

A comparative study of CSC and MWAC sediment traps efficiency for loamy sand and sandy soil textures under laboratory conditions

Moslem Yazdani¹, Hamidreza Azimzadeh^{2*}, Hamidreza Karimzadeh³, Mohsen Soleimani⁴

- 1- PhD Student in Rangeland Management, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran
2*- Corresponding author, Associate Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran. Email: hazimzadeh@yazd.ac.ir
3- Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran
4- Associate Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

Received:03/10/2024

Revised:09/03/2024

Accepted: 03/05/2025

Published: 04/08/2025

Abstract

Background and Objectives

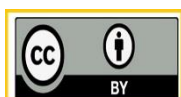
Accurate measurement of wind erosion and dust intensity requires precise sediment traps. However, traps with varying geometric and aerodynamic properties differ in their efficiency for collecting, retaining, and selecting wind-blown particles. This study evaluates the collection efficiency, retention capacity, and particle selectivity of two widely used wind erosion sediment traps—the Cox Sand Catcher (CSC) and the Modified Wilson and Cooke (MWAC)—in Iran, where they have recently been implemented for wind erosion monitoring.

Methodology

Tests were conducted using soils from two wind erosion hotspots in Iran: God-e-Govar (Bafq) and Gavkhuni (Sajzi). A suction-type wind tunnel was equipped with custom-designed bases for the traps and soil trays. Experiments were performed in a controlled laboratory setting at wind speeds of 6.1, 7.88, 9.35, and 10.62 m/s. Collection efficiency, retention capacity, and particle selectivity were measured for both traps.

Results

For loamy sand soil, the CSC trap's collection efficiency at wind speeds of 6.1, 7.88, 9.35, and 10.62 m/s was $20.61 \pm 1.11\%$, $43.06 \pm 2.47\%$, $35.90 \pm 5.12\%$, and $29.41 \pm 1.78\%$, respectively. For sandy soil from Bafq, efficiencies were $25.35 \pm 3.35\%$, $47.33 \pm 4.00\%$, $41.68 \pm 5.19\%$, and $33.11 \pm 3.83\%$. In contrast, the MWAC trap's efficiencies for loamy sand were $29.75 \pm 4.02\%$, $31.95 \pm 7.18\%$, $57.57 \pm 5.21\%$, and $62.84 \pm 5.82\%$, and for sandy soil, $43.92 \pm 8.83\%$, $44.23 \pm 4.34\%$, and $47.19 \pm 2.97\%$ at the respective wind speeds. Both traps exhibited retention efficiencies exceeding 95% for both soil textures. Selectivity was lower for very fine particles ($<100 \mu\text{m}$) and very coarse particles ($>1 \text{ mm}$), but the CSC trap showed greater selectivity for sand particles due to its design.



Conclusion

The MWAC trap's collection efficiency increased with wind speed for both loamy sand and sandy soils, whereas the CSC trap's efficiency peaked at approximately 8 m/s before declining. These differences stem from the traps' geometric and aerodynamic designs. Both traps showed reduced selectivity for very fine ($<100\ \mu\text{m}$) and very coarse ($>1\ \text{mm}$) particles, with the CSC trap being more selective for sand particles. Collection efficiency, retention, and selectivity depend on soil particle size distribution, wind speed, and trap design.

Keywords: Land management, sediment trap, soil loss, wind erosion.

بررسی کارایی نسبی تله‌های رسوبگیر CSC و MWAC برای دو نوع بافت خاکی لومی شنی و شنی در شرایط آزمایشگاهی

مسلم یزدانی^۱، حمیدرضا عظیم‌زاده^{۲*}، حمیدرضا کریم‌زاده^۳ و محسن سلیمانی^۴

۱- دانشجوی دکتری مرتع‌داری، گروه مرتع و آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

پست الکترونیک: hazimzadeh@yazd.ac.ir

۳- دانشیار، گروه بیابان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۴- دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۵

تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۳/۰۶/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰

چکیده

سابقه و هدف

تعیین مقدار عددی شدت فرسایش بادی و گردوغبار نیاز به اندازه‌گیری دقیق دارد. از سوی دیگر، تله‌های رسوبگیر با ویژگی‌های هندسی و ائروپنایمیک متفاوت، بازدهی گوناگونی در جمع‌آوری، نگهداشت و انتخابگری ذرات بادرقت دارد. ازاین‌رو، لازم است تا بازدهی تله‌ها تعیین و در سنجش مقدار فرسایش بادی مد نظر قرار گیرد. در این پژوهش بازدهی جمع‌آوری و نگهداشت دو نوع تله رسوبگیر فرسایش بادی Cox Sand Catcher (CSC) و Modified Wilson Cooke (MWAC) مقایسه شد. این دو تله، در مطالعات سنجش و پایش فرسایش بادی در دنیا و به تازگی در ایران استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

آزمون‌ها با استفاده از دو خاک کانون بحرانی فرسایش بادی کشور شامل گود گوار بافق و گاوخونی (سجری) انجام شد. پایه‌های لازم برای استقرار تله و سینی خاک در تونل باد از نوع مکند هوا، طراحی و ساخته شد. اندازه‌گیری‌ها در محیط آزمایشگاهی با تونل باد در سرعت‌های ۶/۱، ۷/۸۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه انجام و بازدهی جمع‌آوری، نگهداشت و انتخابگری ذرات برای دو تله اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد بازدهی جمع‌آوری تله CSC در سرعت‌های ۶/۱، ۷/۸۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه برای خاک سجری با بافت لومی شنی به ترتیب برابر با $(1/11 \pm 20/61)$ ، $(2/47 \pm 43/06)$ ، $(5/12 \pm 35/90)$ و $(1/78 \pm 29/41)$ درصد و برای نمونه خاک بافق با بافت شنی به ترتیب برابر با $(3/35 \pm 25/35)$ ، $(4/00 \pm 47/33)$ ، $(5/19 \pm 41/68)$ و $(3/83 \pm 33/11)$ می‌باشد و در تله MWAC نیز به ترتیب برای سرعت باد ۶/۱، ۷/۸۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه برای خاک با بافت لومی شنی به ترتیب برابر با $(4/02 \pm 29/75)$ ، $(7/18 \pm 31/95)$ ، $(5/21 \pm 57/57)$ و $(5/82 \pm 62/84)$ درصد و برای خاک با بافت شنی نیز به ترتیب برابر با $(8/83 \pm 43/92)$ ، $(4/34 \pm 44/23)$ و $(2/97 \pm 47/19)$ است. همچنین در مورد بازدهی نگهداشت در هر دو تله رسوبگیر برای هر دو نوع بافت خاک مورد بررسی، بیش از ۹۵ درصد بود. تله‌ها به‌طور عمده دارای انتخابگری کمتر در دو محدوده ذرات بسیار ریز (کمتر از ۱۰۰ میکرون) و بسیار درشت (بزرگ‌تر از ۱ میلی‌متر) هستند، اما تله CSC با توجه به طراحی خاص، ذرات شن را با

انتخابگری بیشتر جمع‌آوری می‌کند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با افزایش سرعت باد بازدهی جمع‌آوری تله MWAC برای هر دو نمونه خاک (شنی و لوم شنی) افزایش یافت ولی در تله CSC با افزایش تا سرعت حدود ۸ متر بر ثانیه و بعد کاهش برای هر دو بافت خاک همراه بود. دلیل این اختلاف، در ویژگی‌های هندسی و شکل تله است. تله‌ها به‌طور عمده دارای انتخابگری کمتر در دو محدوده ذرات بسیار ریز (کمتر از ۱۰۰ میکرون) و بسیار درشت (بزرگ‌تر از ۱ میلی‌متر) می‌باشد، اما تله CSC با توجه به طراحی خاص، ذرات شن را با انتخابگری بیشتر جمع‌آوری می‌کند. بدین لحاظ بازدهی جمع‌آوری، نگهداشت و انتخابگری ارتباط تنگاتنگی با توزیع دانه‌بندی خاک، سرعت باد و فرم هندسی و ائروپنمیک تله دارد.

واژه‌های کلیدی: تله رسوب‌گیر، فرسایش بادی، مدیریت سرزمین، هدررفت خاک.

