جغرافیا (نشریه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران)
دوره جدید، سال سوم، شماره ۶ و ۷ پاییز و زمستان ۱۳۸۴

نقش پلایا های سیستان در گسترش طوفانهای غبارزا (با استفاده از تصاویر ماهواره ای)

دکتر محسن رنجبر[۱]، فاضل ایران منش[۲] و علی‌رضا دهقان[۳]

چکیده

در میان واحدهای مختلف ژئومورفولوژی مناطق بیابان و ویژگیهای ژئومورفولوژیک پلایاها تأثیر زیادی بر گسترش طوفان های غبار زا در منطقه دارند لذا در این تحقیق به عنوان هدف انتخاب شد.برای رسیدن به کلیه نتایج مورد نظر در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست، نقشه های توپو گرافی و زیرساخت سیستم اطلاعات جغرافیایی ایجاد گردید. سپس واحدهای اولیه پلایا بر روی تصاویر ماهواره‌ای جدا و با نمونه برداری مجدد در مرحله عملیات میدانی ویژگیهای ژئومورفولوژی آنها ثبت شد. اندازه‌گیریهای انجام شده بر روی تصاویر نشان داد که از مجموع ۱۴۹۳۱ کیلومتر مربع وسعت پلایا های منطقه که شامل هامونهای هیرمند، صابری و پوزک است، نزدیک به ۱۸درصد وسعت منطقه را شامل می‌شود. این واحد بادو قسمت جداگانه تحت عنوان پلایا با تیپ کویر نمکی و پلایا با تیپ اراضی رسی لخت را در بر می گیرند.

واژگان کلیدی: بیابان، پلایا، سیستان، طوفانهای غبارزا

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری
۲- دانشجوی دوره دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران
۳- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی

مقدمه

منطقه سیستان از جمله مناطق استان سیستان و بلوچستان است که با خصوصیاتی چون کمی نزولات جوی، درجه حرارت بالا، رطوبت نسبی اندک، پوشش گیاهی فقیر و میزان فرسایش آبی و بادی زیاد شناخته می شود. مهمترین عوامل ایجاد چنین پدیده ای تغییرات اقلیمی و فعالیتهای نامناسب انسانی است و از خصوصیات بارز آن هجوم ماسه های روان به اراضی کشاورزی، اماکن مسکونی و صنعتی، راههای مواصلاتی، خطوط ارتباطی و غیره است؛ به طوری که هم اکنون بالغ بر ۵ میلیون هکتار بیابان و نزدیک به یک میلیون هکتار پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای در استان وجود دارد و شرایط زندگی را درشهرستانهای زابل ایرانشهر، چابهار و نیک شهر به حالت بحرانی در آورده و زیست ساکنان این مناطق را با تهدیدی جدی مواجه کرده است. اقدامات جدی به منظور جلوگیری از روند بیابانی شدن از سوی اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان با انجام اقدامات مکانیکی و بیولوژیک که از آن به بیابانزدایی یاد می شود، از سال ۱۳۴۸ در دشت سیستان و نیز اطراف فرودگاه بین المللی زاهدان آغاز شده است. جدول ۱ خلاصه اقدامات گذشته در زمینه تثبیت شنهای روان و بیابان زدایی را در استان نشان می دهد.

برای اولین بار در سال ۱۳۵۳ با استفاده ازتفسیر و مقایسه عکسهای هوائی سالهای ۱۳۳۵ و ۱۳۴۵ تحت عنوان بررسی چگونگی حرکت تپه های ماسه ای و ارتباط آن با بادهای غالب در استان سیستان و بلوچستان مطالعه ای انجام شد که در این بررسی با استفاده از نمونه برداری رسوبات از دیدگاه کانی شناسی و خواص فیزیکی و شیمیایی خاکها، چند دسته از اراضی، شامل ساحل رودخانه هیرمند و شعبات آن، سواحل دریاچه هامون، اراضی متروکه و فاقد پوشش گیاهی را منشأ تپه های ماسه ای شرق زابل تشخیص داده شد (۱۱، ص۴۵). در سال ۱۳۸۱ براساس طرح شناسایی کانونهای فرسایش بادی و تعیین اولویتهای اجرایی کشور از میان ۱۴ استان کشور که تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارند، استان سیستان وبلوچستان با ۲۲۹۱۷۴ هکتار بالاترین رتبه را به خود اختصاص داده است (۹). سهم دشت سیستان در این استان از نظر مناطق تحت سیطره فرسایش بادی و مناطق بیابانی نسبت به سایر مناطق بیشتر است. اشتری مهرجردی و همکاران در سال ۱۳۸۰ مطالعه ای با استفاده از تصاویر ماهواره ای در مورد ژئومورفولوژی سیستان انجام داده و نتیجه گرفته اند، با استفاده از روشهایی مانند تجزیه مولفه‌های اصلی می توان واحدهای ژئومورفولوژی، نظیر پدیمنت، مخروطه افکنه های فعال و نیمه فعال، رسوبات بادی و شنهای روان را تشخیص داد (۴، ص۴۱۹ تا ۴۰۵). احمدی و همکاران (۱۳۸۴) با شناخت مناطق برداشت و کانونهای بحران با روش IRIFR.I دو واحد ژئومورفولوژی دشت سر و پلایا را در دشت تشخیص داده اند. از نظر میزان رسوبدهی رخساره ها را به دو گروه تقسیم کرده اند، به طوری که میزان رسوبدهی رخساره های دشت سر پوشیده را بین ۱۲۵۰۰ تا ۴۸۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال و میزان رسوبدهی واحد پلایا را بین ۸۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ تن کیلومتر مربع در سال برآورد نموده اند (۱).

