

نحوه شکل گیری فرسایش و ارزیابی نقش مدیریت اراضی در فرسایش خاک

حمید خیرالدین¹، مرضیه قمشیون، امیر حسین هاتفی و محمد نجیم چشمیدری²

چکیده:

انسان برای ادامه حیات به مواد غذایی نیاز دارد که در اثر وجود آب و خاک بدست می آید. گسترش جمعیت و متعاقب آن بهره برداری بی رویه از منابع آب و خاک بدون توجه به حفظ این منابع برای بهره برداری بلند مدت باعث وارد آمدن لطمات زیادی به منابع مذکور و افزایش فرسایش و کاهش ذخائر آبهای زیر زمینی شده است. در این تحقیق به منظور بررسی و ارزیابی نقش مدیریت اراضی و اثر تغییر کاربری در فرسایش و رسوب خاک، و نحوه شکل پذیری فرسایش در جنوب شهر مهدی شهر انتخاب گردید. با توجه به هدف تحقیق که بررسی اثر کاربری اراضی و تغییرات آن بر میزان فرسایش و رسوب می باشد از طریق تهیه و تلفیق نقشه های پایه واحدهای اراضی، زمین شناسی، شیب، پوشش گیاهی و قابلیت اراضی، واحدهای همگن (کاری)، میزان فرسایش و رسوب برآورد و مقایسه صورت گرفت.

احداث شبکه های گسترش سیلاب در این گونه مناطق علاوه بر آثار مفیدی چون تغذیه آبخوان، تولید علوفه، توسعه اراضی، کاهش سیل و ... با ایجاد تغییر در وضعیت آب، خاک و گیاه مهار فرسایش بادی را نیز سبب میشود. وضعیت رویش درختان دست کاشت نیز به عنوان یکی دیگر از معیارهای مهار فرسایش در این شبکه بررسی شد. دستاوردهای مقدماتی حاکی از آن است که تغییر بافت خاک از سبک به متوسط، فزونی مواد آلی، افزایش درصد پوشش زنده و بقایای گیاهی، کاهش درصد خاک لخت و موفقیت نسبتاً خوب رویش درختان (به عنوان بادشکن) تاثیر بسزایی در کاهش نیروی فرساینده و افزایش مقاومت خاک در این ناحیه داشته است. کاهش حمل ذرات ماسه و احیاء پوشش گیاهی در این بیابان بیانگر آن است که می توان در این گونه مناطق برای مهار فرسایش بادی با گزینش مناسب محل اجرا از شیوه گسترش سیلاب بهره گرفت. فرسایش بادی فرایندی است که به سبب افزایش سرعت در اثر تلاطم باد در سطح عاری از پوشش ایجاد می گردد. این وضعیت در زمینهای با خاک نرم، لخت، خشک، صاف و دارای دانه بندی بیشتر مشهود است. فرسایش بادی دو دسته عمده از عوامل تحت عناوین فرسایش زایی و فرسایش پذیری است. فرسایش پذیری به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مربوط می شود. در حالیکه فرسایش زایی به فیزیک باد مرتبط است بنابراین در شرایط آب و هوایی ایران با ساختار زمین شناسی جوان آن مسئله کنترل رسوب و فرسایش از حساسیت خاصی برخوردار بوده و مدیریت آن می تواند تفاوت عمده ای با فرسایش های تشدید ناشی از دخالت انسان در اراضی کشاورزی و عرصه های طبیعی جنگل و مرتع داشته باشد.

1: استاد یار دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان ، 2: دانشجویان کارشناسی ارشد در دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان

واژه کلیدی: فرسایش، مدیریت اراضی، خاک، کنترل

یکی از مشکلاتی که بشر از آغاز زراعت بر روی زمین با آن مواجه بوده، فرسایش سریع خاکها می باشد. فرسایش خاک هنوز هم در آمریکا و بسیاری از مناطق حاره ای و نیمه خشک دنیا از معضلات به شمار می رود و در کشورهایی که آب و هوای معتدل دارند _ از جمله انگلستان، بلژیک و آلمان _ به عنوان یکی از مسائل خطرناک تلقی می شود. این مشکل در ایران که بخش وسیع آن را کویرها در بر گرفته اند و خاک از پوشش مناسبی برخوردار نیست بسیار بارز و چشمگیر است.