مقدمه

پدیده فرسایش خاک یکی از اصلی‌ترین فرایندهای تخریب اراضی در مناطق مختلف دنیا است که در ایران نیز رواج دارد. این پدیده با افزایش جمعیت و دست‌اندازی انسان بر منابع طبیعی و مدیریت‌های غیراصولی به شدت افزایش یافته است، به‌طوری‌که باعث کاهش سطح کیفیت زندگی انسان در نقاط مختلف جهان شده است (Mina et al., 2022). با توجه به اینکه فرسایش بادی در بسیاری از نقاط جهان، به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک، به عنوان یک چالش مهم محیط‌زیستی مطرح شده است، بدین لحاظ کمی کردن مقادیر تلفات خاک و پارامترهای مربوط به فرسایش بادی بسیار حائز اهمیت است (Goossens et al., 2000; Mendez et al., 2022; Azimzadeh et al., 2011). به دو صورت می‌توان تلفات فرسایش بادی را کمی نمود، روش اول، روش اندازه‌گیری مستقیم با احداث و ایجاد ایستگاه‌های سنجش و پایش و روش دوم، برآورد مقدار با استفاده از مدل‌های مختلف از ساده تا پیچیده مانند (Australian Land Wind Erosion Erodibility Model (AUSLEM Prediction System (WEPS) و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای است (Webb et al., 2020). هرچند استفاده از راهکار دوم نیاز به کالیبراسیون و اعتبارسنجی با مقادیر اندازه‌گیری شده دارد. اندازه‌گیری فرسایش بادی به نسبت فرسایش آبی مشکل است، ازاین‌رو با توجه به اینکه باد از

جهات مختلف می‌وزد نحوه چیدمان تله‌ها و احداث ایستگاه مهم است (Azimzadeh et al., 2008). برای اندازه‌گیری با استفاده از تله‌ها، لزوم توجه به دو نوع بازدهی کارایی جذب و نگهداشت است (Azimzadeh et al., 2008; Abdoli et al., 2017; Wassif 2022). بنابراین به منظور مطالعه کمی رخداد فرسایش بادی به‌کارگیری درست تله‌های رسوب‌گیر حائز اهمیت است. علاوه بر آن، شناخت منشأ گردوغبار به منظور کنترل و تثبیت آن که مورد توجه سیاست‌گذاران است، نیاز به درک درست از ویژگیهای تله‌ها دارد (Mendez et al., 2011; Poortinga et al., 2014).

از آن جایی که کارایی یک تله رسوب‌گیر یکی از مهمترین ویژگی آن است، به همین منظور لازم است تا کارایی تله رسوب در سرعت‌های مختلف بررسی شود (Fryrear 1986; Goossens et al., 2000). در واقع این کارایی به شدت تحت تأثیر درجه زاویه قرارگیری تله رسوب در برابر جهت باد و قطر ذرات رسوب در هر منطقه، تله‌های رسوب‌گیر متفاوتی طراحی و ساخته می‌شود (Azimzadeh et al., 2022). تله‌های رسوب‌گیر برحسب هدف اندازه‌گیری به صورت عمودی و افقی در صحرا یا آزمایشگاه نصب می‌شود. اندازه‌گیری کمی رسوبات فرسایش یافته به وسیله تله‌های رسوب‌گیر از مسائل بسیار مهم در فرسایش بادی است (Liu et al., 2022). به همین دلیل کارایی و کیفیت تله‌های رسوب‌گیر باید به دقت

بررسی، BSNE ضمن بالاترین کارایی در جمع‌آوری ذرات، دارای کمترین میزان تغییرات نسبت به سایر تله‌های موجود است. Poortinga و همکاران (۲۰۱۴)، به مطالعه بر تله رسوب‌گیر MWAC به منظور کمی نمودن جریان رسوبات بادی در مزارع شمال هلند پرداختند. نتایج داده‌های جمع‌آوری شده در طی آزمایش با استفاده از تونل باد نشان داد که رسوبات ریز به نسبت ذرات درشت‌تر نزدیک به سطح زمین، بیشتر منتقل می‌شود. همچنین بیان کردند که در مزرعه شرایط سطحی همانند رطوبت سطحی، سله سطحی یا سطح یخ زده، اثر بارز و موضعی‌تری بر سرعت برشی دارد. پژوهشگران از تله‌های چرخشی با قابلیت تغییر ارتفاع (RD) Rotary Distanc، چرخشی با فاصله ارتفاعی ثابت (FD) Fixed Distance، چرخشی نقطه‌ای ایرودینامیک (RP) Rotary Point trap، ثابت در نقاط ارتفاعی (FP) Fixed-Point trap و BSNE، با هدف ارزیابی کارایی تله‌ها از نظر کارایی در جمع‌آوری استفاده کردند. نتایج نشان داد، تله‌های RD و FD به ترتیب با راندمان ۹۹٪ و ۹۸٪ در جمع‌آوری ذرات معلق کارآمدترین بوده و پس از آن RP، BSNE و FP، به ترتیب با ۸۸، ۸۵ و ۶۵ درصد قرار دارد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که تله‌های RD و FD به‌ویژه در جمع‌آوری ذرات ریزتر (>۴۵ میکرومتر) که از نظر آلودگی محیط زیست و سلامت انسان خطرناک‌ترین است، مؤثر می‌باشد. همچنین کارایی قابل توجه تله‌ها در جمع‌آوری ذرات در محدوده اندازه ۶۳-۴۵ میکرومتر نشان داده شده است (Wassif, 2022).

این پژوهش با هدف بررسی کارایی یا راندمان جمع‌آوری، نگهداشت و انتخابگری تله‌های CSC (Cox Sand Catcher)، MWAC (Modified Wilson and cooke)، طراحی و انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمستان ۱۴۰۱ در آزمایشگاه تثبیت‌کننده‌های خاک (خاکپوش) دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد انجام گردید. بدین منظور تعداد دو نمونه خاک با بافت‌های لومی

ارزیابی شود. بررسی کارایی نسبی تله MWAC، تله رسوب‌گیر سیکلونی Cyclone Dust Sampler (CDSC) with Cone، تله رسوب‌گیر دورانی بدون مخروط (CDS) Cyclone Dust Sampler و تله رسوب‌گیر تپله‌ای Marble Dust Collector (MDCO) در مقایسه با Big Spring Number Eight Sampler (BSNE) استفاده شد. بر این اساس، نتایج این پژوهش نشان داد که کارایی نسبی تله رسوب‌گیر CDSC نسبت به تله‌های رسوب‌گیر CDS، MWAC و MDCO در سرعت‌های کم بیشتر بوده است، در حالی که کارایی تله‌های رسوب‌گیر MWAC و MDCO ثابت بوده است (Abdoli et al., 2017). Gillies و Nicholas (۲۰۱۳)، در مورد کارایی تله‌های رسوب‌گیر BSNE و CSC در خاک‌های با میزان زبری سطحی متفاوت، بیان کردند که سرعت باد به همراه زبری سطح، نقش تعیین‌کننده‌ای در به دام انداختن ذرات به داخل تله‌های رسوب‌گیر افقی داشته است. همچنین کارایی جمع‌آوری تله‌های رسوب‌گیر در بالاترین راندمان ۴۴ و ۴۷ درصد بدست آمد. Mariano و همکاران (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای در آرژانتین، ظرفیت انتقال مواد رسوبی حمل شده توسط باد با استفاده از تله‌های MWAC و BSNE را در طی ۱۰ رخداد فرسایش (بین چهارم دسامبر ۲۰۰۸ و یکم ژوئیه ۲۰۰۹) مقایسه کردند. نتایج این پژوهش نشان داد، کارایی MWAC نسبت به BSNE بیشتر بدست آمد. در این پژوهش MWAC با افزایش ارتفاع و سرعت باد بیشتر از BSNE مواد رسوبی را جمع‌آوری کرد. همچنین جریان افقی ذرات بادرفت حاصل از معادلات مختلف ارتباط خوبی با یکدیگر داشته است. نتایج نشان داد که مقدار داده‌های فرسایش بادی حاصل از BSNE کمتر از MWAC است (Mendez et al., 2011). Shannak و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی از تله‌های BSNE، CSC، MDCO، Inverted Frisbee، Suspended، Shaped Collecting Bowl (IFSCB) British Standard، Sediment Trap (SUSTRA) Directional Dust Gauge (BSD) و MWAC استفاده کردند. تحلیل نتایج این تحقیق نشان داد، از بین تله‌های مورد

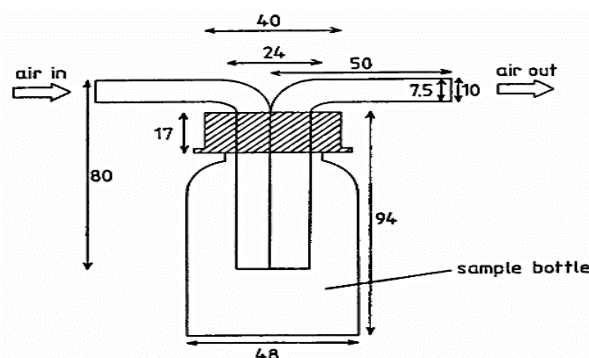
به دام افتاده در تله محاسبه گردید. برای انجام این پژوهش، از تونل باد از نوع مکند با صفحه یکنواخت کننده هوا، استفاده شد (شکل ۳).

