پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال سوم، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۳
صص. ۴۳-۳۱

تعیین مهم‌ترین پارامترهای گرانولومتری سنگفرش بیابان در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر(مطالعه موردی : خضرآباد)

مهدی تازه* ـ استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه اردکان، یزد
غلامرضا زهتابیان- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
حسن احمدی- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات تهران
علی‌اکبر نظری سامانی- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
امیرهوشنگ احسانی- استادیار دانشکده محیطزیست، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۳/۲۰ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۱/۱۵

چکیده

دشت‌سرها یکی از مهم‌ترین واحدهای ژئومرفولوژی در مناطق خشک می‌باشند و تاکنون شاخص-های مختلفی برای جداسازی تیپ‌های مختلف آن‌ها ارائه شده است. وضعیت سنگ‌فرش بیابانی در تیپ‌های مختلف است از ویژگی‌های موثر در جداسازی دشت‌سرها و محافظت خاک سطحی می-باشد. در این پژوهش سعی شده است تا مهم‌ترین پارامترهای دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان در رابطه با تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر مورد بررسی قرارگیرد. تعداد ۱۲٤ نمونه از سنگ‌فرش‌های مناطق بیابانی در قالب تیپ دشت‌سر لخت، اپانداژ و پوشیده واقع در منطقه خضرآبادیزد نمونه‌برداری و آزمایشات دانه‌بندی بر روی آن‌ها انجام گرفت.روش نمونه‌برداری نیز به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده، ابرمکعب لاتین بود. نمونه‌های برداشت‌شده پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده الک‌های استاندارد و روش طبقه‌بندی ونتورث، طبقه‌بندی وتوزین شده و منحنی دانه‌بندی آن‌ها ترسیم و همچنین سایر شاخص‌های دانه‌بندی در مورد آن‌ها محاسبه شد (نرم‌افزار GRGraph). شاخص‌های محاسبه‌شده شامل قطر میانگین، جورشدگی، کج‌شدگی و پخی است. نتایج منحنی دانه‌بندی و محاسبه این شاخص‌ها در تمام ۱۲٤ نقطه نشان‌داد، شاخص-های قطر ۲۰٪، قطر ۲۵٪ و قطر ۵۰٪، کارایی بیشتری را نسبت به بقیه قطرها در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر بر اساس وضعیت دانه‌بندی سنگ‌فرش از خود نشان می‌دهد. پارامترهای قطر ۹۰٪، قطر ۸٤٪ و قطر ۹۵٪ دارای کارایی کمتری در این زمینه بوده و سایر شاخص‌ها در این زمینه از قابلیت چندانی برخوردار نمی‌باشند. بدین ترتیب چنانچه با احتمال ۹۰ درصد، دامنه تغییر پارامترهای مذکور را بررسی کنیم، برای قطر ۲۰٪ در دشت‌سر لخت، مقادیر ۱٤/۹ تا ٦۹/۹ میلیمتر، برای دشت‌سر اپانداژ، مقادیر ۱۳/۷ تا ۵۸/۱ میلیمتر و برای دشت‌سر پوشیده، ۰/۸ تا ۸/۷ میلیمتر، برای قطر ۲۵٪، برای دشت‌سر لخت مقادیر ۱۳/۷ تا ۷۸/۱ میلیمتر، برای دشت‌سر اپانداژ، ۱٤ تا ۵۰ میلیمتر و برای دشت‌سر پوشیده، مقادیر ۰/۹ تا ۷/۷ میلیمتر و در نهایت برای قطر ۵۰٪، برای دشت‌سر لخت، قطر ۱۰/۷ تا ٤۵/۹ میلیمتر، برای دشت‌سر اپانداژ، قطر ۹/٦ تا ۳۵/۵ میلیمتر و برای دشت‌سر پوشیده، ٤/۸ تا ۱/۱ میلیمتر، انتظار می‌رود.

واژگان کلیدی:سنگ‌فرش، بیابان، دانه‌بندی، دشت‌سر، ابرمکعب لاتین، خضرآبادیزد.

---

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۵۱۱۹۵۳ E-mail: mehditazeh@gmail.com

مقدمه

دشت‌سرها گسترده‌ترین واحد ژئومرفولوژی در دنیا می‌باشند. مناطق دشتی بستر زیستی و سکونت بشری را تشکیل داده و از لحاظ موارد مختلفی همچون آب‌های زیرزمینی، منابع و معادن، جنگل‌ها و مراتع و سایر عرصه‌ها، مهترین واحد از واحدهای ژئومرفولوژی می‌باشند. طبق تعریف ژئومرفولوژیست‌های آمریکایی، دشت‌سر عبارت است از ادامه لایه سنگ اصلی کوهستان در امتداد دشت‌سرها که به شکل سطح مقعری در قاعده ارتفاعات ظاهر می‌شوند (احمدی؛ح و همکاران ۱۳۸۸). یکی از ویژگی‌هایی که در طبقه‌بندی دشت سرهای مناطق بیابانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سنگ‌فرش بیابانی است. سنگ‌فرش بیابانی یکی از مواردی است که در اغلب دشت‌های مناطق بیابانی دیده می‌شود. ویژگی‌های سنگ-فرش بیابانی، تابعی از شرایط ژئومرفولوژیکی می‌باشد. این ویژگی‌ها باعث می‌شود تا سنگ‌فرش‌های موجود در مناطق مختلف از لحاظ پارامترهای مختلف دانه‌بندی و حتی درصد و تراکم دارای ویژگی‌های خاصی باشند. به طور مثال بدیهی است که مناطق دشتی نزدیک‌تر به واحد کوهستان، دارای سنگ‌فرش‌های درشت‌تری می‌باشند، ولی تاکنون مقدار عددی برای شاخص‌های مربوط به قطر ذرات در سنگ‌فرش‌های مناطق بیابانی ارائه نشده است. سنگ‌فرش بیابانی در محافظت از خاک زیرین در مقابل فرسایش، دارای نقش حیاتی است. در این مطالعه جهت بررسی ویژگی‌های دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان در تیپ‌های مختلف دشت‌سر، از تقسیم‌بندی مرسوم واحدهای ژئومورفولوژی در ایران (احمدی؛ح. ۱۳۸۵) استفاده‌شده است. در این روش دشت‌سرها به سه تیپ دشت‌سر لخت، اپانداژ و پوشیده تقسیم می‌گردد.

مطالعات دانه‌بندی در بخش‌های مختلف علوم کاربردی و صنعتی مورد استفاده قرارگرفته است. به عنوان مثال در بخش معدن، خصوصاً معادن شن و ماسه از الک‌های صنعتی برای تفکیک سنگ‌ها و شن و ماسه با قطرهای مختلف ازیکدیگراستفاده می‌شود. در بخش منابع طبیعی نیز استفاده از قطر ذرات در طبقه‌بندی رودخانه‌ها مرسوم بوده است. بطورمثال یکی از طبقه‌بندی‌های رسوبات رودخانه‌ای بر اساس قطر ذرات می‌باشد (بونته واستیون[1]، ۲۰۰۱). همچنین می‌توان به سایر روش‌های طبقه‌بندی رودخانه‌ها که در اغلب آن‌ها ازقطرذرات بستر و دانه‌بندی آن‌ها استفاده‌شده است نیز اشاره شد که در این میان می‌توان به طبقه‌بندی‌های مانتگومری و بافینگتون[2] (۱۹۹۳ و ۱۹۹۷)، و طبقه‌بندی راسگن[3] (۱۹۹۳ و ۱۹۹۶)، اشاره نمود.