جلوگیری از فرسایش خاک که در واقع معنی آن کاهش میزان تلفات است، به حدی که سرعت فرسایش تقریباً برابر سرعت طبیعی تلفات خاک گردد، بستگی به انتخاب استراتژیهای مناسب در حفاظت خاک دارد. این امر مستلزم شناخت تمامی فرایندهای فرسایش است. از این گذشته تغییرات زمانی درازمدت نیز ممکن است در فرسایش اتفاق افتد. بنابراین، نقش متقابل تغییرات زمانی و مکانی فرسایش تا حد زیادی پیچیده است. علی رغم بهم پیوستگی این دو بهتر است آنها را به طور مجزا مورد بررسی قرار دهیم.

فرسایش که به آلمانی **Abtrage** و به فرانسه و انگلیسی **Erosion** گفته می شود، از کلمه لاتین **Erodere** گرفته شده و عبارت است از فرسودگی و از بین رفتن مداوم خاک سطح زمین (انتقال یا حرکت آن از نقطه ای به نقطه دیگر در سطح زمین) توسط آب یا باد. از آغاز پیدایش کره زمین، باد و باران قشر سطحی آن را شسته یا از جا کنده و اجزای آن را از نقطه ای به نقطه دیگر حمل کرده است. به این ترتیب بستر نهرها، مخروط افکنه ها و دلتای رودخانه ها بعضی از چاله ها و خلاصه تپه های شنی به وجود آورده و در نتیجه سطح زمین تدریجاً دچار تغییر شکل شده است. فقط در سایه حمایت پوشش نباتی (درختان یا سایر گیاهان انبوه) بوده که فرسایش بسیار کند شده و تعادلی در تشکیل و فرسایش خاک ایجاد گردیده است. این تعادل مساعد که تحت تاثیر شرایط طبیعی حکمروا شده بود، از زمانی که بشر زمین را به منظور تهیه محصول و بدست آوردن غذا و دیگر مایحتاج خود، مورد کشت و زرع قرار داد یا از آن به عنوان مرتع استفاده کرد، بر هم خورد و زمینها در معرض فرسایش شدید و سریع قرار گرفت. بنابراین، فرسایش قبل از آن که زمین مورد بهره برداری انسان قرار گیرد نیز اتفاق می افتاده (فرسایش طبیعی) ولی از وقتی که انسان در آن به کشت و زرع، دامداری و غیره مشغول شده، باعث فرسایش بیش از حد (فرسایش سریع و شدید) خاک شده است.

انسان، ابتدا به فرسایش خاک و مسائل ناشی از آن توجهی نداشته است ولی افزایش سریع جمعیت و همچنین عدم توجه به بهره برداری صحیح از زمین، سبب شد که انسان در روی دامنه های پرشیب و ارتفاعات زیاد نیز کشت و زرع کند و برای سیر کردن احشام خود، مراتع را هم بیش از حد و بی موقع مورد چرا قرار دهد. این عملیات او سبب شد که خاک مقاومت خود را از دست بدهد و بر اثر باران های شدید و آبیاری بی رویه و بادهای تند، بشدت فرسایش یابد، به طوری که زمین بر اثر فرسایش، در بسیاری از موارد حاصلخیزی خود را از دست داده یا بکلی ویران شد. این وضع سبب شد که انسان متوجه شود که چگونه با اعمال بی رویه خود موجب فرسایش و نابودی خاک شده است.

فرسایش خاک، با اینکه در آغاز کمتر احساس می شود، ولی با گذشت زمان اهمیت تخریبی آن بحدی زیاد می شود که ممکن است پس از چندین سال مثلاً در دوره یک نسل که سی سال فرض شود، خاکی به عمق حدود 30 سانتیمتر از سطح زمین معدوم گردد. جبران خاک فرسایش یافته، برای طبیعت بویژه در مناطق خشک که شرایط برای تشکیل خاک بسیار نامساعد می باشد بسیار دشوار و طولانی است. از این رو بخصوص ساکنان مناطق خشک باید در حفظ و جلوگیری از فرسایش آن سعی و همت بیشتری مبذول دارند زیرا به طور طبیعی در این مناطق، هم فرسایش شدیدتر است و هم همان طور که ذکر شد، امکان تشکیل خاک کمتر می باشد. طبق محاسباتی که صورت گرفته است، به طور کلی برای تشکیل یک سانتیمتر خاک 500 تا 800 سال زمان لازم است، و اگر حساب کنیم که خاک زراعتی 25 سانتیمتر عمق داشته باشد پس این ضخامت خاک، طی 20 هزار سال کار مداوم طبیعت بوجود آمده است.