دانه‌بندی با الک خشک به شرح زیر انجام شد. نمونه از خاک‌های کانون‌های بحرانی تهیه شد. نمونه‌ها تا دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک گردید. الک‌ها به ترتیب اندازه الک از درشت تا ریز چیده شد و نمونه روی الک بالا ریخته شد. نمونه روی دستگاه لرزاننده قرار داده شد تا عمل الک کردن به صورت مکانیکی انجام شود. دور دستگاه را بر روی ۱۵۰ دور در دقیقه تنظیم و دستگاه به مدت حداکثر ۱۰ دقیقه الک‌ها را تکان داد. سپس وزن ذرات باقی مانده روی هر الک اندازه‌گیری گردید. درصد عبوری از هر الک محاسبه گردید. نتایج روی نمودار نیمه لگاریتمی ترسیم و ارائه شد (ASTM, 2007).

تله MWAC

مشخصات دستگاه MWAC، این نمونه‌گیر اولین بار توسط ویلسون و کوک در سال ۱۹۸۰ ارائه شد. MWAC از یک بطری پلاستیکی تشکیل شده که شامل یک ظرف پلاستیکی است که نقش مخزن رسوب را بر عهده دارد و یک لوله به عنوان دهانه ورودی هوا و یک خروجی هوا برای خروج هواست (Fryrear 1986). این دستگاه به صورت عمودی نصب می‌شود. شماتیک دستگاه مذکور در شکل ۱ ارائه شده است.

شنی (کانون بحرانی گاوخونی- سجری) و شنی (گود گوار بافق) با متوسط قطر هندسی ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرون از مناطق فرسایش‌پذیر کانون بحرانی دو منطقه انتخاب و پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی روی این نمونه‌ها انجام شد. بافت خاک به روش هیدرومتری، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (Elfaki et al., 2016) و اسیدیته خاک در گل اشباع خاک (Akpabio and Edem, 2017)، سدیم فلیم فتومتری، کلسیم و منیزیم (تیتراسیون)، پتاسیم قابل جذب (Bower et al., 1952) و ماده آلی به روش والکلی و بلک (Molina et al., 2019) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری راندمان جمع‌آوری اجزاء داخل محفظه آزمایش در تونل، به نحوی طراحی شد که یک سینی بدون لبه‌های جلو و عقب با دو لبه جانبی به موازات دیواره تونل با ۱۰۰ گرم خاک منطقه پر شد. دهانه تله نیز به فاصله نیم سانتی‌متری لبه سینی حاوی خاک منطقه قرار گرفت (Azimzadeh, 2008; Fryrear, 1986) و در ۵ سرعت باد شامل ۶/۱، ۸/۷۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه برای هر نوع تله به تفکیک آزمایش انجام شد (Duniway et al., 2019). آزمایش تا زمان تخلیه کامل سینی مقابل تله ادامه یافت. با توجه به حساس بودن خاک‌ها به فرسایش، زمان تخلیه سینی در حدود ۵ دقیقه تا کمتر از نیم ساعت طول کشید. همچنین راندمان جمع‌آوری (رابطه ۱)، نگهداشت (رابطه ۲) و ضریب انتخاب‌گری (رابطه ۴) برای هر دو نوع بافت خاک با توجه به ابعاد دهانه تله و ابعاد لبه سینی محفظه آزمایش و مقادیر خاک موجود در سینی و



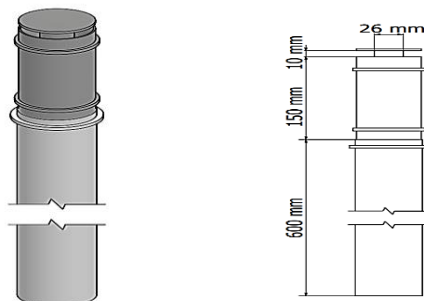
شکل ۱- شماتیک ابعاد دستگاه نمونه‌گیر MWAC ساخته شده توسط کانتز و همکاران در سال ۱۹۹۰

Figure 1- schematic dimensions of the MWAC sampler made by Kantz et al., in 1990

تله CSC

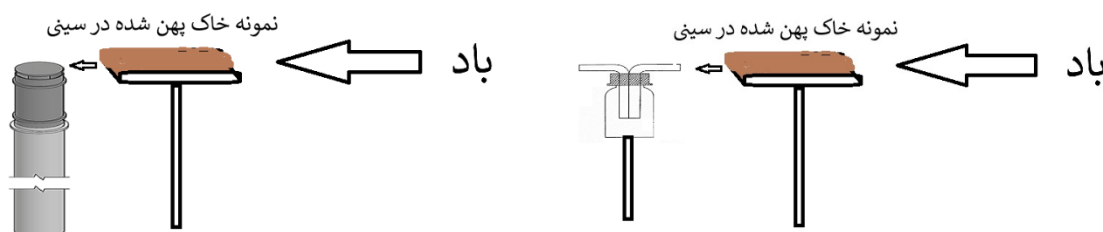
از سطح زمین دارد، قادر به دام انداختن ذرات جهشی در محدوده ارتفاعی ۱۴ تا ۱۵ سانتی‌متری از سطح زمین می‌باشد (Shao et al., 1993). شماتیک دستگاه مذکور در شکل ۲ آورده شده است.

تله CSC رسوب‌گیر ابتدا توسط Bill Cox طراحی و ساخته شد. CSC تله غیرفعالی است که برای جمع‌آوری رسوبات استفاده می‌شود. این تله به دلیل ارتفاع کوتاهی که



شکل ۲- شماتیک ابعاد دستگاه نمونه‌گیر SCS ساخته شده توسط Bill Cox در سال ۱۹۹۰

Figure 2- Schematic of dimensions of the SCS sampler built by Bill Cox in 1990



شکل ۳- نمای کلی از تونل بادی و نحوه استقرار سینی حاوی خاک مقابل تله‌ها در آن

Figure 3- Overview of the wind tunnel and the situation of tray with soil sample and the trap in wind tunnel.

تونل باد

تونل باد Wind Erosion-meter مورد استفاده در این پژوهش از نوع مکنده هوا می باشد که دارای اتاقک آزمون به طول ۲ متر و با ابعاد 40×40 سانتی متر مربع است. همچنین دارای دو هواکش 80×80 سانتی متر مربع می باشد. در ابتدای تونل و ورودی هوا شبکه ای برای یکنواخت نمودن جریان هوا طراحی شده است.

راندمان جمع آوری و راندمان نگه داشت تله رسوبگیر

تله های رسوبگیر در ابعاد و فرم های مختلف دارای راندمان جمع آوری (Collection Efficiency) و راندمان نگه داشت (Retaining Efficiency) متفاوتی هستند. اندازه گیری این دو راندمان در برآورد دقیق تر مقادیر ذرات بادرفت اندازه گیری شده، نقش مهمی را ایفا می کند. راندمان جمع آوری و نگه داشت تله های MWAC و CSC در تونل باد سنجش فرسایش بادی تعیین گردید. راندمان جمع آوری طی پنج تکرار با خاک دو ایستگاه متفاوت اندازه گیری و تعیین گردید. ابتدا تله رسوبگیر در داخل تونل روی پایه محکم نصب گردید، سپس سینی به ابعاد 155 عرض، 170 طول و 5 ارتفاع (میلی متر) قرار داده شد. ارتفاع کف سینی برابر با متوسط ارتفاع دهانه نمونه گیر بود و فاصله لبه سینی با دهانه نمونه گیر 50 میلی متر تنظیم گردید. در هر بار آزمایش، 100 گرم نمونه خاک عبور داده شده از الک 2 میلی متری استفاده گردید. خاک با فرجه روی سینی تونل، کاملاً یکنواخت شد. تونل با سرعت های $6/1$ ، $7/88$ ، $9/35$ و $10/62$ متر بر ثانیه در ارتفاع 25 سانتی متری راه اندازی شد. آزمایش تا خالی شدن سینی از تمامی خاک حاوی آن ادامه یافت (Fryrear 1986). راندمان جمع آوری CE با استفاده از رابطه (۱) تعیین گردید (Cornelis & Gabriels, 2003).

$$CE = \frac{M_{trap} \cdot WD_{trap}}{M_{tray} \cdot WD_{trap}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن، M_{trap} وزن خاک جمع آوری شده در تله، WD_{trap} عرض دهانه تله، WD_{tray} عرض سینی

و M_{tray} وزن کل خاک پهن شده درون سینی است.