سال ۱۳۸۴ در طرح تحقیقاتی با عنوان *بررسی ویژگیهای طوفان های سیستان* و محاسبه بار رسوبی حمل شده توسط این طوفانها با استفاده ازسنجد AVHRR از ماهواره NOAA و سنجنده MODIS از ماهواره TERRA و همچنین تله های رسوبگیر نمونه برداری از ذرات حمل شده در طوفانها انجام دادند وخاستگاه اصلی طوفانها را سطح پلایای هامون صابری تشخیص داده شده است (۵، ص۲۵ تا ۳۳).

در مطالعه ای در بیابان بزرگ تاکلیماکان چین که توسط Ma-An در سال۱۹۹۳ گزارش شده است. از تصاویر رنگی کاذب ۷۵۴ با مقیاس پانصد هزارم به همراه نقشه های توپوگرافی با همان مقیاس برای تفسیرنقشه های فرسایش بادی استفاده شد. در این تحقیق پارامترهای شکل تپه ای ماسه ای، شامل ارتفاع، فاصله و سرعت جابجایی اندازه گیری شد (۱۳، ص ۳۰۱ تا ۳۰۷). Navone و همکاران درسال۱۹۹۶ (صفحه ۱۹۳ تا ۱۹۸) در ایالت پامپای آرژانتین به کمک پردازش تصاویر ماهواره ای تلاش کردند تا درجات فرسایش بادی را برآورد نمایند (۱۴، ص۱۹۳-۱۹۸). Do sari با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست TM و اندازه گیریهای صحرائی در هشتاد سایت متفاوت از بیابانهای کویت نشان دادند که بین بازتاب طیفی و مواد سطحی بیابانها ارتباط وجود دارد. آنها با استفاده از روش طبقه بندی نظارت نشده و عملیات میدانی محدوده لکه های نفتی، مناطق مرطوب، ماسه های فعال و مناطق با پوشش گیاهی را تفکیک نمودند. همچنین دریافتند که بازتابهای بالا در برخی از سایت های نمونه برداری مربوط به رنگ روشن ماسه هائی است که اخیراً جابجا شده و دانه بندی کوچکی دارند (۱۱).

جدول(۱) خلاصه اقدامات گذشته در زمینه تثبیت شن های روان و بیابان زدایی در منطقه سیستان