در مطالعات فرسایش بادی و نمونه‌های رسوب، خصوصاً در بحث منشایابی رسوبات بادی، مطالعات زیادی انجام‌شده‌است ولی تاکنون مطالعه‌ای درزمینه ویژگی‌های سنگ‌فرش و خصوصیات و شاخص‌های سنگ‌فرش مطالعه‌ای انجام نشده است. یکی دیگرازاهداف این تحقیق بررسی ویژگی‌های سنگ‌فرش بیابانی درتیپ‌های مختلف دشت سر و بررسی شاخص‌های مختلف آن در هر یک از آن‌ها است. علاوه بر این تلاش شده است تا با تطابق ویژگی‌های سنگ‌فرش‌های بیابانی درتیپ‌های مختلف دشت‌سر و طبقه‌بندی آن‌ها، دامنه تغییرات هر یک از این شاخص‌ها مورد بررسی قرار گیرد. قانعی بافقی و یاراحمدی (۱۳۸۹) ، اقدام به بررسی رابطه دانه‌بندی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای حسن‌آباد بافق با جهت باد فرساینده با استفاده از زمین آمار نمودند. در این تحقیق دانه‌بندی با استفاده از الک‌های آزمایشگاهی انجام‌شده و نمودارهای تجمعی و پراکنش قطر میانگین آن‌ها بر حسب فی و میکرون رسم و فاکتور میانگین قطر محاسبه شد. در این تحقیق جهت تعیین شاخصی با عنوان وابستگی فضایی، پارامتر قطر دانه‌بندی ماسه های ارگ از زمین آمار و مفهوم واریوگرام به عنوان ابزاری جهت تعیین تداوم دانه‌بندی، شعاع تاثیر و ناهمسانگردی در وابستگی فضایی استفاده گردید. نوذری و امید (۱۳۹۱)، اقدام به بررسی اثر غلطت و دانه‌بندی بار رسوبی بر پارامترهای پرش هیدرولیکی و الگوی رسوب‌گذاری در پایین دست نمونه. در این مطالعه آزمایشگاهی، اثر غلظت و دانه‌بندی بار رسوبی بر پرش هیدرولیکی و

---

1 - Bunte and Steven

2 - Montgomery and Buffington

3 -Rosgen

نحوه تشکیل و گسترش امواج ماسه‌ای در پایین دست پرش هیدرولیکی که غالبا در حوضچه های آرامش دریچه های تخلیه رسوب در تاسیسات انحراف آب از رودخانه‌ها پدید می آید بررسی شد. احمدی و محمدخان (۱۳۸۵)، اقدام به مقایسه خصوصیات دانه‌بندی در ارگ های داخلی و ساحلی ایران نمودند. در این مطالعه مقایسه هایی از لحاظ متوسط قطر ذرات، متوسط نمای ذرات، متوسط چولگی در نمودارهای طنگوله ای قطر ذرات و سپس فاصله حمل متوسط ذرات بین رسوبات ارگ های داخلی و ساحلی صورت گرفت. مشهدی و احمدی (۱۳۸۹) ، اقدام به تعیین منابع ماسه بر اساس دانه‌بندی خاک یا رسوب سطحی نمودند. نتایج تحقیق آن‌ها، منتج به تولید هفت نقشه توزیع اندازه های ذرات شد که توان هر بخش از منطقه مورد مطالعه را در آورد رسوب در سرعت های مختلف باد نشان می دهد. عباسی، فیض نیا و همکاران (۱۳۹۰)، دانه‌بندی و کانی شناسی رسوبات در منشا یابی تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان را انجام دادند. آن‌ها با استفاده از نمونه های برداشت‌شده در هر رخساره اقدام به تهیه منحنی های دانه‌بندی و محاسبه پارامترهای مربوط به آن نموده و اقدام به تفکیک نوع محیط رسوبی نمودند. مقصودی و همکاران (۱۳۹۳) شواهد رسوبی تغییرات اقلیمی را در دریاچه زریبار طی دوره هولوسن بررسی نمودند. آن‌ها مغزه ۶۸۸ سانتیمتری به دست آمده از طریق چاه پیمایی و استفاده از مغزه گیر پیت کورر روسیه از دریاپه زریبار کردستان را مورد تجزیه و تحلیل های رسوب شناسی و دانه‌بندی قراردادند. در نهایت میزان نرخ متوسط رسوب‌گذاری در دریاچه، طی دوره هولوسن، برابر با ۰/۹۵ میلیمتر در سال محاسبه شد که حاکی از نرخ رسوب‌گذاری ملایم در طول دوره هولوسن در آن می‌باشد.

هدف از این تحقیق، بررسی پارامترهای دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان در تیپ‌های مختلف دشت‌سر در مناطق بیابانی می‌باشد. از نتایج این تحقیق می‌توان در طبقه‌بندی دشت‌سرها با استفاده از شاخص‌های دانه‌بندی سنگ‌فرش آن‌ها استفاده نمود.

موادوروشها

در این تحقیق تیپ‌های مختلف دشت‌سر شامل دشت‌سر لخت، اپانداژ و پوشیده مورد بررسی قرارگرفته است. دردشت‌سرفرسایشی سنگ بستر در عمق کم قرارگرفته و یا در سطح خاک نمایان می‌باشد. شیب طولی دشت‌سر بین ۱۲–۸ درصد که گاهی به ۲۰ درصد رسیده و شیب عرضی آن تقریباً صفراست. رسوبات ازعناصردرشت شامل تخته‌سنگ، قلوه سنگ، ریگ وشن می‌باشد که ضخامت آن کم وحداکثر از چندین متر تجاوز نمی‌کند.دشت‌سراپانداژ، همان مشخصات دشت‌سر فرسایشی را دارا می‌باشد، با این تفاوت که ضخامت مواد زیادتر است وبه چند مترمی‌رسد و عناصرتشکیل دهنده آن کوچکتراست. شیب طولی این دشت‌سرها بین ۳ تا ۸ درصد می‌باشد. و شیب دشت‌سر پوشیده، بین ۳–۱ درصد تغییر می‌کند. ضخامت رسوبات بیش ازصد متر است. بنابراین این دشت باشیب کم وضخامت قابل ملاحظه رسوبات مشخص می‌شود. خاک عمیق بابافت ریزدانه بوده بطوریکه تمام اراضی کشاورزی در این مناطق بر روی این دشت‌سر قرارگرفته‌اند. (احمدی، ۱۳۸۷)

دانه‌بندی ذرات در دشت‌سرها و شاخص‌های قابل‌استخراج از آن: دانه‌بندی ذرات سنگفرش بیابان در این تحقیق جهت تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب که دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان و شاخص‌های مرتبط با آن،به عنوان پارامترهای مورد استفاده در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر معرفی و مورد استفاده قرار گرفت. در مطالعات دانه‌بندی جهت تفکیک ذرات با قطرهای مختلف از سری الک‌های مختلف با اهداف مختلف که دارای قطرها و تعداد متفاوتی می‌باشند، استفاده می‌گردد. شاخص‌های مختلفی درزمینه بررسی قطر ذرات ارائه شده است. همچنین طبقه‌بندی‌های مختلفی نیز برای تفکیک ذرات با قطرهای مختلف و یا به عبارت دیگر سری الک‌های مختلفی نیز ارائه شده است.

قطر میانه: عبارت است از قطر متوسط ذرات(Median) و یا قطر ۵۰٪ منحنی تجمعی که نصف ذرات درشت‌تر از آن و نصف دیگر کوچک‌تر از آن هستند . قطر میانه می‌تواند تاحدی معرف اندازه ریزی و درشتی رسوب باشد. از روی نمودار فراوانی تجمعی ذرات به دست می‌آید.