راندمان نگه داشت

قابلیت تله های MWAC و CSC در نگهداری ذرات بادرفت بسیار مهم است. در آزمایش طراحی شده برای این منظور، ابتدا تله در تونل باد برای سرعت های $6/1$ ، $7/88$ ، $9/35$ و $10/62$ متر بر ثانیه نصب گردید. سپس 25 گرم خاک مزرعه که از الک 2 میلی متر عبور داده شده بود، از طریق قیف و لوله مس به درون نمونه گیر MWAC و CSC ریخته شد (Fryrear 1986). تله رسوبگیر در این حالت به مدت نیم ساعت در تونل باد بود و پس از آن نمونه درون تله توزین شد.

$$RE = \frac{M_{trap}}{M_{fill}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن، M_{trap} وزن نمونه در تله MWAC یا CSC پس از اتمام آزمایش و M_{fill} وزن نمونه خاک اولیه ریخته شده در تله رسوبگیر است (Cornelis & Gabriels, 2003).

انتخاب گری یا به گزینی تله

یکی از ویژگی های مهم تله رسوبگیر، انتخابگری یا به گزینی ذرات بادرفت (Catcher Selectivity) است. این امکان وجود دارد تا رسوبگیر ذرات دریافتی خود را در حد و اندازه های مخصوصی گرفته و نگهداری نماید. روش محاسباتی برآورد این ویژگی با مقایسه منحنی دانه بندی ذرات رسوب وارد شده به تله رسوبگیر و نمونه خاک اصلی در سینی امکان پذیر است. با فرض یکسان بودن وزن مخصوص حقیقی ذرات در اندازه های مختلف، رابطه ای به شرح زیر خواهیم داشت.

رابطه (۳)

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N [P(d_i)d_i - P(d_i)_{tr}d_i]^2}$$

در این رابطه، $P(d_i)$ مقدار نسبی ذرات در گروه قطری i و $P(d_i)_{tr}$ مقدار نسبی ذرات در گروه قطری i در تله رسوبگیر می باشد. RMSE میانگین مربع اختلاف در گروه های قطری

دارای شیب تغییرات بیشتری است. این در حالی است که شیب تغییرات راندمان جمع‌آوری تله CSC تا سرعت ۷/۸۸ متر بر ثانیه افزایشی است و با فزونی سرعت مقدار آن کاهش می‌یابد. در این مورد اختلاف هندسه و شکل تله عامل این اختلاف تلقی می‌شود. از آنجا که ورودی تله CSC محصور بین دو صفحه افقی است با افزایش سرعت باد میل ذرات ریز و درشت به تبعیت از خطوط جریان هوا بیشتر می‌شود. از این رو، از فضای بین دو صفحه به صورت افقی حرکت کرده و به داخل تله کمتر سقوط می‌کند. افت مقدار به دام افتادن برای خاک‌های دارای بافت و اجزاء ریزتر کمی بیشتر است، از این رو راندمان جمع‌آوری کمتر بدست آمده است. نتایج کارایی (راندمان) تله رسوب‌گیر CSC نشان داد که برای سرعت ۶/۱ متر بر ثانیه بین دو نوع بافت (لومی شنی و شنی) تفاوت فاحشی در مورد جرم رسوب داخلی تله وجود نداشت و به دنبال آن کمترین میزان راندمان (کارایی) را نسبت به سایر سرعت‌های مورد بررسی در این پژوهش داشتند. می‌توان دلیل آن را ساختار و ابعاد تله و فراوانی ذرات درشت و سنگین‌تر در بافت خاک و تأثیر خصوصیات شیمیایی بر بهم پیوسته شدن ذرات و ایفای نقش ذرات بزرگتر از بهم چسبیدن ذرات کوچکتر اشاره نمود. در این مورد شوری و نسبت جذب سدیم از جمله پارامترهای مهم و تأثیرگذار است. اما در سرعت ۷/۸۸ متر بر ثانیه تله رسوب‌گیر CSC بیشترین و بالاترین کارایی و راندمان را نسبت به سایر سرعت‌ها برای هر دو نوع بافت خاک مورد مطالعه (لومی شنی و شنی) دارد. همچنین در مورد سرعت‌های ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه نتایج این پژوهش نشان داد که کارایی تله رسوب‌گیر با افزایش سرعت برای هر دو نوع بافت خاک کاهش یافته است. کارایی آن برای خاک با بافت شنی مقدار بالاتری نسبت به خاک با بافت لومی شنی است که دلیل آن را می‌توان به فراوانی بیشتر ذرات شن در بافت شنی اشاره کرد. در مورد کارایی تله‌های MWAC نتایج گویای این می‌باشد که با افزایش میزان سرعت از ۶/۱ متر بر ثانیه به ۱۰/۶۲ کارایی تله رسوب‌گیر MWAC برای هر دو نوع بافت خاک روند افزایشی بوده است. میزان کارایی در سرعت ۶/۱ و ۷/۸۸ متر بر ثانیه

مختلف بین نمونه خاک و ذرات جمع‌آوری شده در تله است. در شرایطی که برتری انتخابی بین نمونه خاک و ذرات جمع‌آوری شده در تله نداشته باشد، مقدار RMSE به سمت صفر میل می‌کند. در این حالت تله انتخابگر نبوده و توزیع ذرات جمع‌آوری شده مطابق با توزیع ذرات نمونه خاک است. درجه انتخاب‌پذیری دامنه‌ای از ذرات با قطر خاص نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\sigma_i = \frac{P(di)_{tr}}{P(di)_t} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در شرایطی که σ_i بیشتر از ۱ باشد، انتخاب‌پذیری (به تله افتادگی) بیشتر و در شرایطی که σ_i کمتر از ۱ باشد انتخاب‌پذیری کمتر و در مقدار مساوی ۱ به مفهوم عدم انتخابگری تله در گروه قطری i است (Cornelis & Gabriels, 2003).

نتایج

نتایج جدول (۱) نشان داد خصوصیات خاک سجزی با شوری EC (۴۴/۶) (dSm^{-1})، اسیدیته (۸/۶)، کلسیم، منیزیم و سدیم به ترتیب (۳۰، ۱۳ و ۱۱/۹۶) (meq/Li) و محتوای ماده آلی (۹۶/۰ درصد) می‌باشد. در صورتی که خصوصیات خاک منطقه بافق دارای شوری (۱/۰۹) (dSm^{-1})، اسیدیته (۷/۵۱)، کلسیم، منیزیم و سدیم به ترتیب (۸۹/۳۳، ۱۴/۵۸ و ۱۱۶/۳۱) (meq/Li) و محتوای ماده آلی (۰/۰۳ درصد) است (جدول ۱).