تعریف دقیق بیابان بر اساس وضعیت اقلیمی بخصوص میزان بارندگی و نحوه توزیع آن از نظر متخصصان امکان پذیر نیست. ولی در کل به مجموعه ای مناطق با بارندگی سالانه کمتر از 250 میلی متر بیابان می گویند. آمبرژه نواحی بسیار خشکی را که در آن بارندگی نظم و فصلی ندارد و دوره محرومیت از بارندگی بیشتر از یکسال است اقلیم بیابانی و نواحی خشک دیگری که بطور منظم در تمام سال ها باران دریافت می کنند و نحوه بارندگی نیز تابع نظم است، اقلیم صحرایی نامیده اند.



اشکال مختلف فرسایش:

- به طور کلی فرسایش غالب در مناطق بیابانی و همچنین کویری بصورت فرسایش بادی است.
- شکل ظاهری فرسایش آبی با شکل ظاهری فرسایش بادی فرق دارد. بعلاوه فرسایش آبی یا بادی خود بر اثر شدت و ضعف عوامل فرسایشی و مساعد بودن یا نامساعد بودن شرایط محیطی برای فرسایش به اشکال مختلف در می آید. روی همین اصول است که در نقاط مختلف و در شرایط متفاوت، زمین به درجات مختلف و به اشکال مختلف فرسایش یافته است.
- الف - فرسایش سطحی یا سفره ای: عمل عامل فرسایشی در این فرسایش، در تمام سطح زمین است. این شکل فرسایش بیشتر منشأ بادی دارد ولی طبیعی است که فرسایش آبی نیز ابتدا به طور سطحی اتفاق می افتد که به علت فرسایش یکنواخت در تمام سطح، کمتر محسوس می گردد. این نوع تخریب با ظهور لکه های سفید و روشن در سطح نمودار می شود که نشان دهنده تخریب و از بین رفتن سطحی ترین قسمت زمین آن هم به صورت لکه لکه است.
- ب - فرسایش شیاری یا آبراهه ای: منشأ این شکل از فرسایش اغلب باران است و در پیدایش آن عامل شیب بسیار موثر است. و در دامنه کوهها و حتی در سطح زمینهای کم شیب نیز سهولت دیده می شود. این شکل فرسایش، پیشرفته تر از فرسایش سفره ای بوده و ممکن است به صورت خطوط موازی نیز ظاهر شود که ابتدا کم عمق است ولی به سرعت عمیق تر می شود. این شکل فرسایش تا زمانی که سنگ مادر ظاهر نشده است به نام فرسایش شیاری خوانده می شود، فرسایش شیاری زمین های لخت، مراتع کم گیاه، اراضی و زمینهای مزروعی بویژه دیمزارها را بیشتر مورد حمله قرار می دهد.
- ج - فرسایش چاله ای: این شکل تخریب بیشتر منشأ بادی دارد. چاله ها در اثر توسعه فرسایش سطحی و بزرگتر شدن چاله های کوچک نخستین، بوجود می آید. در بسیاری از نقاط دشت لوت و حواشی دشت کویر سطح های وسیعی از زمین دیده می شود که بر اثر باد به صورت چاله - چاله در آمده است. این چاله ها نشان دهنده فرسایش بادی شدید در این نواحی است. بادهای شدید، موادی را که از کندن این چاله ها بدست می آورد، کیلومتر ها با خود می برد.
- د - فرسایش خندقی یا نهری: منشأ این فرسایش، آب است. در این فرسایش عمق و عرض زمینهای فرسایش یافته بیشتر از فرسایش شیاری است. و بر اثر پیشرفت فرسایش شیاری بوجود می آید، به این نحو که شیارها به هم می پیوندند و در نتیجه زمین بیشتر شسته می شود و نهرها یا خندق هایی در سطح زمین تشکیل می گردد. در این تخریب سنگ مادر ظاهر می شود و آنقدر عمیق و عریض است که گاو آهن قادر به عبور از آنها نیست. عمق خندقها به یک متر یا بیشتر می رسد و بتدریج شکل آنها تغییر می کند. این عمل در صخره های سست، خاکهای رسی، رسی آهکی بیشتر دیده می شود. و بیشتر در محدوده آب و هوای خشک و نواحی که تغییرات درجه حرارت در فصول مختلف در آنجا شدید است ظاهر می گردد.