میانگین(Mean): عبارت از حد متوسط ذرات در رسوب که با علامت Mzنشان داده می‌شود . میانگین قطر ذرات از فرمول زیر محاسبه می‌شود. با محاسبه این اندیس که از شاخص‌های مدیان (قطر ۵۰٪ می‌باشد حدود گسترش اندازه‌های ذرات مربوط به نمونه مورد نظر به خوبی معلوم می‌شود. به منظور محاسبه متوسط قطرداده ها از فرمول فولک (Folk,1974) استفاده شد.

$$M_Z = \frac{Q16 + Q50 + Q84}{3}$$

Mz= میانگین قطر ذرات در مقیاس فی

$Q16$= قطر ذرات معادل ۱۶ درصد در نمودار فراوانی تجمعی بر حسب فی

$Q50$= قطر ذرات معادل ۵۰ درصد در نمودار فراوانی تجمعی بر حسب بفی

$Q84$= قطر ذرات معادل ۸۴ درصد در نمودار فراوانی تجمعی بر حسب فی

به عبارت دیگر Mzعبارت است از میانگین داده‌ها و 16φعبارت است از قطری که ۱۶ درصد وزنی ذرات دارای قطری کمتر از آن باشند. 50φ عبارت است از قطری که۵۰ درصد وزنی ذرات دارای قطری کمتر از آن باشند. 84φ عبارت است از قطری که ۸۴ درصد وزنی ذرات دارای قطری کمتر از آن باشند.

توضیح اینکه در رسم نمودار تجمعی یا زنگوله‌ای از دو مقیاس برای قطر ذرات می‌توان استفاده کرد. یکی مقیاس میلیمتر یا میکرون و دوم مقیاس فی(φ) می‌باشد. در این معادله d: قطر ذرات بر حسب میلیمتر است .

$$Q = -Log = \frac{-Log_{10} d}{0.3} \qquad \text{(Folk,1974)}$$

جورشدگی (انحراف استاندارد[1]): شاخصی است که یکنواختی ذرات تشکیل‌دهنده رسوب و نزدیک بودن قطر آن‌ها به یکدیگر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر جورشدگی عبارت است از نحوه انتشار اندازه دانه‌های رسوبی نسبت به متوسط آن که از رابطه زیر محاسبه می‌شود. بدین ترتیب، چنانچه نمونه مورد مطالعه از ذرات با قطرهای متناسب با توزیع یکنواخت تشکیل‌شده باشند،دارای جورشدگی بهتری می‌باشند.

$$SI = \frac{Q_{84} - Q_{16}}{4} + \frac{Q_{95} - Q_5}{6.6} \qquad \text{(Folk,1974)}$$

کج شدگی یا نا تقارنی (اسکیونس[2]): این شاخص وضعیت تقارن منحنی‌های توزیع دانه‌بندی به سمت ذرات دانه ریز (کجی مثبت) و یا دانه درشت (کجی منفی) رویا متقارن (کجی صفر) را مشخص می‌کند.

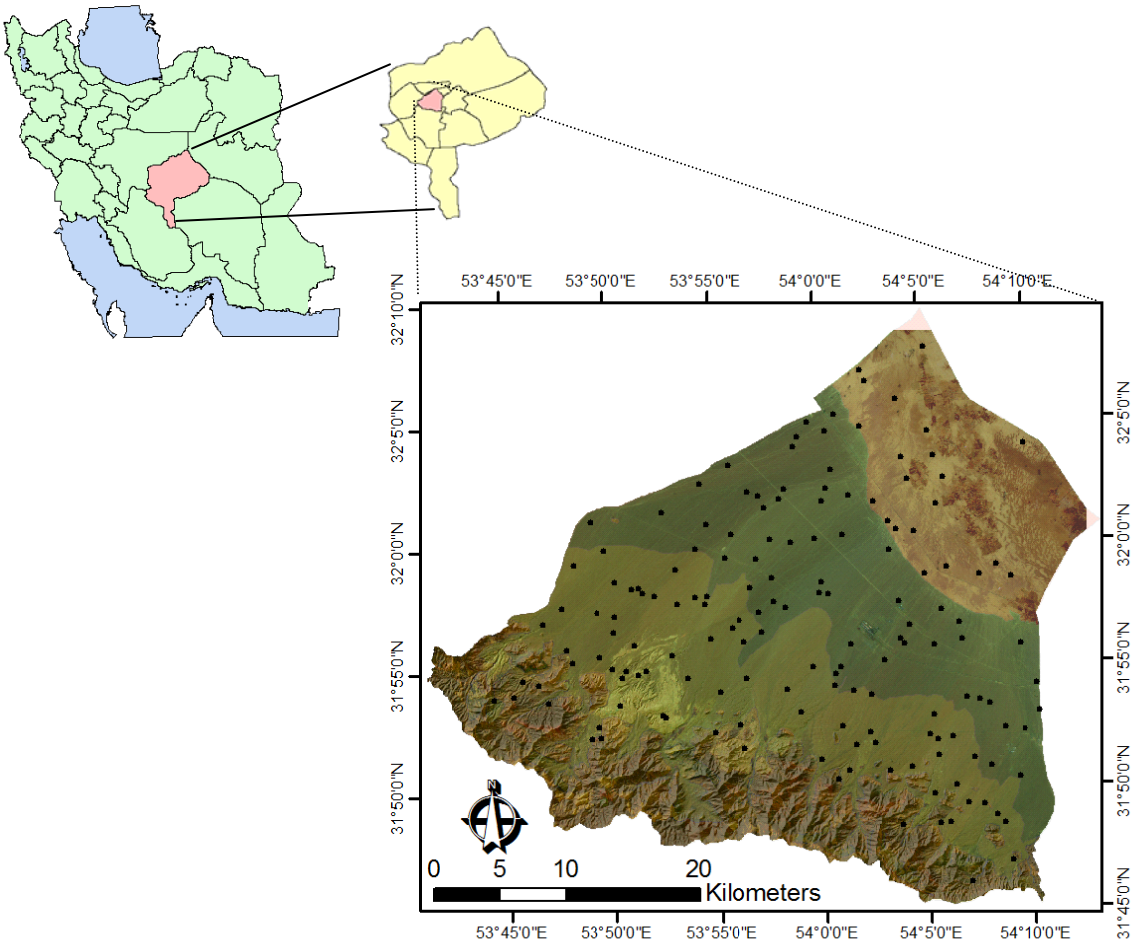
$$SKI = \frac{Q_{16} + Q_{84} - 2Q_{50}}{2(Q_{84} - Q_{16})} + \frac{Q_5 + Q_{95} - 2Q_{50}}{2(Q_{95} - Q_5)} \qquad \text{(Folk,1974)}$$

به منظور ترسیم منحنی‌های دانه‌بندی و محاسبات لازم برای به دست آوردن شاخص‌های مختلف دانه‌بندی می‌توان از نرم‌افزارهای مختلفی استفاده نمود که استفاده از نرم‌افزار محاسبات بر روی اعداد مثل اکسل، ازجمله این موارد می‌باشد. در این مطالعه با توجه به قابلیت‌های نرم‌افزار GRGraph جهت محاسبه شاخص‌های مختلف مرفومتری از این نرم افزاراستفاده شد.