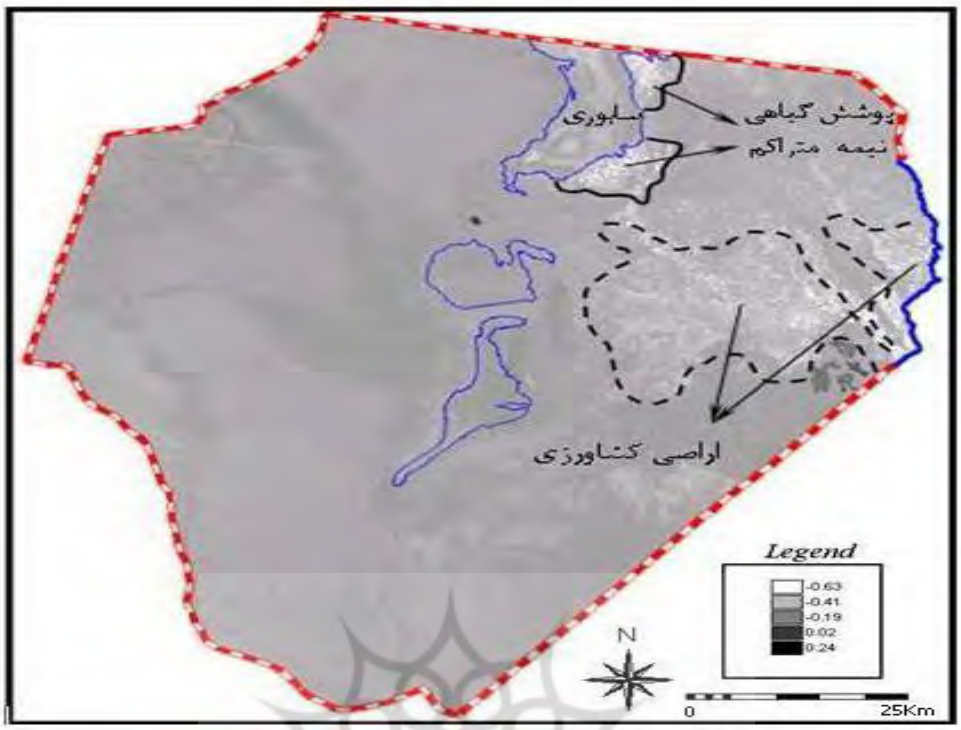
بادشکن به کیلومتر	تولید نهال گلدان(هزار اصله)	مراقبت و نگهداری (هکتار)	حفاظت و قرق به هکتار	مالچ پاشی(هکتار)	بذر پاشی و بذر کاره به هکتار	نهالکاری (هکتار)	سال
۷/۵۴۰	۴۰۵۱	-	۱۹۶۰۰۰	۲۵۱۹	۳۴۳۷۳	۱۵۰۰۵	۱۳۵۸-۱۳۴۸
۴/۱۲۰	۱۸۰۹	۶۷۶۵	۵۱۵	۱۱۲۵۵	۴۲۰۴	۱۴۵۵۰	۱۳۶۹-۱۳۵۹
۲/۴۷	۳۸۳۱	۲۵۹۱۹	۱۳۹۷۲	۸۵۴۴	۱۲۹۷۷	۲۲۹۶۹	۱۳۸۰-۱۳۷۰
۲۴۰	۲۰۰	۶۱۰	۹۴۹۲	۱۷۸۰	۹۰۰	۱۳۷۶	۱۳۸۰
۳/۹۴۸	۹۸۹۱	۳۳۲۹۴	۳۷۹۹۷۹	۲۴۹۰۸	۲۰۶۷۹۰	۵۳۹۰۰	جمع کل

مواد و روشها

در این تحقیق ضمن انجام مطالعات کتابخانه ای و مرور منابع، به جمع آوری منابع نقشه ای و داده ای رقومی موجود در سطح منطقه پرداخته شد. منابع نقشه ای بیشتر به صورت آنالوگ و کاغذی و شامل نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ و نقشه های توریستی بودند. اما داده های رقومی با دو قالب سلولی [3] و برداری [4] به ترتیب شامل تصاویر ماهواره ای و لایه های اطلاعاتی خطوط منحنی‌های تراز و شبکه آبراهه ها و از این قبیل را شامل می شد (جدول شماره۲). علاوه بر موارد فوق، در ادامه تحقیق نیز مشاهدات حاصل از برداشت ها واندازه گیری های صحرایی کمک زیادی در تجزیه و تحلیل و تفسیر واحدهای پلایا نمود. به لحاظ نرم افزاری برای انجام امور گرافیکی از نرم افزار فتوشاپ وبرای پردازش تصاویر از نرم افزاری آرک جی آی اس وبرای روی هم گذاری وویرایش داده ها وتهیه خروجی ها از نرم افزار ایلویس استفاده شد.

پس از جمع آوری داده های مورد نیاز لازم بود زیر ساخت داده ها اعم از تصاویر ماهواره ای و داده‌های مکانی و توصیفی در یک سامانه اطلاعاتی یکپارچه قرار گیرند تا ضمن سازگاری با یکدیگر، در شرایط تلفیق و تجزیه و تحلیل بتوان اطلاعات مناسب با اهداف تحقیق را از آن ها استخراج نمود. بدین منظور با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) داده هایی نظیر نقشه های توپوگرافی، نقشه توریستی سیستان و سایر داده های مکانی در سامانه مختصاتی متریک (UTM) رقومی گردیدند. همچنین اطلاعات توصیفی مربوط به هر کدام از لایه های تولید شده به شکل جداول جداگانه در محیط نرم افزار GIS تولید و به آنها مرتبط گردید.