در مورد راندمان تله‌های جمع‌آوری، نتایج این پژوهش نشان داد که هندسه و ابعاد سه بعدی تله، توزیع اندازه ذرات نمونه خاک سطحی کانون بحرانی و سرعت باد از عوامل تعیین‌کننده در مورد به دام انداختن ذرات خاک به درون تله‌ها است. به‌طورکلی نتایج بیانگر آن بود که با افزایش سرعت باد در تله‌های MWAC راندمان جمع‌آوری در هر دو نمونه خاک کانون بحرانی افزایش یافت. این افزایش در مورد خاک شنی بافق دارای شیب کمتر و در مورد خاک کانون بحرانی سجزی

تا ۳۰۰ میکرون در حدود ۵۰٪ است. نتایج نشان داد، تله‌ها نسبت به قطر ذرات انتخاب‌پذیر می‌باشند. از سویی، پایین بودن سرعت حد آستانه برای خاک با بافت لومی شنی نسبت به خاک‌های شنی باعث شده است درصد انتخابگری بیشتری داشته باشد. بنابراین می‌توان بیان کرد که عملکرد جمع‌آوری تله‌های CSC و MWAC نسبت به اندازه ذرات کوچکتر حساس‌تر بوده و این ذرات با میزان درصد بیشتری توسط تله‌ها انتخاب می‌شوند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که هریک از این تله‌ها نقش خود را در جمع‌آوری ذرات خاک با اندازه‌ها و ویژگی‌های مختلف ایفا می‌کنند، به‌طوری‌که عملکرد تله CSC برای هر دو نوع بافت خاک (لومی شنی و شنی) دارای الگوهای رفتاری مشابه‌ای نسبت به سرعت‌های مختلف تحت تأثیر تونل باد است. این در حالی است که راندمان جمع‌آوری برای تله MWAC با افزایش سرعت باد برای هر دو نوع بافت خاک مورد بررسی روند افزایشی است، این موضوع با توجه به ساختار هندسی تله (لوله دهانه ورودی) که تأثیر کمی بر خطوط جریان باد دارد و اینکه در سرعت‌های بالاتر ذرات با نیروی بیشتری حمل و در مسیر خطوط جریان قرار می‌گیرد قابل توجیه است.

کارایی تله برای بافت شنی بیشتر از بافت لومی شنی بوده است که علت آن را می‌توان به ساختار دهانه ورودی تله رسوب‌گیر و نیز به دام‌اندازی ذرات درشت و شن نسبت داد. کارایی تله رسوب‌گیر MWAC برای سرعت‌های ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ همزمان با افزایش سرعت، افزایش کارایی برای هر دو نوع بافت خاک را نشان می‌دهد اما تله رسوب‌گیر MWAC ذرات با بافت لومی شنی را با افزایش سرعت بیشتر بدام انداخته بود که می‌تواند بدلیل این باشد که ساختار این تله علاوه بر اینکه در سرعت‌های بالا راندمان بیشتر دارد، از سویی قادر است ذرات ریزتر را نیز به دام ببندد. در واقع بررسی مقایسه منحنی تجمعی دانه‌بندی رسوب برای هر دو نوع بافت خاک مورد استفاده در این پژوهش نشان داد که بافت خاک شنی کانون بحرانی بافق و شنی لومی کانون بحرانی سجزی از نظر قطر میانه تقریباً یکسان (در حدود ۱۵۰ میکرون) است، با این تفاوت که دانه‌بندی ماسه‌های بافق دارای دانه‌بندی یکنواخت‌تری نسبت به خاک سجزی می‌باشد. مطابق نتایج، تجزیه بافت خاک بافق بیش از ۷۰ درصد ذرات بادرقت در دامنه قطری ۱۰۰ تا ۳۰۰ میکرون قرار دارد و سهم ذرات کمتر از ۱۰۰ میکرون حدود ۳۰ درصد است. این در حالی است که سهم ذرات برای خاک سجزی در دامنه ۱۰۰

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک مورد مطالعه

Table 1 - Soil Physical and Chemical Properties

Bafgh Soil	Sejzi Soil	Unit	Soil properties
1.09±0.07	44.6±8.31	(dSm ⁻¹)	EC
7.51±0.65	8.06±0.06	-	pH
1.99	3.60	%	Clay
8.61	22.8	%	Silt
89.4	73.6	%	Sand
Sandy	Sandy Loam	-	Soil texture
89.33±12	30.00±1.21	(meq/Li)	Ca ²⁺
14.58±0.36	13.00±3.6	(meq/Li)	Mg ²⁺
116.31±21.74	11.96±11.27	(meq/Li)	Na ⁺
0.039±0.00	0.96±0.00	%	OM
2.5±0.26	6.59±0.57		CaSO ₄
13.61 ±0.19	19.34±0.66		CaO

جدول ۲- نتایج کارایی جمع‌آوری نمونه‌گیر CSC سرعت‌های ۱۰/۶۲، ۹/۳۵، ۷/۸۸ و ۶/۱ متر بر ثانیه

Table 2- The results of CSC sampler collection efficiency at speeds of 10.62, 9.35, 7.88, and 6.1 m/s

Collection Efficiency (%)	soil sample in tray (g) Sejzi Soil	sample collected in MWAC (g)	Collection Efficiency (%)	soil sample in tray (g) Bafgh Soil	sample collected in MWAC (g)	Speed Value (m/s)	Repeat
31.53	100	16.98	31.96	100	17.21	10.62	1
29.53		15.9	29.01		15.62		2
26.98		14.53	31.53		16.98		3
30.57		16.46	33.78		18.19		4
28.45		15.32	39.24		21.13		5
29.41±1.78		15.84±0.96	33.11±3.83		17.83±2.06		Mean±SE
33.24	100	17.90	45.69	100	24.6	9.35	1
30.09		16.20	47.13		25.38		2
35.47		19.10	35.55		19.14		3
36.88		19.86	43.07		23.19		4
43.83		23.60	36.96		19.9		5
35.90±5.12		19.33±2.76	41.68±5.19		22.44±2.79		Mean±SE
23.38	100	25.20	50.50	100	27.19	7.88	1
46.80		23.40	52.45		28.24		2
43.46		21.96	43.22		23.27		3
40.78		22.00	46.28		24.92		4
40.86		23.38	44.22		23.81		5
43.06±2.47		23.19±1.33	47.33±4.00		25.49 ± 2.15		Mean±SE
20.11	100	10.83	23.21	100	34.38	6.1	1
20.13		10.84	25.74		33.42		2
22.10		11.90	25.81		33.96		3
19.33		11.41	26.00		30.4		4
21.39		11.52	25.96		31.02		5
20.61±1.11		11.10±0.60	25.35±3.35		32.64±1.80		Mean±SE

۳۱/۹۵، ۵۷/۵۴ و ۶۲/۸۴ درصد و برای خاک با بافت شنی نیز به ترتیب ۴۰/۹۲، ۴۳/۳۲، ۴۴/۲۳ و ۳۷/۱۳ می‌باشد (جدول ۲).

همچنین نتایج راندمان جمع‌آوری برای دستگاه MWAC نیز نشان داد که درصد راندمان جمع‌آوری MWAC برای هر دو نوع بافت خاک لومی شنی و شنی به ترتیب برای سرعت باد ۶/۱، ۷/۸۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه برابر با ۲۹/۷۵،

جدول ۳- نتایج کارایی جمع‌آوری نمونه‌گیر MWAC سرعت‌های ۱۰/۶۲، ۹/۳۵، ۷/۸۸ و ۶/۱ متر بر ثانیه

Table 3 –MWAC sediment trap collection efficiency at speeds of 10.62, 9.35, 7.88, and 6.1 meters per second.