ه - فرسایش سیلابی: فرسایش سیلابی یک تخریب ساده نیست. در مناطق کوهستانی و حتی در زمینهای سست جلگه ای فرسایش شیاری و خندقی ممکن است به فرسایش سیلابی تبدیل گردد، با افزایش مواد خاکی در آب، وزن مخصوص آن بیشتر و قدرت و نیروی درهم کوبنده آن زیادتر می گردد. در ایران این شکل فرسایش بیشتر در مواقعی که آب بر اثر بارندگی ها افزایش می یابد، دیده می شود. هر ساله به اکثر رودخانه های ایران، بر اثر سیلابهای شدید خسارات زیادی وارد می آید. این شکل فرسایش نه تنها در مناطق کوهستانی و تپه ماهورها زیاد دیده می شود بلکه در جلگه ها و دشتها هم امکان بوجود آمدن آن هست و - فرسایش توده ای: این نوع فرسایش در روی زمین اغلب به شکل عوارض زمین که معرف حرکات خاک در گذشته است ظاهر می گردد. این حرکات عبارتست از تورم و بالا آمدن خاک، سرخوردگی، خزیدن زمین و ریزش خاک. در فرسایش توده ای قسمتی از خاک دامنه کوهها به حرکت در می آید که یا ممکن است بر اثر اشباع شدن خاک طبقه روئی از آب و نفوذناپذیری خاک طبقه زیری، خاک روئی به حرکت در می آید یا ممکن است بر اثر لغزش این عمل اتفاق بیفتد. به این معنی که توده ای از کوه از محل اولیه خود جدا می شود و در محل دیگری قرار می گیرد یا ممکن است در نتیجه ریزش باشد که در این حالت قسمتی از کوه ریزش می کند و در سطح های پایین تر روی هم انباشته می شود فرسایش بادشامل سه مرحله است. این مراحل به ترتیب توضیح داده شده اند.

1_ برداشت

عمل برداشت ذرات ریز و منفصل سطح زمین توسط باد را بردگی می گویند.

باد ذرات ریز خاک را برداشت می نماید و ذرات درشت را بر جامی گذارد. عمل باد بردگی در مناطقی که مستعد هستند باعث کندن زمین تا عمق زیادی می شود. بر اثر باد بردگی در مناطق بیابانی عناصر درشتی بر جامی ماند که به عنوان محافظ، سطح خاک را حفظ می نماید. این پوشش را "رگ یا دشت ریگی یا سنگفرش بیابانی" می گویند. ذراتی که توسط باد حمل می شوند باعث تاثیر فرسایشی روی موانع مختلف یا سطح های ساختمانی موجود در سر راه خود می شود که باعث سایش آنها می شود. از آنجایی که این عمل توسط ذرات ماسه و در ارتفاع پائین انجام می گیرد به آن سایش ماسه ای نیز می گویند. با افزایش ارتفاع این اثر کاسته می شود زیرا بار موجود در باد با افزایش ارتفاع کم می شود. این تاثیر موجب پیدایش اشکال ویژه ای مانند قارچ یا دودکش ایجاد می نماید

2_ حمل

بامواد ی راکه فرسایش و روئیده است به صورت بار بستری (ذراتی که به علت وزن آنها یا درشتی در سطح یا نزدیک زمین حمل می شوند) یا به صورت بار معلق (ذراتی که به علت ریزی در هوا معلق می مانند) جابجا می کند. در واقع به سه شکل مواد را حمل می کند:

- حالت معلق: ذرات بسیار ریز خاک با قطر کمتر از 1/10 میلی متر به این صورت جابجا می شود.
- حالت خزشی: قدرت باد سبب می شود تا ذرات درشت خاک به صورت غلطان در روی سطح زمین به حرکت در آیند. معمولاً ذراتی با قطر 1/5 تا 2 میلی متر حمل می شوند.
- حالت جهشی: ذراتی که بادنمی تواند آنها را به صورت معلق یا خزشی حمل نماید به صورت جهشی حمل نماید.

