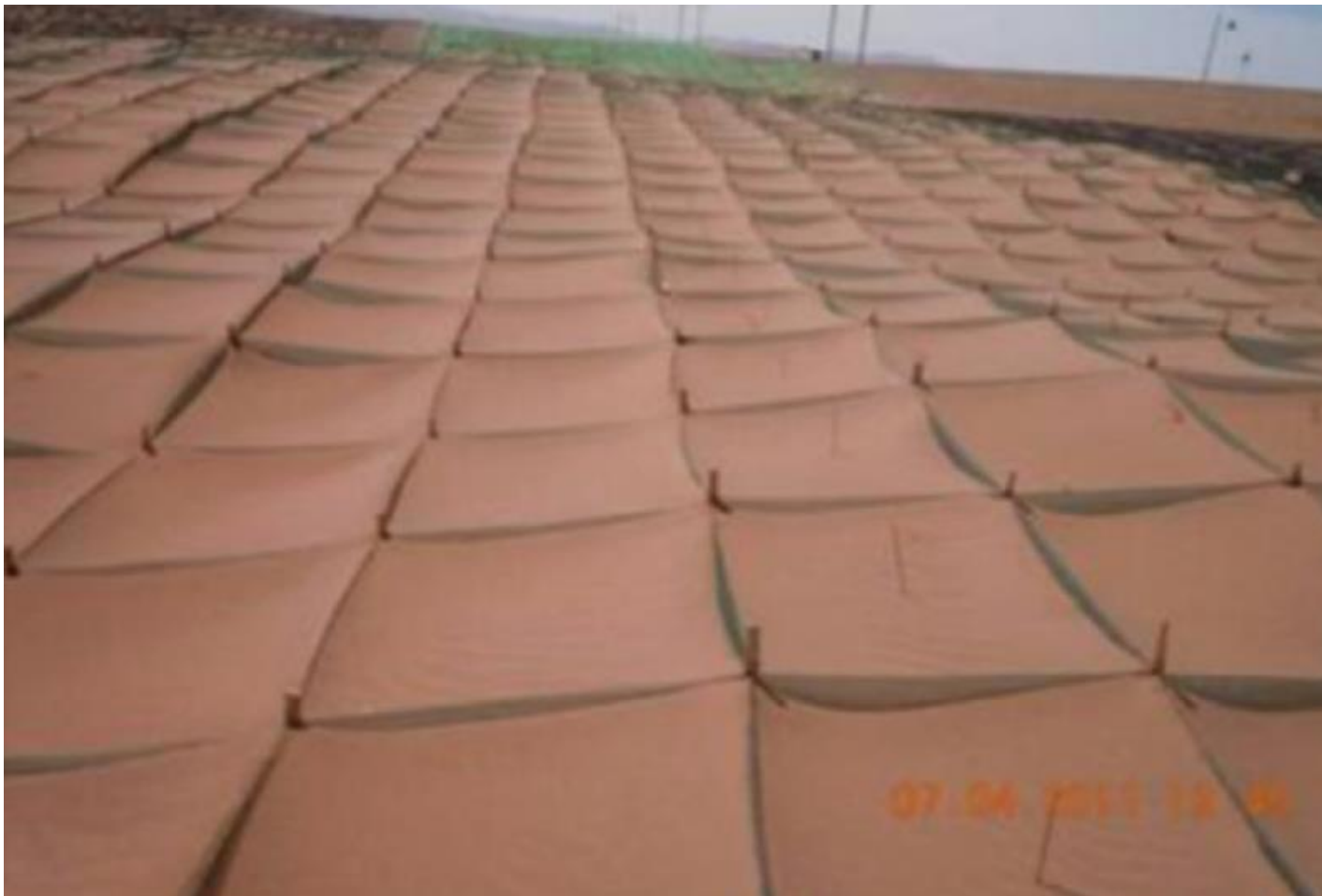
کمک به استقرار پوشش گیاهی طبیعی (Jianjun et al., 2013)

مطالعات انجام شده در خصوص بادشکن شطرنجی ژئوسنتتیکی



استفاده ترکیبی بادشکن شطرنجی و درختچه (Feng et al., 2019)