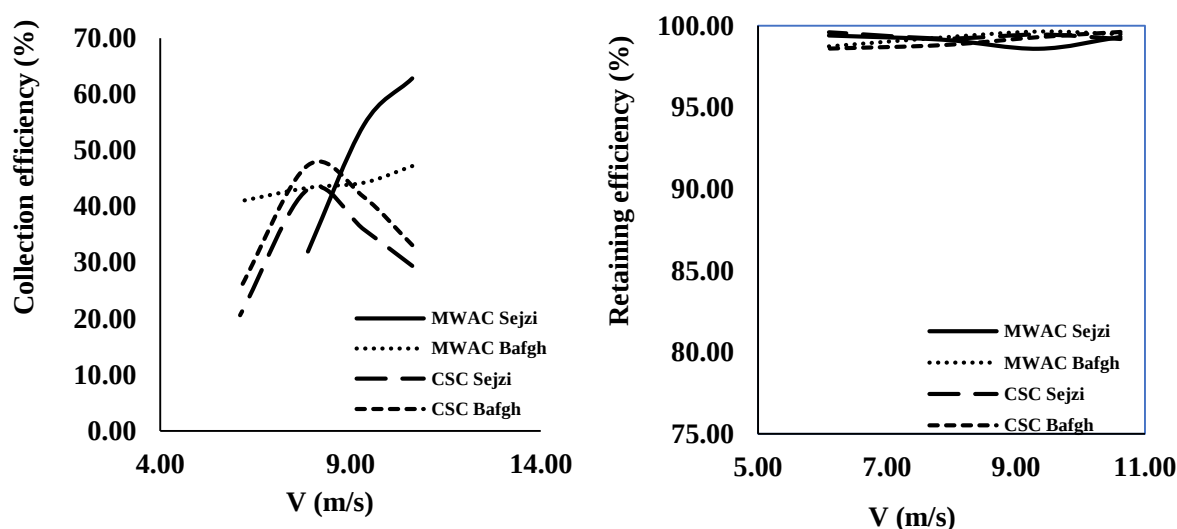
Collection Efficiency (%)	soil sample in tray (g)	sample collected in MWAC (g)	Collection Efficiency (%)	soil sample in tray (g)	sample collected in MWAC (g)	Speed Value (m/s)	Repeat
Sejzi Soil			Bafgh Soil				
68.12	100	5.24	26.65	100	3.35	10.62	1
62.53		4.81	33.54		3.59		2
69.16		5.32	47.19		3.74		3
55.77		4.29	32.24		3.48		4
58.63		4.51	37.7		3.99		5
62.84±5.82			47.19±3.21				
55.9	100	4.3	41.6	100	3.2	9.35	1
53.56		4.12	50.44		3.88		2
52.26		4.02	45.76		3.52		3
64.22		4.94	44.33		3.41		4
61.75		4.75	39		3		5
57.54±5.21			44.23±4.34				
23.55	100	1.57	45.24	100	3.48	7.88	1
43.35		2.89	40.56		3.12		2
31.2		2.08	39.56		3.05		3
29.7		1.98	44.72		3.44		4
31.95		2.13	46.41		3.57		5
31.95±7.18			43.32±3.01				
28.99	100	2.23	30.75	100	2.02	6.1	1
31.73		2.44	38.7		2.58		2
26.65		2.05	54.45		3.63		3
35.62		2.74	37.2		2.48		4
25.74		1.98	43.5		2.9		5
29.75±4.02			40.92±8.83				

شنی به ترتیب برابر با ۹۸/۷۵، ۹۹/۳۰، ۹۹/۶۵ و ۹۹/۴۹ می‌باشد. مطابق بررسی‌های انجام شده، در مقایسه کارایی BSNE با MWAC، به دلیل فشار ایستایی بیشتر MWAC نسبت به BSNE، در سرعت‌های زیادتر کاهش می‌یابد، در حالی که این موضوع در مورد تله MWAC به دلیل انطباق با جریان و خطوط جریان صادق نیست. این نتایج، با اطلاعات حاصل از این تحقیق در مورد MWAC انطباق دارد. نتایج در مورد درجه انتخاب‌گری ذرات برای تله رسوب‌گیر MWAC و CSC نشان می‌دهد، معمولاً مقادیر

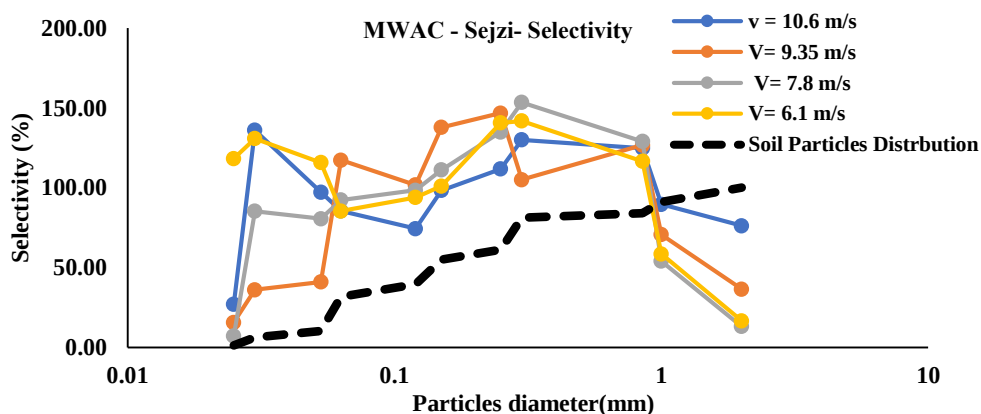
همچنین نتایج راندمان نگهداشت تله‌های رسوب‌گیر CSC در سرعت‌های ۶/۱، ۷/۸۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه برای خاک‌های با بافت لومی رس شنی به ترتیب برابر با ۹۹/۶، ۹۹/۲۲، ۹۹/۴۹ و ۹۹/۱۶ و برای خاک‌های با بافت شنی نیز برابر با ۹۸/۶۲، ۹۸/۸۳، ۹۹/۳۱ و ۹۹/۶۲ بود. در مورد راندمان نگهداشت تله رسوب‌گیر MWAC در سرعت‌های ۶/۱، ۷/۸۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶۲ متر بر ثانیه برای خاک‌های با بافت لومی شنی به ترتیب برابر با ۹۹/۴۱، ۹۹/۱۴ و ۹۸/۵۹ و ۹۹/۳۲ درصد و برای خاک‌های با بافت

بررسی مقادیر انتخابگری نشان می‌دهد در مورد تله MWAC برای سرعت‌های ۶/۱، ۷/۸، ۹/۳۵ و ۱۰/۶ متر بر ثانیه به ترتیب دارای دامنه $۸۵/۴۶ \pm ۰/۲$ ، $۸۷/۴۷ \pm ۲۳/۰۵$ و $۹۵/۵۲ \pm ۳۰/۹۸$ درصد مربوط به خاک سجزی و $۴۹/۷۰ \pm ۵۵/۸۴$ و $۷۳/۲۱ \pm ۷۲/۴۹$ درصد برای خاک بافق می‌باشد.

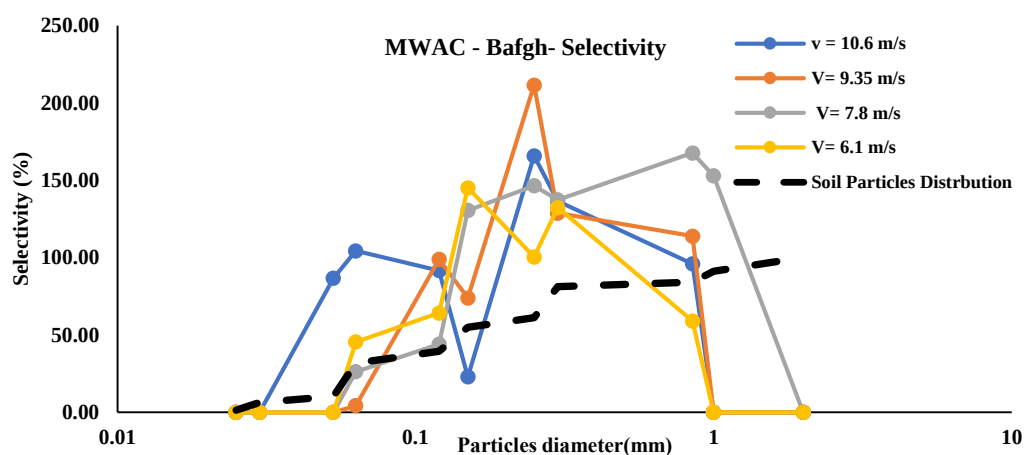
خیلی کم یا زیاد انتخابگری، مربوط به کوچکترین و بزرگترین دامنه قطری ذرات است. این ذرات و دامنه‌های قطری آن به‌طور عمده سهم کمی از مقادیر کمی و نسبی در توزیع دانه‌بندی را داراست (شکل ۸ تا ۱۰). علاوه بر آن، نتایج نشان داد که درجه انتخابگری ذرات بیانگر آن است که در سرعت‌های متوسط (۷/۸ و ۹/۳۵ متر بر ثانیه) به‌طور عمده دارای مقادیر انتخابگری بیشتری نسبت به سرعت کم (۶/۱ متر بر ثانیه) و سرعت زیاد (۱۰/۶ متر بر ثانیه) است.