پس از ایجاد زیر ساخت داده ها، به دلیل وسعت منطقه، دور از دسترس بودن و همچنین کاهش هزینه های تحقیق استفاده از تصاویر ماهواره ای امری ضروری به نظر می رسید. به منظور ایجاد ارتباط تصاویر ماهواره ای با زیرساخت داده هایی که در مرحله قبل تولید شده بود، با استفاده از روش ها و تکنیک های موجود، تصاویر لندست به لحاظ هندسی و رادیومتریک تصحیح گردیدند و در یک پایگاه داده با سایرین قرار گرفتند. سایر پردازش ها بر روی تصاویر در جهت آشکار سازی واحد های ژئومورفولوژی و تشخیص پلایا شامل بارزسازی طیفی، تهیه تصاویر رنگی کاذب، استفاده از شاخص گیاهی (NDVI) و غیره صورت گرفت (شکل۱). پس از تعیین واحدهای پلایا، محل نمونه‌ها با توجه به تفاوت‌های بازتابی از سطح آن‌ها در تصاویر ماهواره‌ای مشخص و درمرحله عملیات میدانی ویژگی‌های آن‌ها موردبررسی قرارگرفت. لازم به ذکر است که، انتخاب محل نمونه‌ها و توزیع آن ها به گونه ای بود که با توجه به وسعت واحدها از توزیع یکنواختی برخوردار باشند.



شکل ۱) نقشه شاخص پوشش گیاهی(NDVI)

جدول(۲) اطلاعات و داده های مورد استفاده

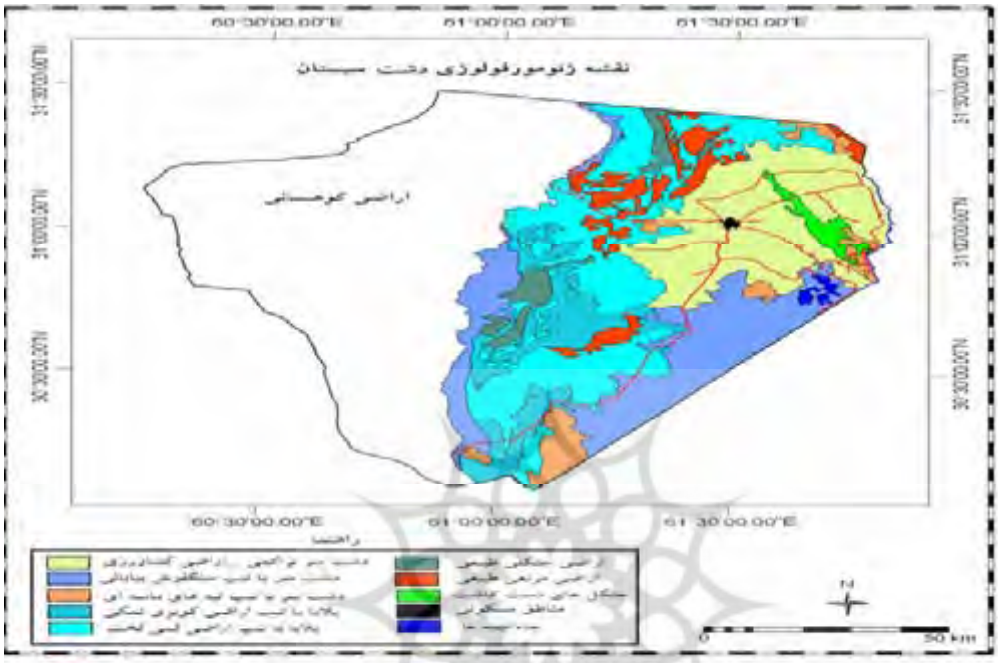
ردیف	نوع داده ها	شماره داده	مقیاس	تاریخ	توضیحات
1	ETM+	039-158	اندازه سلول۳۰ متر	28/10/2000	ماهواره لندست
2	ETM+	038-157	اندازه سلول۳۰ متر	01/07/2000	ماهواره لندست
3	ETM+	039-157	اندازه سلول۳۰ متر	12/04/2000	ماهواره لندست
4	نقشه توپوگرافی	1-41 NH	250000: 1	1378	زابل
5	نقشه توپوگرافی	2-41 NH	250000: 1	1378	
6	نقشه توپوگرافی	5-41 NH	250000: 1	1376	دریاچه هامون
7	نقشه توپوگرافی	6-41 NH	250000: 1	1378	چهار برجک
8	نقشه توریستی سیستان	ــــــــــ	300000: 1	1377	ــــــــــ

نتیجه گیری

ناحیه سیستان با ۸۱۱۷ کیلومتر مربع، در قسمت شمالی این استان بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و۱۵دقیقه الی ۳۱درجه و۳۰دقیقه شمالی وطول جغرافیایی ۶۰درجه و۲۴دقیقه الـی ۶۱درجـه و۵۵ دقیقه شرقی قرار دارد منطقه سیستان با مرکزیت شهرستان زابل عمدتاً دشت پهناوری است که در