مطالعات انجام شده در خصوص بادشکن شطرنجی ژئوسنتتیکی



پس از چندین سال

کاهش فرساینده‌گی باد با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

❖ بادشکن شطرنجی ژئوسنتتیکی (ژئوممبرین)



کاهش فرساینده‌گی باد با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

❖ بادشکن شطرنجی ژئوسنتتیکی (ژئوممبرین)



کاهش فرسایش پذیری خاک با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

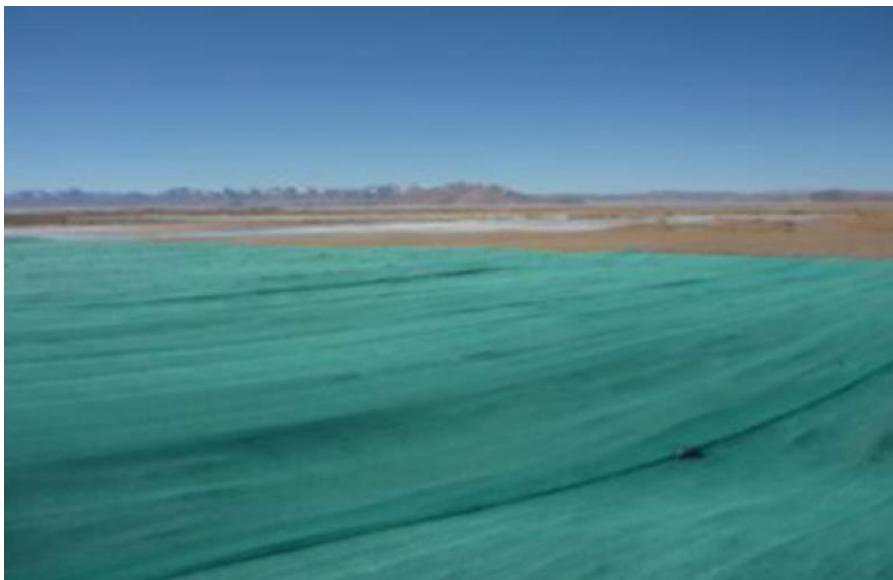
❖ پوشش ژئوسنتتیکی

- استفاده در سایت‌های ساخت‌وساز
- استفاده در محل دپوی نخاله‌ها
- مناسب برای میدان با ابعاد محدود
- کنترل انتشار گردوغبار محلی