3_ رسوبگذاری

با کم شدن سرعت باد، از قدرتش برای حمل ذرات کاسته می شود و ذرات در نقطه ای از حرکت باز می ایستند و رسوبگذاری می کنند. ذرات درشتتر به صورت تلماسه و دانه های ریزتر به صورت لایه های افقی (لس) ته نشین می شوند فرسایش بادی: بادهای فعال و نیرومند که به سلاح ماسه مجهز باشند می توانند فعالیت فرسایشی داشته باشند. بنابراین سرعت باد از میزان تراکم (فراوانی باد) مهمتر است. با توجه به مشاهدات محلی، بادهای فرعی شدید و توفانی، بیش از بادهای مسلط در یک منطقه نقش فرسایش دارند بادهای محلی ایران می توانند توفانهای بوجود آورند که در پهنه ای به وسعت چندین ده کیلومتر تا ارتفاع چند هزار متر، میلیون ها تن ماسه بسیار ریز را جابجا کنند و از منطقه خارج کنند.

در رژیم های پایدار بتدریج بین جریان نسبی هوا و امکان جابجایی یا ثبت موقت ماسه ها تعادلی برقرار می شود . چنانچه به هر دلیلی تغییری در سرعت باد بوجود بیاید، این تعادل بهم خورده و برحسب افزایش یا کاهش سرعت باد به ترتیب پدیده کاوش (حفر) و با تراکم رخ می دهد. چنانچه سرعت باد بالا رود مرحله برداشت ماسه انجام می شود اما حاصل آن فرسایش کاوشی است، به جهت کاهش سرعت باد جابجایی ماسه ها متوقف شده و مرحله رسوبگذاری شکل می گیرد..

چهره کاوشی فرسایش بادی:

دشت ریگی، چاله های بادی، یاردانگ، کلوت، کندوهای بادی، تخته سنگ های قارچی.

– دشت ریگی: REG

هنگامی که پهنه های تحت تاثیر باد از رسوبهای تخریبی ریز و درشت پوشیده شده باشند، در جریان توفان دانه های ریز بوسیله باد از محل خارج شده و دانه های درشت، شامل شنها و ریگها و احتمالاً تخته سنگهای باقی می ماند اتصال این عناصر درشت در طول زمان بصورت یک سنگ فرش ظاهر می شود و رسوبهای ریز دانه زیرین را حمایت و حفاظت می کند این پهنه را دشت ریگی می نامند که از عوارض مشخص نواحی بیابانی است. و سطح وسیعی از دشتهای بیابانی را تشکیل می دهد

– چاله های بادی:

چنانچه نسبت به دانه های بسیار ریز در محلی بیشتر از دانه های درشت باشد، برداشت ماسه تداوم یافته و حجم قابل توجهی از آن بطور محلی تخلیه می شود.

در این شرایط به تدریج حفره ها یا چاله های غالباً وسیعی متناسب با گسترش ماسه های ریز دانه فراهم می شود. چنانچه فرسایش باد شدید و مداوم باشد، عمق این چاله ها حداکثر تا سطح آبهای زیرزمین پایین می رود. از آن به بعد به علت وجود رطوبت و چسبندگی دانه ها، فرسایش بادی متوقف می شود این عارضه در تمام بیابان های ماسه ای دنیا به فراوانی یافت می شود. (بیابان لیبی - دشت لوت مرکزی) محققین عقیده دارند که وجود آبهای سطحی در شرایط خاص و تا حدودی در توسعه این حفره ها دخالت دارند. به همین دلیل اغلب آنها را چاله های آبی - بادی می نامند.

(عمق این چاله ها در دشت لوت ایران حداکثر به 40 متر می رسد.)

– یاردانگ:

در دشتهای بیابانی گاهی نقاط پستی وجود دارد که بصورت حوضه های انتهایی محل تمرکز سیلابها می باشد.