شمال شرقی استان سیستان و بلوچستان و در شرق ایران واقع شده است و حوزه مسطح و مسدودی است که از آبرفت‌های دلتای قدیمی و فعلی رود هیرمند تشکیل شده است (۷).
دشت سیستان از نظر زمین شناسی عمومی دنباله بلوک هلمند می باشد.این دشت که گسل هریررود در غرب آن واقع است، از بقایای دریایی دوران سوم تشکیل شده که بعدا در اثر حرکات تکتونیکی وآخرین فاز کوهزایی آلپی (پاسادنین) به شکل چاله ای در آمده است. سپس در اثر انباشته شدن رسوبات و آبرفتهای حاصل از آبهای جاری(بویژه هیرمند) پر شده وبه شکل کنونی در آمده است. ضخامت رسوبات در اطراف زابل درحدود ۲۵۰۰ متر است (۹).
ارتفاع متوسط دشت سیستان ۵۰۰ متر و بلند ترین نقطه ان کوه خواجه با ارتفاع ۵۹۵ متر است. دشت سیستان فاقد سفره آب زیر زمینی می باشد چاله ها و فرورفتگیهای فوق الذکر سطح پایه زهکش مسیلها و رودهای اطراف بخصوص رود هیرمند می باشند. ارتفاع کف چاله ها بین ۴۷۱ تا ۴۷۷ متر است. باتلاقهایی به صورت نواری با پهنای متغیر اطراف دریاچه را فرا گرفته است (۶).
علاوه بر هامونها واحد های عمده زئومورفولوژی منطقه سیستان مشتمل بر پهنه کوهستانی، نواحی کوهپایه ای، دشتهای مرتفع و دشت فرو افتاده زابل پادگانه های دریاچه ای عوارض بادی در منطقه شناسایی شده است.واحد کوهپایه ای ازچهار زیر واحد تشکیل شده است ازجمله: دشت سر(گلاسی) که خود مرکب از سه واحد مخروط افکنه های مرکب (باهادا) دشت ریگی و مسیلها است (۶).
مهمترین رسوبات بادی منطقه در حوالی نیاتک و ملکی میانکنگی، قلعه نو و جزینک شناسایی شده است (۱۰). تپه های ماسه ای عمدتا در شمال شرقی زابل ودر امتداد رودخانه مالکی ونیاتیک به مساحت حدود ۳۰۰هکتار گسترده شده اند. این تپه ها متحرک هستند و هجوم آنها به روستاهای اطراف موجب تخلیه مردم از چند روستا شده است. در حاشیه چاله های هامون یاردانگها وبرخانهایی مشاهده می شود. وزش بادهای ۱۲۰ روزه سیستان در سطح رسوبها ی سست کفه های رسی را باید مسئول پیدایش این عارضه دانست. واحد ژئومورفولوژی چاله های داخلی یا واحد پلایا که بخشی از دشت سیستان را در بر می گیرد در واقع شامل چاله های هامون هیرمند، صابری و پوزک است. این واحد مسطح با پروفیل مقعر است که باعث تجمع آبهای سطحی و زیرزمینی می شود. همچنین در اثر تجمع آبها، رسوبات ریزدانه و املاح نمکداردر آن دیده می شود. این واحد با دو قسمت جداگانه تحت عنوان پلایا با تیپ کویری نمکی و پلایا با تیپ اراضی رسی لخت را در بر می گیرند. پلایا با تیپ کویری نمکی بصورت نواری کامل، حواشی دریاچه هامون هیرمند و بیشتر قسمت های پایاب رودخانه شیله به وسعت ۶۰۲ کیلومتر مربع را در بر می گیرند و پلایا با تیپ اراضی رسی لخت در قسمت های شرقی دریاچه های هامون هیرمند، هامون صابری و پوزک ها با وسعتی معادل ۱۹۹۲ کیلومتر مربع واقع شده است. این اراضی در واقع مناطقی هستند که به

صورت مستمر و یا متناوب زیر آب قرار می گیرند و از شاخصهای مهم آنها وجـود پوسـته خـشک و سخت همراه با گز و نیزارها و یا بقایای آنها هستند.