کاهش فرسایش پذیری خاک با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

❖ پوشش ژئوسنتتیکی



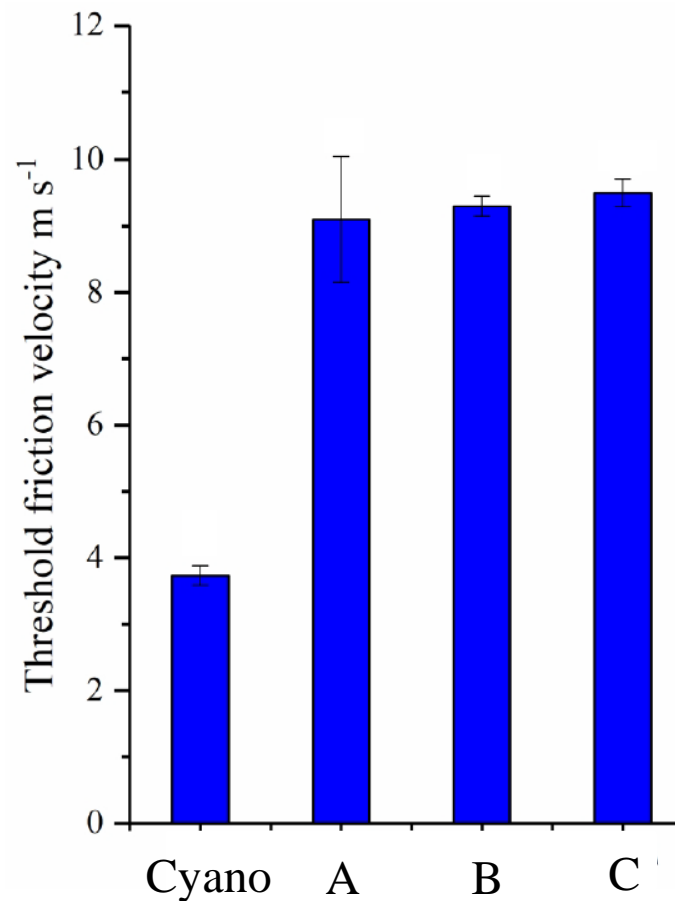
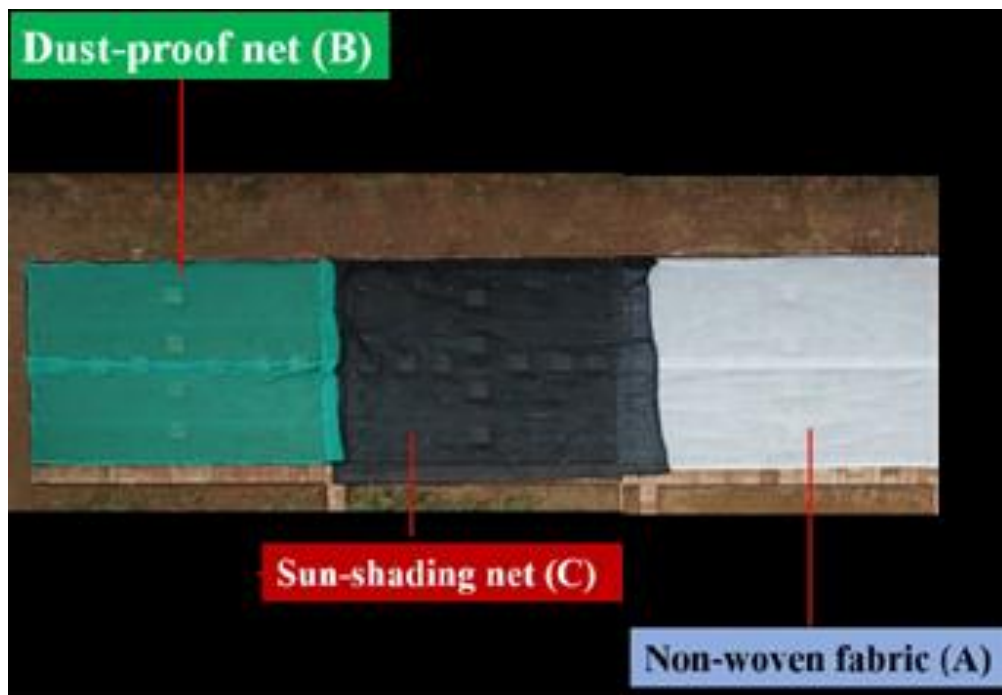
مصالح مورد استفاده برای پوشش ژئوسنتتیکی

پلی اتیلن	ماده سازنده
۹۵-۳۰	درصد پوشش
۳۵۰-۳۰ g/m ²	وزن
۸ m	عرض
۱۰۰ m	طول
۳-۵ سال	دوام