پس از قطع سیلابها و تبخیر و نفوذ آبهای راکد آن، رسوبهای ریزدانه چاله ها پهنه های همواری بوجود می آورند که در اصطلاح ساکنین ایران مرکزی دق و اصطلاح بلوچی دگال یا دغال نامیده می شوند

وسعت این حوضچه های رسوبی از چند ده متر تا چند صد کیلومتر مربع و بیشتر متفاوت است. که از رسوبهای بسیار ریزدانه رسی، مارنی یا لیمونی تشکیل شده اند. هنگامی که توفان مسلح به ماسه بخصوص ماسه سیلیس دار از این عوارض می گذرد بتدریج بخشی از رسوبهای در کف آن را خراشیده و شیارهایی در امتداد باد بوجود می آورند، که کم کم با عمیق شدن این شیارها بقایای دشت بصورت پشته های کشیده ای به جا می ماند که به علت شباهت به اشکال استپهای بیابانی ترکمنستان یاردنگ نامیده می شوند

– کلوتها:

یکی از عجیب ترین و مهمترین اشکال کاوش بادی، پیدایش تپه های متعدد و بسیار طولانی است که در ایران بنام کلوت شهرت دارند. قبلاً در مورد یاردانگ توضیح داده شد. اگر توفانهای نیرومند ماسه ای که بر اثر تمرکز در شیارها شتاب بیشتری می گیرند، سبب گسترش این شیارها شوند، و عرض آنها افزوده شده و بصورت دره های واقعی ظاهر می شوند حال اگر جهت بادها در جهت درز و شکافهای این زمین ها منطبق باشد، بصورت دالانهای واقعی و تقریباً موازی در آمده و زمین پرعارضه و غیر قابل عبوری بوجود می آورند

نتیجه گیری و بحث:

کاهش نیروی فرساینده (باد) و افزایش مقاومت خاک به شیوه هایی چون احداث بادشکن، ایجاد چسبندگی بین ذرات خاک، نگهداری رطوبت و حفظ پوشش گیاهی از جمله روشهای مهار فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه خشک می باشند. احداث شبکه های گسترش سیلاب در این گونه مناطق علاوه بر آثار مفیدی چون تغذیه آبخوان، تولید علوفه، توسعه اراضی، کاهش سیل و ... با ایجاد تغییر در وضعیت آب، خاک و گیاه مهار فرسایش بادی را نیز سبب میشود.

وضعیت رویش درختان دست کاشت نیز به عنوان یکی دیگر از معیارهای مهار فرسایش در این شبکه بررسی شد. دستاوردهای مقدماتی حاکی از آن است که تغییر بافت خاک از سبک به متوسط، فزونی مواد آلی، افزایش درصد پوشش زنده و بقایای گیاهی، کاهش درصد خاک لخت و موفقیت نسبتا خوب رویش درختان (به عنوان بادشکن) تاثیر بسزایی در کاهش نیروی فرساینده و افزایش مقاومت خاک در این ناحیه داشته است. کاهش حمل ذرات ماسه و احیاء پوشش گیاهی در این بیابان بیانگر آن است که می توان در این گونه مناطق برای مهار فرسایش بادی با گزینش مناسب محل اجرا از شیوه گسترش سیلاب بهره گرفت.

چهره کاوشی فرسایش بادی شامل دشت ریگی، چاله های بادی، یاردانگ، کلوت، کندوهای بادی، تخته سنگ های قارچی میباشد.

نتایج حاصل از این تحقیق مبین این است که مدل هیدرولوژیکی توانایی قابل توجهی در شبیه سازی فرایند بارندگی - رواناب کرت های آزمایشی دارد. واسنجی و آنالیز حساسیت مدل به چگونگی انتخاب متغیرهای وابستگی داشته و پارامترهای حساس با تغییر متغیر وابسته تغییر می کند.

منابع :

- 1) کردوانی، پرویز، حفاظت خاک، انتشارات دانشگاه تهران
- 2) مورگان، آر. سی. پی، فرسایش و حفاظت خاک، ترجمه دکتر امین علیزاده، انتشارات آستان قدس رضوی
- 3) احمدی، حسن، ژئومورفولوژی کاربردی جلد 1، انتشارات دانشگاه تهران
- 4) احمدی، حسن، ژئومورفولوژی کاربردی جلد 2، انتشارات دانشگاه تهران
- 5) فیض نیا، سادات، بیابان زایی ناشی از ویژگی های زمین شناسی ایران مطالعه موردی، مجله بیابان 1376
- 6) موسوی حرمی، رضا، رسوب شناسی، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی 1367
- 7) خلیلی، ع. اقلیم های خشک و فرا خشک ایران، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، 1371، انتشارات دانشگاه تهران
- 8) سرمیدیان، ف، خاکهای مناطق خشک ایران و طبقه بندی آنها، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، انتشارات دانشگاه تهران