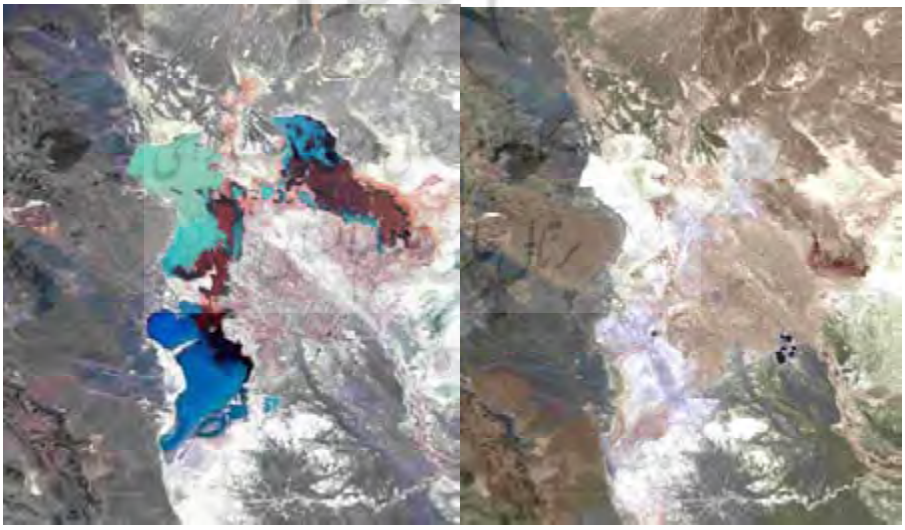


شکل(۲) نقشه ژئومورفولوژی دشت سیستان

شکل ۳: گسترش تپه های ماسه ای(برخان) در اراضی کشاورزی منطقه جزینک- قلعه نو

بررسی نقشه شاخص پوشش گیاهی (NDVI) نشان می دهد که میزان این شاخص برای مناطق فوق بین ۲۹/.- تا ۳۲/.- است. پایین بودن شاخص فوق به دلیل وجود نیزارهای نیمه متراکم و استمرار پدیده خشکسالی و فشار چرای دام در سالهای اخیر است. علاوه بر پدیده خشکسالی، تردد وسایل نقلیه واز بین بردن پوشش گیاهی، باعث تشدید فرسایش در منطقه شده است.

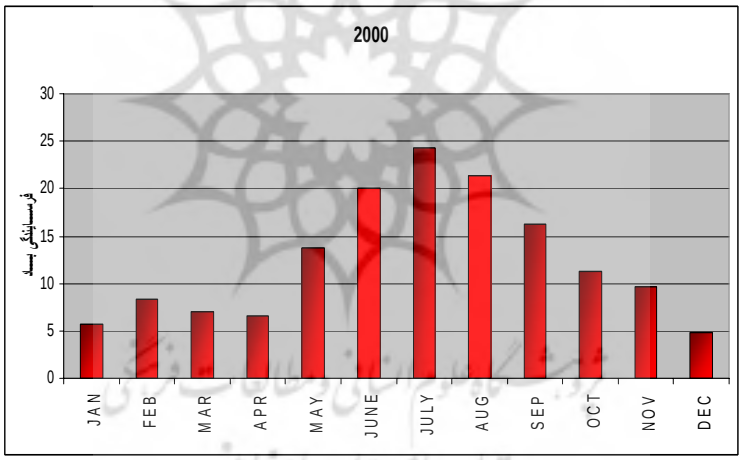
شکل(۴) وجود نیزار در واحد دشت (جاده زابل به سمت میل نادر)



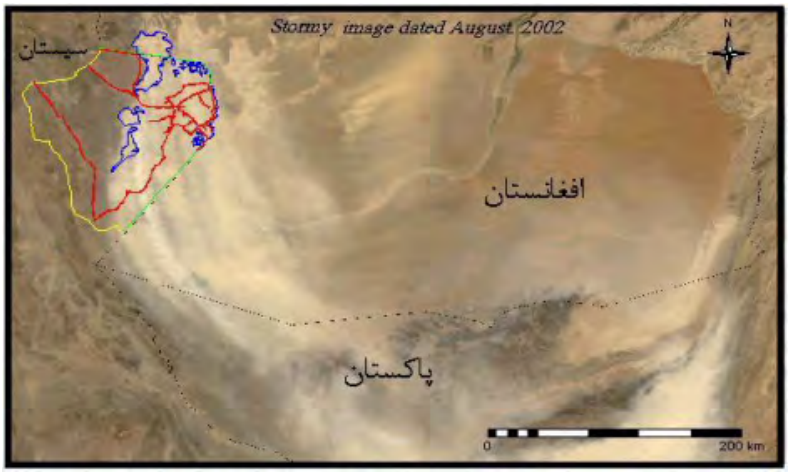
شکل (۵): خشک شدن هامون ها در اثر خشکسالی (۲۰۰۱و۱۹۹۶الندست)

در برخی از مناطق این واحد مانندحواشی هامون پوزک، پوسته خشک و سخت شده بدون پوشش گیاهی یا با پوشش گیاهی خیلی کم وپهنه رسی نسبتاً سخت به همراه پوشش ضعیف شور پسند