1-Sorting

2 -Skewness=assymetrie

معرفی منطقه: منطقه مورد مطالعه، در حاشیه غرب تا شمال غرب مسیر یزد–اردکان در فاصله ۱۵ تا ۲۵ کیلومتری از شهر یزد، واقع شده است. این منطقه با مساحت ۱۲۹۳۱۸ هکتار، به گونه‌ای انتخاب شده‌است که از تنوع ژئومرفولوژیکی خوبی برخوردار بوده و انواع تیپیک از تیپ‌های مختلف دشتی مناطق بیابانی در آن وجود دارد. منطقه مورد مطالعه دارای طول جغرافیایی ۰۸ ۴۱ ۵۴ درجه تا ۳۳ ۱۳ ۵۴ شرقی و عرض جغرافیایی ۰۷ ۴۵ ۳۱ درجه تا ۳۰ ۰۹ ۳۲ شمالی می-باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری

چنانچه در انجام نمونه‌برداری طبقات خاصی مدنظر باشد، می‌توان از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده استفاده نمود که در این مطالعه از روش ابرمکعب لاتین[1] استفاده‌شده که نوعی از روش تصادفی طبقه‌بندی شده می‌باشد، استفاده‌شده است(میناسی و مک براتنی[2]، ۲۰۰۶). در این مطالعه، جهت دانه‌بندی نمونه‌های برداشت‌شده، از الک و شیکر و توزین نمونه‌های هر الک استفاده شد. یکی از این مهم‌ترین مقیاس‌های طبقه‌بندی ذرات، مقیاس ونت‌ورث می‌باشد که در این مطالعه مورد استفاده قرارگرفت. از آنجا که در این مطالعه هدف، بررسی ویژگی‌های سنگ‌فرش بیابانی می‌باشد،

1 - *Latin Hyper cube*
2 - *Minasny and McBratney*

طبقه‌بندی استفاده‌شده در محدوده سنگ‌ریزه‌ها با قطرهای مختلف مورد استفاده قرار گرفت. که بدین منظور از الک‌های با ابعاد مختلف استفاده شد.

شکل ۲- نمونه الک‌های مورد استفاده

شکل۳- دستگاه شیکر جهت الک‌کردن نمونه‌های برداشتی

بدین منظور پس از توزین نمونه‌های برداشت‌شده، تفکیک ذرات با قطرهای مختلف با استفاده از سری الک و دستگاه شیکر، انجام شد. به منظور بررسی تغییرات سنگ‌فرش بیابانی در تیپ‌های مختلف دشت‌سر در منطقه مورد مطالعه، ابتدا نقشه شبکه نمونه‌برداری تهیه شد. پس از طبقه‌بندی دشت سرهای مختلف، نقاط نمونه‌برداری به طور تصادفی طبقه-بندی شده بر روی آن‌ها انتخاب شد. سپس سنگ‌فرش بیابانی در نقاط مختلف نمونه‌برداری مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. به این ترتیب که پس از برداشت سنگ‌فرش و انتقال آن به آزمایشگاه، مطالعات دانه‌بندی بر روی تمام نمونه‌های برداشت‌شده انجام‌گرفت که به تعداد نمونه‌های برداشت‌شده منحنی دانه‌بندی نیز ترسیم شد(۱۲۴ منحنی دانه‌بندی). سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل منحنی‌های به دست آمده، جدول تغییرات دامنه قطر سنگ‌ریزه‌ها در تیپ‌های مختلف دشت‌سر و همچنین توزین آن‌ها، فراوانی ذرات با قطرهای مختلف، شاخص‌های دانه‌بندی بر اساس روش فولک محاسبه شد.

شکل۴- نمونه برداری از سنگ‌فرش بیابانی در تیپ دشت‌سر لخت

شکل ۶-نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابانی در تیپ دشت‌سر پوشیده

نتایج

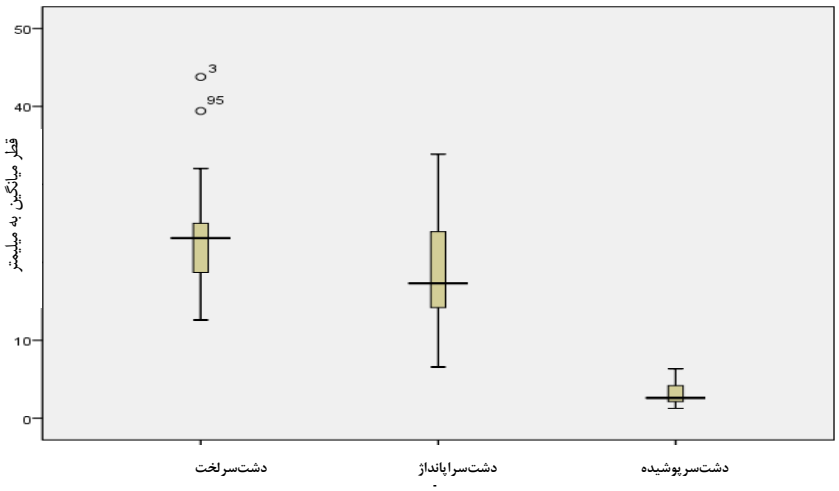
در جدول زیر نمونه محاسبات آورده شده است. محاسبات انجام‌شده در جداول زیر شامل قطر ۵٪، قطر ۱۰٪، قطر ۱۶٪، قطر ۲۵٪، قطر ۵۰٪، قطر ۸۴٪، قطر ۹۰٪ و قطر ۹۵٪ می‌باشد که در جداول زیر به علت کمبود فضا در صفحه، به صورت خلاصه و تنها در مورد ده نقطه از تیپ دشت سر لخت، آمده است.

جدول ۱- موقعیت و شاخص‌های دانه‌بندی تعدادی از نمونه‌های برداشت‌شده از دشت‌سر لخت

شماره نقطه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	D5	....D10	.....	D95....	میانگین	جورشدگی	چولگی	پخی
۱	۲۲۶۶۲۶	۳۵۲۰۶۰۵	۲/۹۶	۸/۷۴	.....	۱۲/۱۴	۳۰/۵۱	۰/۹۳	۰/۲۵	-۰/۴۵
۲	۲۲۲۷۵۱	۳۵۲۹۸۷۳	۴/۰۷	۱۶/۵۸	.....	۱۳/۲۹	۴۳/۷۹	۱/۱۷	۱/۵۳	-۰/۴۹
۳	۷۶۳۲۴۱	۳۵۳۷۷۹۹	۶۱/۵۶	۴۵/۹۱	.....	۳/۳۸	۱۹/۱۶	۲/۳۱	-۰/۲	۱/۲۶
۴	۷۶۵۷۳۹	۳۵۳۸۲۴۴	۶۵/۱۲	۴۷/۲۹	.....	۳/۹۶	۲۵/۰۹	۲/۰۵	-۰/۲۹	۱/۳۶
۵	۲۲۱۵۲۵	۳۵۲۹۹۱۲	۲/۱۵	۴/۶۲	.....	۱۷/۵۴	۲۴/۶۴	۰/۵۹	۲/۱۱	-۲/۳
۶	۷۶۲۷۶۲	۳۵۳۹۱۶۷	۴۱/۰۴	۳۵/۰۸	.....	۳/۳۱	۱۴/۰۹	۲/۱۸	-۰/۲۶	۱/۲
۷	۲۱۸۷۴۴	۳۵۳۱۶۶۹	۷۲/۲۷	۵۴/۴۰	.....	۵/۳۷	۲۵	۲	-۰/۱۲	۱/۲۱
۸	۲۱۸۱۵۶	۳۵۲۶۳۶۲	۷۳/۲۰	۵۵/۸۱	.....	۵/۱۸	۲۵/۵۱	۲/۰۲	-۰/۱۷	۱/۲۴
۹	۲۲۵۳۰۰	۳۵۲۸۳۷۰	۲/۴۰	۵/۷۸	.....	۱۹/۰۶	۳۲/۰۴	۰/۶۳	۲/۷۷	-۱/۱۹
۱۰	۷۷۳۹۰۲	۳۵۳۲۳۸۶	۴۵/۳۸	۴۲/۹۰	.....	۳/۴۰	۲۱/۸۰	۲/۱۳	-۰/۵۴	۱/۲۴

تغییرات شاخص‌های دانه‌بندی در تیپ‌های مختلف دشت‌سر

در این مرحله شاخص‌های مختلف دانه‌بندی تیپ‌های دشت‌سر به صورت جداگانه مورد بررسی قرارگرفته و دامنه تغییرات آن‌ها در هر تیپ دشت‌سر به صورت گرافیکی نمایش داده شد. با توجه به تعدد نمودارهای مربوط به این بخش، تنها دامنه تغییرات قطر میانگین به عنوان نمونه، نمایش داده شد.