شکل ۶- سمت راست بازدهی نگهداشت و سمت چپ بازدهی جذب برای تله‌های MWAC و CSC
Figure 6- MWAC and CSC Retention efficiency (Right), and collection efficiency (Left)

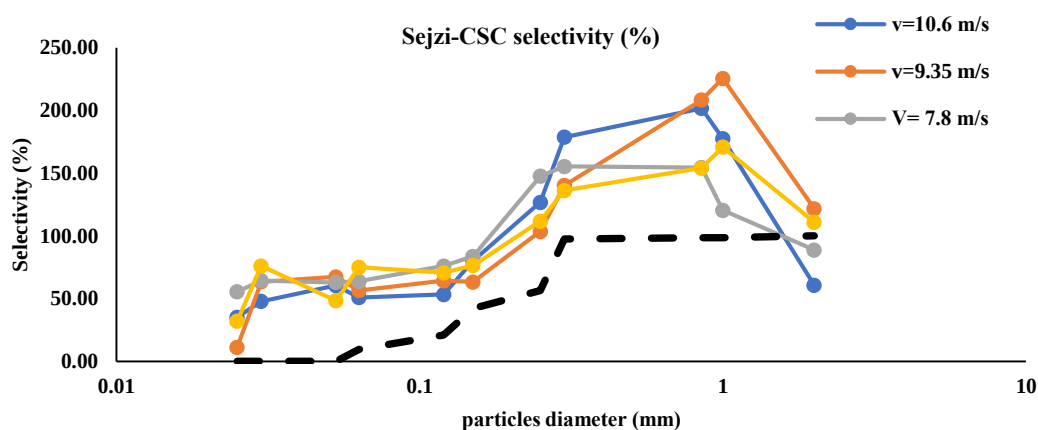


شکل ۷- درصد انتخابگری تله MWAC برای خاک لوم شنی کانون بحرانی سجزی
Figure 7- Selectivity of MWAC trap for sandy loam soil of Sejzi critical center



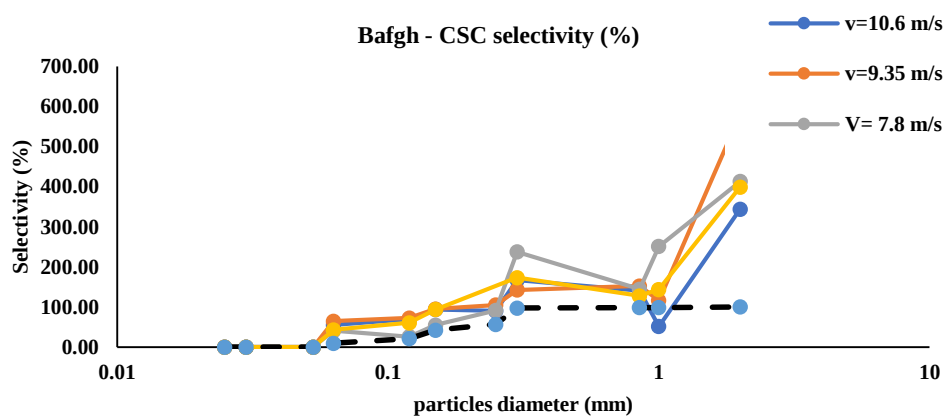
شکل ۸- درصد انتخابگری تله MWAC برای خاک شنی کانون بحرانی بافق

Figure 8- Selectivity of MWAC trap for sandy soil of Bafagh critical center



شکل ۹- درصد انتخابگری تله CSC برای خاک لوم شنی کانون بحرانی سجزی

Figure 9- Selectivity of CSC trap for sandy loam soil of Sejzi crisis center

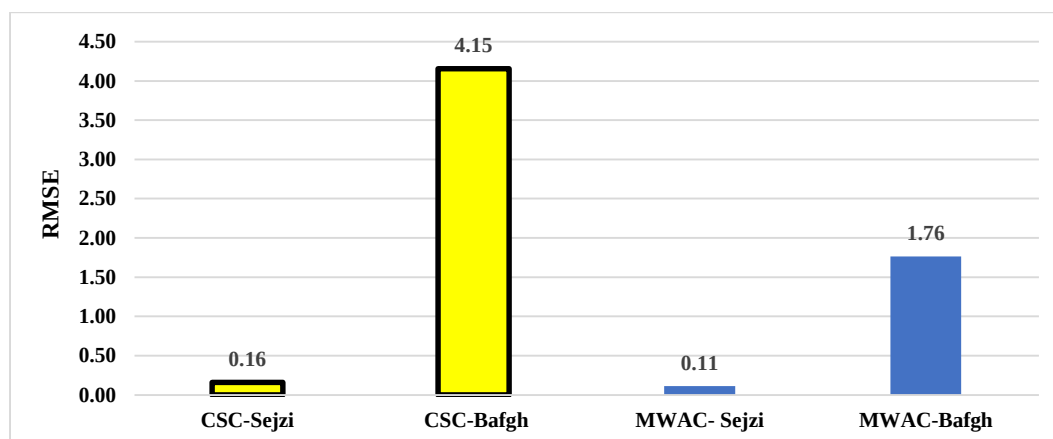


شکل ۱۰- درصد انتخابگری تله CSC برای خاک شنی کانون بحرانی بافق

Figure 10- Selectivity of CSC trap for sandy soil of Bafagh crisis center

جمع‌آوری ذرات دامنه قطری ۱ تا ۲ میلی‌متر می‌باشد. هرچند انتخاب‌پذیری در دامنه‌های قطری در دو تله MWAC و CSC برای خاک سجزی بسیار کمتر (به ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۱۶) است اما تله CSC دارای انحراف در انتخاب بیشتری نسبت به MWAC می‌باشد.

مقایسه مقادیر محاسبه شده RMSE برای کلیه دامنه‌های قطری دو خاک کانون بحرانی سجزی (لوم شنی) و گود گوار (شنی) نشان می‌دهد، تله CSC برای خاک شنی دارای انتخابگری بیشتری است. مقایسه شکل (۱۱) و (۱۲) نیز مؤید این نکته است که تله مذکور دارای انحراف در انتخاب و



شکل ۱۱- میانگین RMSE در مجموعه گروه‌های قطری خاکهای گود گوار بافق و سجزی برای دو تله CSC و MWAC
Figure 11- The average RMSE in the group of diagonal soil samples from the Gowar Bafq and Sajzi regions for the two traps CSC and MWAC.

بحث

خصوصیات هندسی تله‌های مورد استفاده در کنار سرعت باد و ویژگیهای خاک سطحی دارای اهمیت می‌باشد. این موضوع برای تله‌های MWAC و CSC و دو نوع خاک از دو کانون بحرانی سجزی و بافق بررسی شد. از این‌رو، تفاوت در ویژگیهای هندسی تله‌ها، اندازه و وزن ذرات و سرعت باد از عوامل اثرگذاری در بوجود آمدن تفاوت در راندهای جمع‌آوری و نگهداشت تله‌های MWAC و CSC است. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که تأثیر راندهای مورد بررسی از سرعت باد و ویژگی‌های کیفی خاک است و این دو پارامتر در کنار ویژگیهای هندسی تله انتخاب‌پذیری ذرات توسط تله را باعث می‌شود. بررسی‌ها نشان داد، نتایج پژوهشگران متعددی همسو با نتایج این مطالعه بود (Abdoli et al., 2017; Borrelli et al., 2017; Fenta et al., 2020; Fryrear, 1986; Mendez et al., 2011). نکته قابل توجه در ارزیابی راندهای جذب دو نوع تله MWAC و CSC، آن

یکی از مهمترین مسائل در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی کنترل فرسایش بادی، تعیین کمی مواد بادرفت عبور کرده از واحد عرض (ظرفیت انتقال) و مقدار هدررفت خاک در واحد سطح (تلفات خاک) در مناطق مختلف است. از آنجایی که مقادیر کمی به فرسایش‌پذیری ذاتی خاک که تابعی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است. بنابراین ویژگیهای ذاتی خاک در ظرفیت هدررفت آن شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مؤثر است. هرچند در مطالعات متعددی به نقش مواد آلی خاک در میزان فرسایش اشاره شده است (Kheirfam et al., 2020; Sadeghi et al., 2020; Erfanzadeh et al., 2021)، اما دو خاک مورد مطالعه از نظر ماده آلی فقیر بوده و به‌طور عمده نقش توزیع اندازه ذرات و وجود املاحی مانند گچ در خاک بر حساس بودن آنها به باد مهم قلمداد می‌شود. علاوه بر آن،

Abdoli *et al.*, 2017; Shao *et al.*, Wassif, 2022; (1993). علاوه بر آن، نتایج بررسی راندمان تله‌های این تحقیق با یافته‌های Azimzadeh و Ekhtesasi (۲۰۱۱)، در مورد تله چندجهته ISATIS، در انطباق با تله MWAC همخوانی دارد. تله BSNE در بسیاری از کشورها مانند استرالیا و آمریکا برای کمی‌سازی مواد انتقال یافته بادرفت استفاده می‌شود، در حالی که استفاده از MWAC در اروپا و پروژه‌های اندازه‌گیری و مدل‌سازی فرسایش بادی اروپا (برای مثال، WELSON, WEELS) متداول‌تر است (Goossens *et al.*, 2000). هر دو نوع تله یادشده برای نمونه‌برداری مواد در ارتفاع‌های مختلف به منظور محاسبه انتقال جرم کل وابسته به هدررفت خاک به وسیله فرسایش بادی کاربرد دارد. نتایج تحقیقات (Shao *et al.*, 1986) نیز انطباق دارد، به‌نحوی که در آنها راندمان جمع‌آوری هر دو تله به سرعت باد و اندازه ذرات بستگی دارد.