دیده می شود. در این واحد باد باشدت عمل بیشتری وظیفه حمل و انتقال ذرات را انجام می دهد و پدیدهٔ باد بردگی را در این اراضی بوجود آورده است (شکل۸). همچنین وجود عوارضی به صورت نیمکت در قسمتی ازهامونها که بقایای پوشش گیاهی و نیزارها وجود دارند قابل مشاهده هستند. ارتفاع این عوارض به ۱۰ سانتی متر نیز می رسد (شکل۹). قدرت فرسایندگی باد آنقدر زیاد است که درمسیر خود، خاک قسمتهایی که تراکم ریشه در آن کمتر است را جدا کرده و منتقل می کند(شکل ۶ فرسایندگی باد در ماههای مختلف را نشان می دهد). مواد برداشت شده به صورت تلماسه هایی در اطراف نبکاها ودر پای گیاهان سالسولا تجمع کرده اند. معمولاً ۰,۵ تا ۱ متر است وبه ندرت به ۲ متر می رسد در منطقه مشاهده می شود (شکل۱۰). وجود این نوع گیاه حکایت از شور بودن این رسوباتدارد. بررسی دانه بندی ذرات تشکیل دهنده برخی از این تلماسه ها نشان می دهد که عمده آن ماسه نبوده و در واقع کلوخه های ریزی به ابعاد ۲ الی ۳میلیمتر هستندکه از سطح این دشتها کنده شده اند. اندازه این کلوخه ها بسیار بزرگتر از ماسه های بادی است.



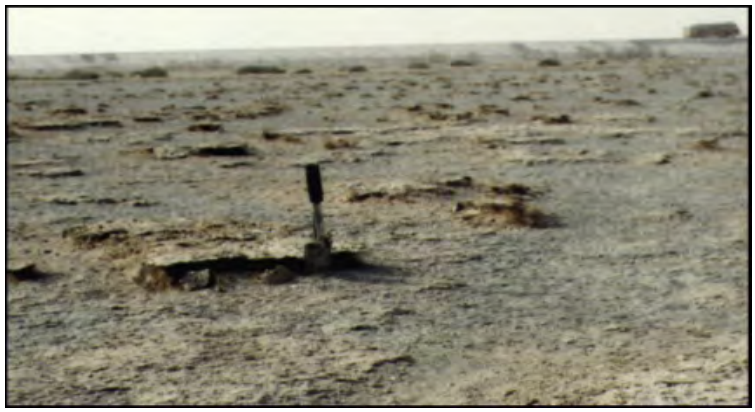
شکل(۶) : نمودار فرسایندگی باد در سال ۲۰۰۰ به تفکیک هر ماه در ایستگاه زابل



شکل(۷) تشکیل طوفان های غبارزا درمنطقه سیستان، تصویر ماهواره ای MODIS آگوست2002

همچنین این واحد دارای خاک نسبتاً عمیق و بافت متوسط تا سنگین است. بیشترین میزان EC در این واحد در خاک های شور و پف کرده، شوره زار ها و اراضی رسی قرار دارد. این مقادیر برای سطح خاک در حدود ۳۱ تا ۲۴۰ DS/m است. در واحد پلایا نوع خاک از خیلی شور تا خیلی زیاد شور می باشد. یکی دیگر از خواص شیمیایی خاک که فعالیتهای بیولوژیکی خاک را کنترل می کند میزانPH است. بررسیهای خاک شناسی نشان داده است که میزان PH خاک اغلب حالت قلیایی دارند (بین ۷/۷ تا ۸/۷۹). بنابراین، با توجه به مطالب فوق مشخص می شود که خاکهای منطقه مورد مطالعه شور و قلیایی هستند.

شکل(۸) بسترهامون پوزک- پایین تر ازده گله بچه(به سمت جنوب).



شکل(۹) باد بردگی شدید بوجود آمده در دشتهای پست حاشیه هامون

شکل(۱۰): (نبکا) تلماسه های تشکیل شده در پای گیاهان سالسولا

بحث و نتیجه گیری

بادهای ۱۲۰ روزه سیستان از اواسط بهار تا اواخر تابستان هوای تقریبا خشک ناشی از مکیده شدن هوای گرم و خشک دشت کویر را به منطقه سیستان به ارمغان می آورد. این هوا به دلیل خشک بودن، ذرات بخار آب موجود در سطح جو را جابجا می کند و از آنجایی که هوای مرطوب دیگری جایگزین آن نمی شود، رطوبت نسبی افزایش یافته و بر میزان خشکی هوا افزوده می شود. در چنین شرایطی تبخیر افزایش می یابد. با افزایش تبخیر، میزان رطوبت خاک نیز کاهش می یابد و آن را مستعد فرسایش بادی می کند. فرسایش بادی باعث از بین رفتن ذرات مغذی رویه خاک که اندازه ای کمتر از ۲ میکرون مانند هوموس، رس و املاح خاک شده و میتواند آن ها را به شکل طوفان های غبار زا تا مناطق دور دست منتقل کنند (شکل۷). این عمل به خصوص با حضور نمک تسهیل می شود. زیرا تشکیل جوشش های نمکی گاهی با انعقاد ذرات رس و لیمون به صورت کلوخه های بسیار کوچکی همراه است. در شرایط مناسب باد قادراست این افق شبه ماسه را از محل خارج سازد (شکل۸). نتیجه چنین عملی کاهش حاصلخیزی پایین آمدن درآمد، کاهش محصولات و از بین رفتن زمین های کشاورزی خواهد بود. همچنین حضور نمک سبب می شود