شکل ۷- دامنه تغییرات قطر میانگین در تیپ‌های مختلف دشت‌سر

در این نمودار، محور عمودی شاخص‌های مربوط به قطر ذرات و در محور افقی تیپ دشت‌سرها می‌باشد. اعداد در محور عمودی، قطر بر حسب میلیمتر می‌باشد. به عنوان مثال قطر ۵۰٪ نشان‌دهنده قطری است که ۵۰ درصد ذرات از آن بزرگ‌تر و ۵۰ درصد ذرات از آن کوچک‌تر هستند. که این مورد در تمام شاخص‌های مربوط به قطر ذرات از قطر ۵٪ تا قطر ۹۵٪ صادق می‌باشد. در مورد قطر ۵٪، ، هرچند در این نمودار میانگین قطر۵٪ در تیپ دشت‌سر لخت بیشتر از اپانداژ، و به همین ترتیب در تیپ دشت‌سر اپانداژ بیشتر از تیپ دشت‌سر پوشیده می‌باشد ولی با توجه به همپوشانی زیاد این پارامتر در تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ، و همچنین در بخش‌هایی از دشت‌سر پوشیده، این مقادیر در تفکیک تیپ‌های مختلف دشتی با توجه به وضعیت دانه‌بندی ذرات، شاخص مناسبی نمی‌باشد. در مورد قطر۱۰٪ و ۱۶ ٪ نیز تقریباً وضع به همین منوال است. ، با این تفاوت که در مناطق تیپ دشت‌سر پوشیده، مقدار این پارامتر تقریباً دارای هم-پوشانی با سایر تیپ‌ها نمی‌باشد، لذا می‌توان از این پارامتر به تنهایی در تفکیک تیپ دشت‌سر پوشیده از لخت و اپانداژ، استفاده نمود. در قطر ۲۰٪، هرچه به سمت مقادیر میانه پیش می‌رویم، تفکیک‌پذیری شاخص‌ها در تیپ‌های مختلف دشتی، مشخص‌تر می‌شود. مقدار هم‌پوشانی شاخص قطر ۲۰٪ در تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ، کاهش‌یافته و تا حدودی تفکیک‌پذیری بهتری را از خود نشان می‌دهد. همچنین، تغییرات پارامترهای مربوط به دانه‌بندی و ذرات با قطرهای مختلف در محدوده دشت‌سر اپانداژ، وسیع‌تر می‌باشد، و یا به عبارت دیگر ذرات در تیپ دشت‌سر اپانداژ، دارای تنوع بیشتری می‌باشند. قطر ۲۵٪ تا حدودی تغییرات وضعیت سنگ‌فرش را بر اساس تغییرات تیپ دشتی نشان می‌دهد. قطر ۲۵٪در تیپ دشت‌سر لخت دارای بالاترین مقدار بوده و تفکیک‌پذیری خوبی را در تیپ‌های مختلف دشت‌سر از خود نشان می‌دهد. البته در این مورد نیز در تعدادی از نمونه‌ها این مقدار نیز در محدوده تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ، دارای هم‌پوشانی نسبی می‌باشد.

شاخص قطر ۵۰٪ نیز به عنوان یکی از شاخص‌های مربوط به قطر ذرات، تا حدودی تغییرات قطر ۵۰٪ را در تیپ‌های مختلف دشت‌سر نشان می‌دهد. قطر ۷۵٪ نیز تا حدودی وضعیت سنگ‌فرش بیابانی را در تیپ‌های مختلف دشت‌سر نشان می‌دهد. از این شاخص به بعد، به نوعی تشابه اطلاعاتی با شاخص‌های قبلی دیده می‌شود. به عنوان مثال قطر ۷۵٪ با قطر ۲۵٪ به نوعی دارای ویژگی‌های مشابهی می‌باشند.

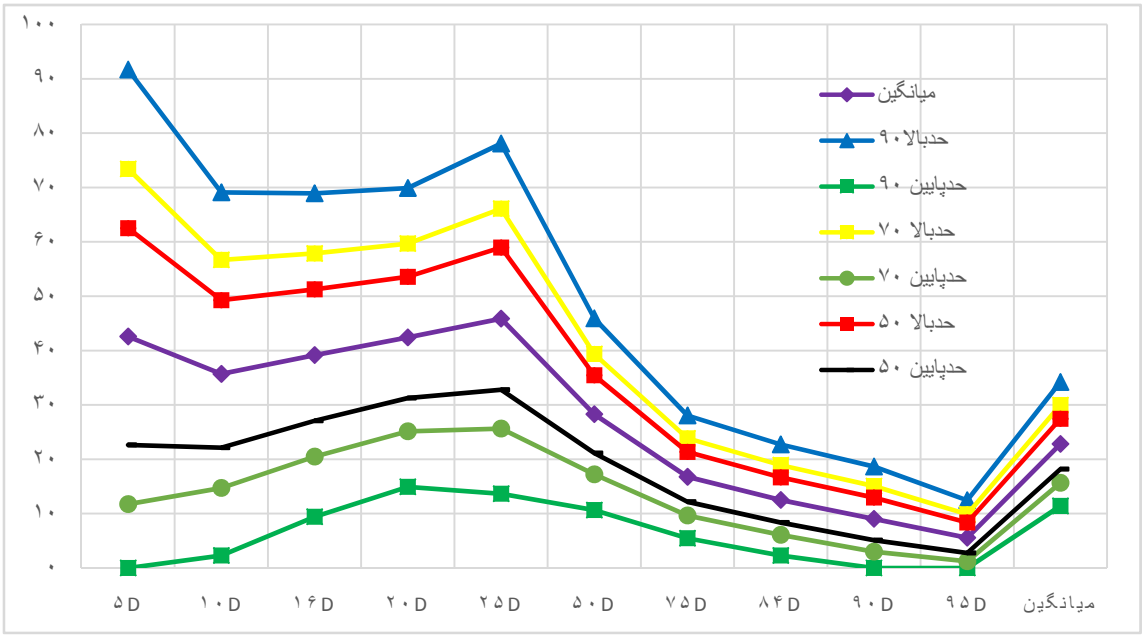
قطر ۸۴٪ازجمله شاخص‌های نامناسب در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر به نظر می‌رسد. که این مورد خصوصاً در تفکیک تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ، نمایان شده است. چرا که دارای محدوده مشترک زیادی بوده و نمی‌توان از این شاخص در تفکیک تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ، استفاده کرد. شاخص قطر ۹۰٪ در تفکیک تیپ دشت‌سر پوشیده،

همانند اغلب شاخص‌های قبلی ، کارایی قابل قبولی دارد. البته علی‌رغم هم‌پوشانی در بخش‌هایی از این شاخص در تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ، تا حدودی در تفکیک این دو تیپ دشتی، قابل‌استفاده می‌باشد. شاخص قطر ۹۵٪ جهت تفکیک تیپ دشت‌سر پوشیده از سایر تیپ‌های دشت‌سر، کارایی خوبی از خود نشان می‌دهد ولی در تفکیک تیپ-های دشت‌سر لخت و اپانداژ، کارایی چندانی نداشته و دارای فصل مشترک زیادی می‌باشد. از شاخص قطر میانگین به بعد، نتیجه تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده بر روی نمونه‌های برداشت‌شده از سنگ‌فرش بیابانی در تیپ‌های مختلف دشت‌سر، قابل‌مشاهده می‌باشد. شاخص قطر میانگین تا حدودی در تفکیک تیپ‌های مختلف دشتی می‌تواند مفید واقع شود. قطر میانگین در تفکیک تیپ دشت‌سر پوشیده از دشت‌سر لخت و اپانداژ، کارایی خوبی از خود نشان می‌دهد ولی در محدوده دشت‌سر لخت و اپانداژ، هم‌پوشانی زیادی داشته و قابلیت چندانی ندارد.