کاهش فرسایش پذیری خاک با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

❖ ترکیب تلقیح سیانوباکتری در خاک و پوشش ژئوسنتتیکی

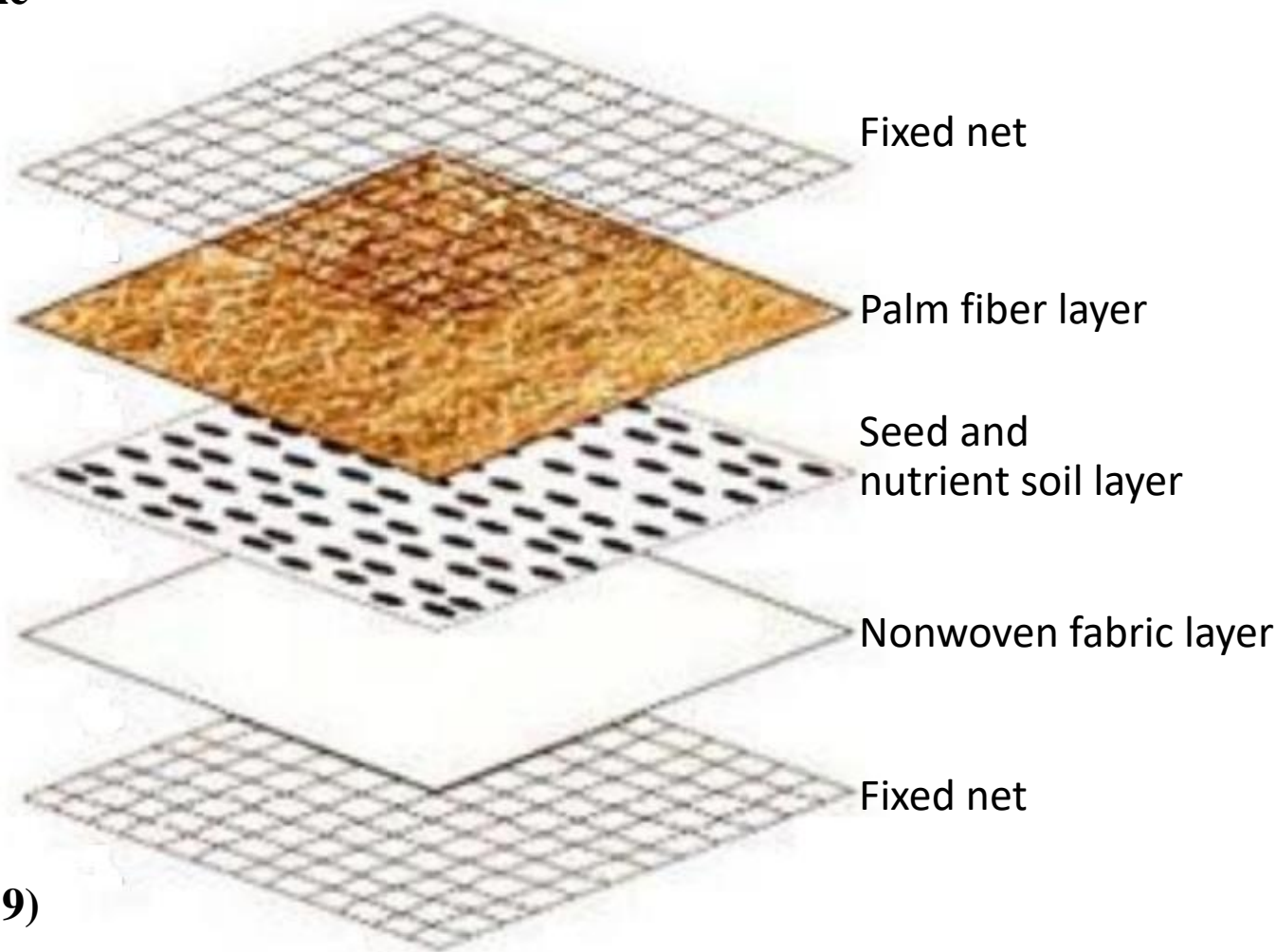


(Zhao et al., 2020)

کاهش فرسایش پذیری خاک با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

❖ ژئوسنتتیک چند لایه با دانه گیاهان صحرائی

Palm mat geotextile



Zhong et al. (2019)

کاهش فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها

Palm mat geotextile

❖ ژئوسنتتیک چند لایه با دانه گیاهان صحرائی



ایجاد پوشش گیاهی در استفاده از (Zhong et al., 2019) Palm mat geotextile

جمع‌بندی

- ✓ به دلیل قرار گرفتن ایران در ناحیه خشک بیابانی جهان، هر ساله تعداد زیادی پدیده فرسایش باد رخ می‌دهد.
- ✓ هر پدیده ده‌ها میلیون دلار خسارت به بخش‌های مختلف وارد می‌کند.
- ✓ روش‌های رایج کنترل فرسایش بادی در ایران استفاده از مالچ نفتی و کاشت نهال است.
- ✓ با توجه به اثرات زیست‌محیطی مالچ نفتی و مراقبت و آب لازم در کاشت نهال، استفاده از روش‌های جایگزین یا ترکیبی بسیار حائز اهمیت است.
- ✓ با توجه به تنوع، گستردگی و سهولت بکارگیری ژئوسنتتیک‌ها و همچنین موفقیت استفاده از این محصولات در کنترل فرسایش بادی در کشورهای دیگر، این مصالح می‌توانند در کنترل فرسایش بادی در کشور مورد استفاده قرار گیرند.
- ✓ رواج استفاده از محصولات ژئوسنتتیک در کشور نیازمند توجه سرمایه‌گذاران و ابداعات و پژوهش‌های دانشگاهیان است.

با تشکر از توجه شما!