است که در مورد تله MWAC در هر دو نوع خاک لوم شنی کانون بحرانی سجزی و شنی کانون بحرانی بافق با افزایش سرعت باد راندمان جمع‌آوری افزایش می‌یابد، اما در مورد تله CSC تا سرعت حدود ۸ متر بر ثانیه افزایش و پس از آن روند کاهشی است. در این مورد ویژگیهای هندسی تله‌ها تعیین‌کننده است. ویژگی تله MWAC ایجاد کمترین تأثیر در خطوط جریان هوا و انتقال ذرات به درون لوله ورودی است که ذرات را به درون تله هدایت می‌کند. اما در مورد تله CSC وجود سربوش تله موازی با سطح زمین، مانع کمتری برای ذرات به منظور سقوط در تله ایجاد کرده و افزایش سرعت باد، انتقال افقی ذرات را از روی تله تقویت نموده، بنابراین با افزایش سرعت باد، ذرات بادرفت شانس کمتری برای در دام افتادن دارند. بدین لحاظ راندمان جمع‌آوری کاهش می‌یابد. مقایسه نتایج با مطالعات پژوهشگران متعددی مطابقت دارد، به‌طوری که محققان بیان نمودند که سرعت باد آستانه و ویژگی‌های خاک سطحی از مهمترین عوامل کنش ذرات از سطح خاک می‌باشد (Azimzadeh *et al.*, 2022).

References

- Abdoli, S., Khalilimoghadam, B., Rahnama, M. and Soleimani, M., 2017. Comparison of different mass transport equations for wind erosion quantification purposes in southwest Iran: A wind tunnel study. *Desert*, 22(2):197-208.
- Akpabio, J.U.H. and Edem, I.D., 2017. Environmental Mitigation Measures Critical during Construction and Operational Stages of Road Network in Uyo. *Open Access Library Journal*, 4(4):1-16.
- ASTM, D., 2017. Standard test method for particle-size analysis of soils. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA. DOI: 10.4236/oalib.1103561
- Azimzadeh H, Ekhtesasi M, Refahi Hg, Gorji M (2008) Wind erosion measurement on fallow lands of Yazd-Ardakan plain, Iran. 167-174
- Azimzadeh, H.R., Derakhshan, Z. and Shirgahi, F., 2022. Field scale spatio-temporal variability of wind erosion transport capacity and soil loss at Urmia Lake. *Environmental Research*, 21 (5):23-42. DOI: 10.1016/j.envres.2022.114250
- B. Shannak, U. Corsmeier, Ch. Kottmeier, T. Al-azab. 2014. Wind tunnel study of twelve dust samples by large particle size. *Atmospheric Environment* Volume 98, 442-453. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.062> Get rights and content
- Borrelli, P., Lugato, E., Montanarella, L. and Panagos, P., 2017. A new assessment of soil loss due to wind erosion in European agricultural soils using a quantitative spatially distributed modelling approach. *Land degradation & development*, 28(1): 335-344. <https://doi.org/10.1002/ldr.2588>
- Bower, C.A., Reitemeier, R.F. and Fireman, M., 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Soilscience*, 73(4):251-262.
- Cornelis, W.M. and Gabriels, D., 2003. The effect of surface moisture on the entrainment of dune sand by wind: an evaluation of selected models. *Sedimentology*, 50(4):771-790. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2003.00577.x>
- Duniway, M.C., Pfennigwerth, A.A., Fick, S.E., Nauman, T.W., Belnap, J. and Barger, N.N., 2019. Wind erosion and dust from US drylands: a review of causes, consequences, and solutions in a changing world. *Ecosphere*, 10(3): 36-47.

- <https://doi.org/10.1002/ecs2.2650>
- Elfaki, J.T., Nour, A.M., Sulieman, M.M. and Ali, M.E., 2016. Influence of the Storage Duration at Different Temperatures on the Concentrations of Extractable Inorganic Soil Nutrients. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 5(2):2-11. DOI: 10.4236/jacen.2016.52007
 - Erfanzadeh, R., Yazdani, M. and Arani, A.M., 2021. Effect of different shrub species on their sub-canopy soil and vegetation properties in semiarid regions. *Land Degradation & Development*, 32(11):3236-3247.
 - <https://doi.org/10.1002/ldr.3977>
 - Fenta, A.A., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Poesen, J., Tsubo, M., Borrelli, P., Panagos, P., Vanmaercke, M., Broeckx, J., Yasuda, H. and Kawai, T., 2020. Land susceptibility to water and wind erosion risks in the East Africa region. *Science of the Total Environment*, 73(2):156-183. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135016>
 - Fryrear, D.W., 1986. A field dust sampler. *Journal of soil and water conservation*, 41(2):117-120.
 - Goossens, D., Offer, Z. and London, G., 2000. Wind tunnel and field calibration of five aeolian sand traps. *Geomorphology*, 35(3-4): 233-252. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(00\)00041-6](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(00)00041-6)
 - Kheirfam, H., Sadeghi, S.H. and Darki, B.Z., 2020. Soil conservation in an abandoned agricultural rain-fed land through inoculation of cyanobacteria. *Catena*, 18(2): 44-78. DOI: 10.1016/j.catena.2019.104341
 - Liu, J., Wang, X., Zhang, L., Guo, Z., Chang, C., Du, H., Wang, H., Wang, R., Li, J. and Li, Q., 2022. Regional potential wind erosion simulation using different models in the agro-pastoral ecotone of Northern China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15):66-91. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159538>
 - Mendez, M.J., Funk, R. and Buschiazio, D.E., 2011. Field wind erosion measurements with big spring number eight (BSNE) and modified wilson and cook (MWAC) samplers. *Geomorphology*, 129(1-2):43-48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.01.011>
 - Mina, M., Rezaei, M., Sameni, A., Ostovari, Y. and Ritsema, C., 2022. Predicting wind erosion rate using portable wind tunnel combined with machine learning algorithms in calcareous soils, southern Iran. *Journal of Environmental Management*, 30(1):22-35. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114171>
 - Molina, A.J., Llorens, P., Garcia-Estringana, P., de Las Heras, M.M., Cayuela, C., Gallart, F. and Latron, J., 2019. Contributions of throughfall, forest and soil characteristics to near-surface soil water-content variability at the plot scale in a mountainous Mediterranean area. *Science of the Total Environment*, 647(2):1421-1432. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.020>
 - Poortinga, A., Keijsers, J.G., Maroulis, J. and Visser, S.M., 2014. Measurement uncertainties in quantifying aeolian mass flux: evidence from wind tunnel and field site data. *PeerJ*, 2: 1-25. DOI: 10.7717/peerj.454
 - Sadeghi, S.H., Kheirfam, H. and Darki, B.Z., 2020. Controlling runoff generation and soil loss from field experimental plots through inoculating cyanobacteria. *Journal of Hydrology*, 5(1):12-24. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.124814
 - Shao, Y., McTainsh, G.H., Leys, J.F. and Raupach, M.R., 1993. Efficiencies of sediment samplers for wind erosion measurement. *Soil Research*, 31(4):519-532. <https://doi.org/10.1071/SR9930519>
 - Webb, N.P., Kachergis, E., Miller, S.W., McCord, S.E., Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R., Chappell, A., Edwards, B.L., Herrick, J.E., Karl, J.W. and Leys, J.F., 2020. Indicators and benchmarks for wind erosion monitoring, assessment and management. *Ecological Indicators*, 5(1): 56-81. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105881>