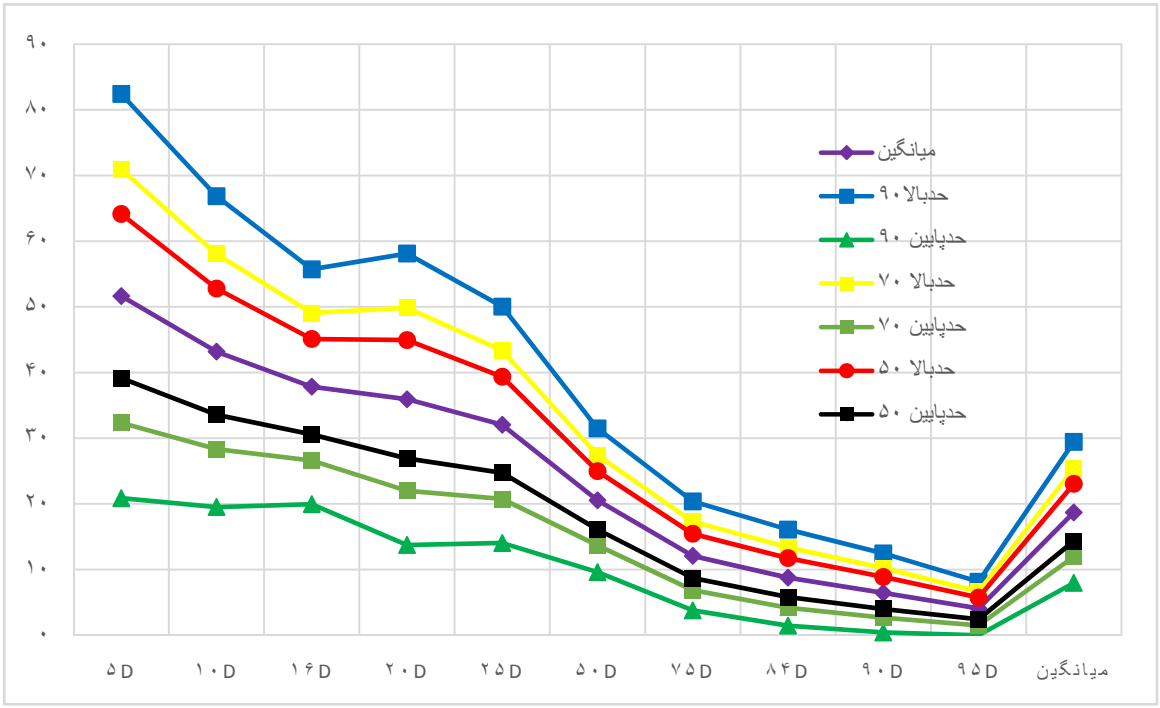
قطر میانه نیز دارای رابطه نزدیک با قطر میانگین بوده و تا حدودی نشان‌دهنده تغییرات ویژگی‌های سنگ‌فرش در تیپ-های مختلف دشت‌سر می‌باشد. لازم به ذکر است تغییرات قطر میانه و قطر میانگین در نمونه‌های برداشت‌شده، بسیار مشابه یکدیگر می‌باشد. جورشدگی در تیپ دشت‌سر پوشیده به طور میانگین بیشتر از بقیه انواع دشت‌سرها می‌باشد. در مورد دشت‌سر لخت نیز دامنه تغییرات جورشدگی بسیار متغیر می‌باشد. با توجه به اینکه تغییرات این پارامتر در تیپ‌های مختلف دشت‌سر در محدوده طیف وسیعی تغییر می‌کند، لذا استفاده از این پارامتر به عنوان عاملی در تفکیک ویژگی‌های سنگ‌فرش بیابانی در تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ، مناسب نمی‌باشد. تغییرات چولگی نیز از جمله نامناسب‌ترین شاخص‌ها در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر بر اساس وضعیت سنگ‌فرش می‌باشد. شاخص پخی در تفکیک تیپ-های مختلف دشت‌سر کارایی چندانی نداشته و تقریباً در تمام تیپ‌های دشت‌سر دارای فصل مشترک می‌باشد.در ابتدا تصور می‌شد که شاخص‌های جورشدگی، چولگی و پخی به نحو موثری در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر مورد استفاده قرار گیرند ولی همان‌طور که ملاحظه می‌شود، دارای هم‌پوشانی بسیار زیادی در تیپ‌های مختلف دشت‌سر بوده و در بعضی از موارد حتی از روند مشخصی نیز تبعیت نمی‌کند.

با جمع‌بندی نتایج و تفسیر موارد فوق می‌توان نتیجه‌گرفت که شاخص‌های دانه‌بندی به تنهایی در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر، کارآیی بسیار بالایی ندارند. در این میان قطرهای محاسبه‌شده در درصدهای مختلف، نتایج بهتری را از خود نشان می‌دهد. استفاده از پارامتر میانگین قطر ذرات، در تفکیک تیپ دشت‌سر پوشیده از اپانداژ و لخت دارای کارامدی بسیار بالا می‌باشد ولی در محدوده تیپ‌های دشت‌سر لخت و اپانداژ دارای هم‌پوشانی زیادی بوده و بدین ترتیب فصل مشترک آن‌ها بسیار زیاد می‌باشد، از این رو دارای تفکیک‌پذیری مناسبی نبوده و نمی‌توان از آن‌ها به تنهایی در تفکیک تیپ‌های مختلف دشتی استفاده نمود. تغییرات پارامترهای جورشدگی، پخ شدگی و چولگی نیز نشان می‌دهد از این پارامترها نمی‌توان به تنهایی در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر از یکدیگر استفاده کرد، چرا که دارای هم‌پوشانی زیاد و فصل مشترک زیادی با یکدیگر می‌باشند.