ذرات ریزی که توسط باد حمل می شوند به اطراف شاخه های بوته هاگرد هم آیند. با تلفیق نقشه‌های ژئومورفولوژی و تصاویر ماهواره ای ملاحظه می شود که تیپ اراضی رسی لخت از مهمترین محل های برداشت ذرات گرد و غبار در طوفانهای سیستان به شمار می رود. این اراضی منطبق با چاله های داخلی صابری و پوزکهاست. بنابراین، به نظر می رسد راهکارهای مقابله با این پدیده به خصوص در زمان وزش بادهای ۱۲۰ روزه که سطح این چاله ها خشک هستند، می تواند با رویکرد فرامنطقه ای مد نظر قرار گیرد. رویکرد اول شامل اقداماتی نظیر مدیریت تقسیم آب رودخانه هیرمند، ذخیره سازی سیلابها و رویکرد دوم می تواند انجام اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از افزایش غلظت گرد و غبار در مسیر حرکت، از طریق استقرار پوشش گیاهی باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مآخذ

۱- احمدی، حسن. ۱۳۷۷. ژئومرفولوژی کاربردی، جلد دوم. (بیابان-فرسابش بادی). انتشارات تهران.۵۷۰صفحه *دانشگاه*

۲-اختصاصی، محمد رضا و حسن احمدی، ناصر باغستانی، علی خلیلی و سادات فیض نیا. ۱۳۷۵. منشأیابی تپه های ماسه ای در حوزه دشت یزد-اردکان. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. شماره انتشار۱۴۵-۱۳۷۵

۳-اختصاصی، محمد رضا. ۱۳۷۶تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی اراضی حوزه دشت یزد اردکان به کمک کاربرد تله های رسوبگیر و دستگاه سنجش فرسایش بادی. انتشارات مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران

۴-اشتری‌مهرجردی، عالیه، مصطفی‌کریمیان‌اقبال و وحیدچیت‌ساز ۱۳۸۰ مطالعه ژئومورفولوژی سیستان با استفاده ازسنجش از دور. اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران. زابل. جلد دوم.

۵- ایرانمنش، فاضل. محمود عرب خدری و مجتبی اکرم۱۳۸۴. بررسی مناطق برداشت ذرات گرد و غبار و ویژگی های انتشار طوفانهای منطقه سیستان.نشریه علمی،تحقیقاتی و آموزشی پژوهش و سازندگی.شماره ۶۷،تابستان ۱۳۸۴.

۶- پورکرمانی محسن و زمردیان محمد جعفر ۱۳۶۷بحثی پیرامون ژئومرفولوژی استان سیستان وبلوچستان

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۹

۷- دانیل کلینسکی ترجمه پاشایی عباس ۱۳۸۱،کویرهای ایران وخصوصیات ژئومرفولوژیکی ۳- وپالئوکلیماتولوژی آن سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۸- دفتر فنی تثبیت شن و بیابانزدایی(با همکاری شرکت مهندسین مشاور توسعه و احیای کشاورزی تاک سبز).۱۳۸۱ طرح شناسائی کانونهای بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت های اجرائی در ۱۴ استان بیابانی کشور. سازمان جنگل ها ، مراتع و آبخیزداری کشور.

۹- رنجبر محسن – ایران منش فاضل – ولی شریعت پناهی مجید۱۳۸۶ -بررسی اثرات خشکسالی بر فرسایندگی باد و فرسایش در منطقه سیستان با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره ای – دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

۱۰-علایی طالقانی محمود ۱۳۸۱ ژئومرفولوزی ایران انتشارات قومس تهران

۱۱-ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۵۳بررسی چگونگی حرکت تپه های شنی در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از عکسهای هوایی. پایان نامه فوق لیسانس خاکشناسی دانشگاه تهران. ۴۹ صفحه با دو نقشه.

12 - Doasari, Ahmad. 1992-1996. Damage assessment of the desert and coastal environment of Kuwait by remote sensing. http:// www.bu.edu/ remote sensing/ Kuwait/ effects. Html.

13- Ma-An, 1993. A wind erosion study by using the landsat images on Taklimakan desert. Chinese Journal of Arid Land Resources, 6:4, 301-307.

14- Navone, S.M, O.J., Santanagloia, A.E., Maggi, 1996. Determination of different wind erosion rates by multispectral imaging and computer aided data processing. Revista de la facultad de Agronomia Unviversidad de Buenos Aies, 15: 2-3, 193-198.