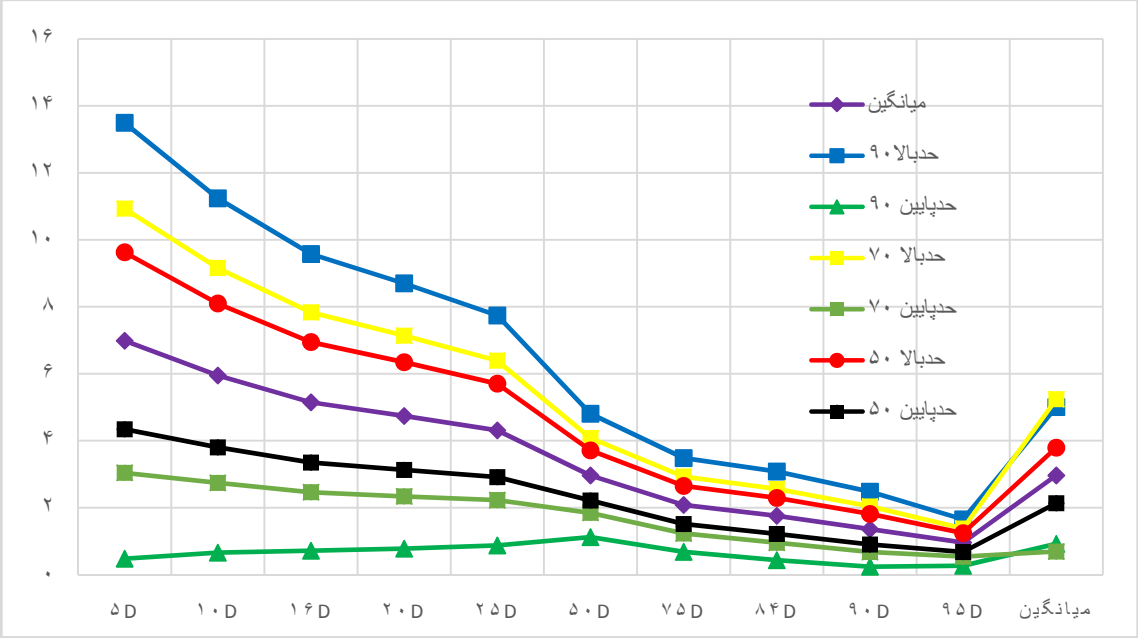
با جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل پارامترهای مختلف محاسبه‌شده در مراحل قبلی، دامنه تغییرات این پارامترها در هر یک از تیپ‌های دشت‌سر با درصد احتمال مختلف تعیین شد. به طور مثال قطر میانگین در دشت‌سر لخت به طور میانگین ۲۲/۸ میلیمتر می‌باشد. در این تیپ قطر میانگین با احتمال ۹۰ درصد در دامنه بین ۱۰/۷ تا ۴۵/۹ متغیر می‌باشد. قطر میانگین در این تیپ با احتمال ۷۰ درصد، بین ۱۷/۲ تا ۳۹/۴ میلیمتر و قطر میانگین با احتمال ۵۰ درصد بین ۲۱/۱ تا ۳۵/۵ میلیمتر متغیر است. به عبارت دیگر بیش از ۹۰ درصد قطر میانگین‌ها در این تیپ در محدوده بین ۱۰/۷ تا ۴۵/۹ ، بیش از ۷۰ درصد قطر میانگین‌ها در محدوده قطر بین ۱۷/۲ تا ۳۹/۴ و بیش از ۵۰ درصد قطر میانگین‌ها در این تیپ بین ۲۱/۱ تا ۳۵/۵ میلیمتر می‌باشند. جدول زیر تمام شاخص‌های محاسبه‌شده را با درصدهای احتمال مختلف نشان می‌دهد. محاسبه سایر درصدها نیز با استفاده از جدول تی‌استیودنت امکان‌پذیر می‌باشد. اشکال ۸، ۹ و ۱۰، دامنه تغییرات پارامترهای دانه‌بندی را در تیپ‌های مختلف دشت‌سر نشان می‌دهد.



شکل ۸- دامنه تغییرات پارامترهای دانه‌بندی با درصد احتمال مختلف در تیپ دشت‌سر لخت



شکل ۹-دامنه تغییرات پارامترهای دانه‌بندی با درصد احتمال مختلف در تیپ دشت‌سر اپانداژ



شکل ۱۰- دامنه تغییرات پارامترهای دانه‌بندی با درصد احتمال مختلف در تیپ دشت‌سر پوشیده

با استفاده از نمودارهای فوق، می‌توان شاخص‌های مختلف دانه‌بندی را در تیپ‌های مختلف دشت‌سر، با درصد احتمال مختلف ملاحظه نمود. به طور مثال می‌توان گفت که قطر میانگین در تیپ دشت‌سر لخت، با احتمال ۹۰٪ در چه محدوده‌ای قرار می‌گیرد. همچنین این مقادیر با احتمال‌های ۷۰ و ۵۰ درصد نیز در نمودارها آورده شده‌است. همچنین نمودارهای فوق نشان‌دهنده سایر پارامترهای دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان تمام تیپ‌های دشت‌سر می‌باشد. نمودارهای فوق را می‌توان به عنوان یک مرجع در مطالعات دانه‌بندی سنگ‌فرش بیابان در تیپ‌های مختلف دشتی، بکار برد.

بحث و نتیجه‌گیری

از جمع‌بندی مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت، شاخص‌های قطر ۲۵٪، قطر ۲۰٪ و قطر ۵۰٪ کارایی بیشتری را نسبت به بقیه قطرها در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر بر اساس وضعیت دانه‌بندی سنگ‌فرش از خود نشان می‌دهد. پارامترهای قطر ۹۰٪، قطر ۸۴٪ و قطر ۹۵٪ دارای کارایی کمتری در این زمینه بوده و سایر شاخص‌ها در این زمینه از قابلیت چندانی برخوردار نمی‌باشند. قطرهای این جدول بر حسب میلیمتر می‌باشد.

جدول ۲- تعیین دامنه کمی پارامترهای دانه‌بندی در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت‌سر

نام پارامتر	دشت سرلخت	دشت سراپانداژ	دشت سر پوشیده
D5 (با احتمال ۹۰٪)	۰-۹۱/۷	۲۰/۹-۸۲/۴	۰/۵-۱۳/۵
D5 (با احتمال ۷۰٪)	۱۱/۸-۷۳/۴	۳۲/۳-۷۱	۳-۱۰/۹
D5 (با احتمال ۵۰٪)	۲۲/۶-۶۲/۵	۳۹/۱-۶۴/۱	۴/۳-۹/۶
D10 (با احتمال ۹۰٪)	۲/۳-۶۹/۱	۱۹/۵-۶۶/۸	۰/۷-۱۱/۲
D10 (با احتمال ۷۰٪)	۱۴/۷-۵۶/۷	۲۸/۳-۵۸	۲/۷-۹/۲
D10 (با احتمال ۵۰٪)	۲۲/۱-۴۹/۳	۳۳/۶-۵۲/۸	۳/۸-۸/۱
D16 (با احتمال ۹۰٪)	۹/۴-۶۸/۹	۱۹/۹-۵۵/۷	۰/۷-۹/۶

D16 (با احتمال ۷۰٪)	۲۰/۵–۵۷/۹	۲۶/۶–۴۹/۱	۲/۵–۷/۸
D16 (با احتمال ۵۰٪)	۲۷/۱–۵۱/۳	۳۰/۶–۴۵/۱	۳/۳–۶/۹
D20 (با احتمال ۹۰٪)	۱۴/۹–۶۹/۹	۱۳/۷–۵۸/۱	۰/۸–۸/۷
D20 (با احتمال ۷۰٪)	۲۵/۲–۵۹/۷	۲۲–۴۹/۹	۲/۳–۷/۱
D20 (با احتمال ۵۰٪)	۳۱/۳–۵۳/۶	۲۶/۹–۴۴/۹	۳/۱–۶/۳
D25 (با احتمال ۹۰٪)	۱۳/۷–۷۸/۱	۱۴–۵۰	۰/۹–۷/۷
D25 (با احتمال ۷۰٪)	۲۵/۶–۶۶/۱	۲۰/۷–۴۳/۳	۲/۲–۶/۴
D25 (با احتمال ۵۰٪)	۳۲/۸–۵۹	۳۹/۳–۲۴/۷	۲/۹–۵/۷
D50 (با احتمال ۹۰٪)	۱۰/۷–۴۵/۹	۹/۶–۳۱/۵	۱/۱–۴/۸
D50 (با احتمال ۷۰٪)	۱۷/۲–۳۹/۴	۱۳/۷–۲۷/۴	۱/۸–۴/۱
D50 (با احتمال ۵۰٪)	۲۱/۱–۳۵/۵	۱۶/۱–۲۵	۲/۲–۳/۷
D75 (با احتمال ۹۰٪)	۵/۵–۲۸/۱	۳/۸–۲۰/۴	۰/۷–۳/۵
D75 (با احتمال ۷۰٪)	۹/۷–۲۳/۹	۶/۹–۱۷/۳	۱/۲–۲/۹
D75 (با احتمال ۵۰٪)	۱۲/۲–۲۱/۴	۸/۷–۱۵/۴	۱/۵–۲/۶
D84 (با احتمال ۹۰٪)	۲/۳–۲۲/۷	۱/۴–۱۶/۱	۰/۴–۳/۱
D84 (با احتمال ۷۰٪)	۶/۱–۱۸/۹	۴/۲–۱۳/۴	۰/۹–۲/۶
D84 (با احتمال ۵۰٪)	۸/۴–۱۶/۷	۵/۸–۱۱/۷	۱/۲–۲/۳
D90 (با احتمال ۹۰٪)	۰–۱۸/۷	۰/۴–۱۲/۵	۰/۲–۲/۵
D90 (با احتمال ۷۰٪)	۳–۱۵/۱	۲/۶–۱۰/۲	۰/۷–۲
D90 (با احتمال ۵۰٪)	۵/۱–۱۲/۹	۴–۸/۹	۰/۹–۱/۸
D95 (با احتمال ۹۰٪)	۰–۱۲/۵	۰–۸/۱	۰/۳–۱/۶
D95 (با احتمال ۷۰٪)	۱/۲–۹/۹	۱/۵–۶/۶	۰/۵–۱/۴
D95 (با احتمال ۵۰٪)	۲/۸–۸/۴	۲/۴–۵/۷	۰/۷–۱/۲
قطرمیانگین (با احتمال ۹۰٪)	۱۱/۴–۳۴/۲	۸–۲۹/۴	۰/۹–۵
قطرمیانگین (با احتمال ۷۰٪)	۱۵/۷–۳۰	۱۱/۹–۲۵/۴	۰/۷–۵/۲
قطرمیانگین (با احتمال ۵۰٪)	۱۸/۲–۲۷/۴	۱۴/۳–۲۳	۲/۱–۳/۸
جورشدگی (با احتمال ۹۰٪)	۱۰/۷–۴۵/۹	۹/۶–۳۱/۵	۱/۱–۴/۸
جورشدگی (با احتمال ۷۰٪)	۱۷/۲–۳۹/۴	۱۳/۷–۲۷/۴	۰/۸–۵/۱
جورشدگی (با احتمال ۵۰٪)	۲۱/۱–۳۵/۵	۱۶/۱–۲۵	۲/۲–۳/۷
چولگی (با احتمال ۹۰٪)	۰/۸–۲/۹	۱/۶–۲/۹	۱/۴–۲/۱
چولگی (با احتمال ۷۰٪)	۱/۲–۲/۵	۱/۸–۲/۶	۰/۵–۳
چولگی (با احتمال ۵۰٪)	۱/۴–۲/۳	۲–۲/۵	۱/۶–۱/۹
پخی (با احتمال ۹۰٪)	۹۲/۹ الی ۷۳/۷–	۰/۳ الی ۰/۶–	۰/۱ الی ۰/۳–
پخی (با احتمال ۷۰٪)	۶۱/۹ الی ۴۲/۷–	۰/۱ الی ۰/۵–	۱/۱الی ۱/۳–
پخی (با احتمال ۵۰٪)	۴۳/۴– الی ۲۴/۲–	۰ الی ۰/۴–	۰ الی ۰/۲–

بدین ترتیب چنانچه با احتمال ۹۰ درصد، دامنه تغییر پارامترهای مذکور را بررسی کنیم، برای قطر ۲۰٪ در دشت‌سر لخت، مقادیر ۱۴/۹ تا ۶۹/۹ میلیمتر، برای دشت‌سر اپانداژ، مقادیر ۱۳/۷ تا ۵۸/۱ میلیمتر و برای دشت‌سر پوشیده، ۰/۸ تا ۸/۷ میلیمتر، برای قطر ۲۵٪، برای دشت‌سر لخت مقادیر ۱۳/۷ تا ۷۸/۱ میلیمتر، برای دشت‌سر اپانداژ، ۱۴ تا ۵۰ میلیمتر و برای دشت‌سر پوشیده، مقادیر ۰/۹ تا ۷/۷ میلیمتر و در نهایت برای قطر ۵۰٪، برای دشت‌سر لخت، قطر ۱۰/۷ تا ۴۵/۹ میلیمتر، برای دشت‌سر اپانداژ، قطر ۹/۶ تا ۳۵/۵ میلیمتر و برای دشت‌سر پوشیده، ۴/۸ تا ۱/۱ میلیمتر، انتظار می‌رود. در مورد سایر شاخص‌های دانه‌بندی نیز جدول فوق برای ضرایب احتمال مختلف در هر سه تیپ دشت سر، دامنه تغییرات آن‌ها را نشان می‌دهد. علاوه بر موارد فوق، با استفاده از جداول فوق می‌توان تنها با نمونه‌برداری از سنگ‌فرش بیابان و انجام دانه‌بندی بر روی آن، نوع دشت‌سر را تعیین نمود. به عبارت دیگر با می‌توان گفت که منطقه مورد نمونه‌برداری با چه احتمالی به کدام یک از تیپ‌های دشت‌سر تعلق دارد.

منابع

- احمدی، حسن و شیرین محمدخان، ۱۳۸۵، مقایسه خصوصیات دانه‌بندی در ارگ‌های داخلی و ساحلی ایران، مجله بیابان، جلد۱۱ ، شماره ۱.
- احمدی، حسن، ژئومرفولوژی کاربردی، جلد۲، بیابان و فرسایش بادی، چاپ سوم، ۱۳۸۸، انتشارات دانشگاه تهران.
- عباسی، مرضیه و سادات فیض نیا و حمیدرضا عباسی و یونس کاظمی و احمد قرنجیک، ۱۳۹۰، بررسی‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی رسوبات در منشایابی تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، جلد۱۸، شماره ۳، ص ۴۴۱ الی ۴۵۱.
- قانعی بافقی، محمدجواد و علیرضا یاراحمدی، ۱۳۸۹، بررسی دانه‌بندی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای حسن‌آباد بافق با جهت باد فرساینده با استفاده از زمین آمار، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۳، شماره ۲، ص ۲۳۵ الی ۲۴۸.
- مشهدی، ناصر و حسن احمدی، ۱۳۸۹، تعیین منابع ماسه بر اساس دانه‌بندی خاک یا رسوب سطحی (توان رسوب زایی)، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، جلد۱۷، شماره ۴، ص ۴۹۹ الی ۵۱۷.
- مقصودی، مهران و منصور جعفر بیگلو و امید رحیمی، ۱۳۹۳، شواهد رسوبی تغییرات اقلیمی در دریاچه زریبار طی دوره هولوسن. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۶، شماره ۱، ص ۴۳ الی ۵۸.
- موسوی حرمی،رضا. رسوب‌شناسی،انتشارات آستان.۱۳۶۷ ،قدس رضوی،ص ۴
- نوذری، حامد و محمدحسین امید، ۱۳۹۱، بررسی اثر غلظت و دانه‌بندی بار رسوبی بر پارامترهای پرش هیدرولیکی و الگوی رسوب‌گذاری در پایین‌دست آن، مجله پژوهش آب ایران، سال ششم، شماره دهم،

- *Bunte, k. R. Abt, s. Sampling Surface and Subsurface Particle-Size Distributions in Wadable Gravel- and Cobble-Bed Streams for Analyses in Sediment Transport, Hydraulics, and Streambed Monitoring, United States Department of Agriculture, USDA, 2001*
- *Bunte, Kristin, R. Abt, Steven, Sampling Surface and Subsurface, Particle-Size Distributions in Wadable Gravel- and Cobble-Bed Streams for Analyses in Sediment Transport, Hydraulics, and Streambed Monitoring United States,Department of Agriculture Forest Service,Rocky Mountain,Research Station;General TechnicalReport RMRS-GTR-74 May 2001.*
- *Folk, R.L., 1974, Petrology of sedimentary Rocks: Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, 182P*
- *Minasny, Budiman, Alex B. Mc Bratney, A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information, Computers & Geosciences 32 (2006) 1378–1388*