

## ارزیابی تأثیر جنگل کاری در کاهش فرسایش بادی محدوده پی‌بشک در شهرستان جاسک

### چکیده

لندفرم‌های بادی در برابر فرسایش بسیار حساس هستند. یکی از مهم‌ترین برنامه‌های مهار فرایند فرسایش بادی، جنگل کاری در اراضی ماسه‌ای حساس به فرسایش است. پژوهش حاضر با هدف برآورد میزان کاهش فرسایش این لندفرم‌ها بر اثر تغییر کاربری از اراضی بایر به جنگل‌های دست کاشت انجام شده است. در این پژوهش از رخساره‌های ژئومورفولوژی به عنوان واحدهای کاری استفاده شد. داده‌های پژوهش شامل امتیاز عوامل سنگ‌شناسی، شکل اراضی و ناهمواری، سرعت و وضعیت باد، عامل خاک و پوشش غیر زنده، تراکم و نوع پوشش گیاهی، اشکال فرسایش بادی، رطوبت خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی، مدیریت و استفاده از اراضی در هر یک از واحدهای کاری است. از نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و مدل اریفر ۱ نیز به عنوان ابزار استفاده شد. با استفاده از مدل IRIFR1.E.A، رسوب ویژه بادی در دو مقطع زمانی اسفندماه ۱۳۸۰ (قبل از ایجاد جنگل دست کاشت) و اسفندماه ۱۳۹۰ (۶ تا ۹ سال پس از ایجاد و استقرار جنگل دست کاشت) برآورد گردید. نتایج پژوهش نشان‌دهنده کاهش ۲۷ درصدی متوسط رسوب ویژه لندفرم‌های منطقه از ۱۲۲ ton/ha/year به ۸۹ ton/ha/year پس از استقرار جنگل دست کاشت است. هر چند کل این میزان کاهش را به اثرهای جنگل‌های دست کاشت نمی‌توان نسبت داد؛ کاهش فاحش رسوب ویژه در عرصه‌های جنگل کاری شده، از ۱۲۹ ton/ha/year به ۳-۴ ton/ha/year (بین ۹۷ تا ۹۷/۵ درصد)، نشان‌دهنده عملکرد مثبت جنگل‌های دست کاشت در مهار فرایند فرسایش بادی منطقه است.

**واژه‌های کلیدی:** مدل IRIFR.E.A، فرسایش بادی، جنگل کاری، پی‌بشک، جاسک

### مقدمه

فرسایش بادی، عامل اصلی فرایندهای بادی و بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Yan, 2004). مطالعات فراوانی در زمینه فرایندهای بادی حمل ذرات خاک انجام شده است (Babnold, 1941; chepil and Woodruff, 1963; Greeley and Iversen, 1985). فرسایش بادی با ویژگی‌های خاک، اقلیم و پوشش گیاهی همبستگی دارد (Woodruff and Siddoway, 1965). فرسایش پذیری خاک، به استحکام خاک وابسته است که آن‌هم

متأثر از درصد رس خاک و پوشش گیاهی است (Harper et al., 2010). این نکته که خاک‌های شنی عمیق حساس و خاک‌های سنگین نسبت به فرسایش بادی مقاومند، کاملاً پذیرفته شده است (Gorddard et al., 1982). بنا به عقیده وارون و لیوینگستون (Varon & Livingston, 1996)؛ به نقل از محمودی، (۱۳۸۴)، تپه‌های ماسه‌ای می‌توانند به‌دام افتاده (ثابت) یا آزاد (متحرک) باشند. تپه‌های ماسه‌ای ثابت بیشتر در پناه کوهستان‌های حاشیه‌ای، چاله‌های داخلی و یا سواحلی که پوشش گیاهی متراکمی دارند (سواحل خزر) و تپه‌های ماسه‌ای متحرک را در سواحل و مناطقی که دارای پوشش گیاهی کمی بوده و یا درجه خشکی بالایی دارند، می‌توان دید.

یکی از شرایط تحقق فرایندهای بادی، پراکندگی پوشش گیاهی است. در بسیاری از نواحی مرطوب دنیا بادهای نیرومندی وجود دارد؛ اما اثری از فرسایش بادی در قلمرو وزش آن مشاهده نمی‌شود؛ زیرا هنگامی باد مؤثر است که مستقیماً به سطح زمین حمله کند؛ اما اگر سطح زمین دارای پوشش گیاهی باشد، نه تنها ریشه گیاهان تپه‌های ماسه‌ای را نگه می‌دارند، بلکه بخشی از گیاه با ایجاد ناهمواری در سطح زمین سرعت باد را کاهش می‌دهد. بر عکس، در قلمروهای خشک به دلیل کاهش پوشش نباتی و عریان شدن زمین‌ها و خشک بودن نسبی خاک؛ به ویژه در پهنه‌های وسیع بیابان‌های سرد و گرم اثر آن به حداکثر می‌رسد (معمد، ۱۳۷۹).

فراوانی شدت باد بخصوص در فصل تابستان از ویژگی‌های مناطق بیابانی سواحل دریای عمان محسوب می‌گردد (دباغ، ۱۳۸۱). عدم مانع و کمی پوشش گیاهی باعث شده که منطقه در اختیار رفت و روب‌های بادی قرار گیرد و حجم عظیمی از ماسه‌های دریایی به کیلومترها دورتر از ساحل انتقال یافته، به طور پراکنده صدها کیلومتر مربع زمین را در زیر ماسه مدفون سازد (محمودی، ۱۳۸۴).

هدف از این پژوهش، ارزیابی تأثیر جنگل‌کاری در کاهش فرسایش بادی محدوده پی‌بشک شهرستان جاسک به کمک مطالعه میزان کاهش فرسایش لندفرم‌های بادی بر اثر تغییر کاربری از اراضی بایر به جنگل‌های دست‌کاشت، با استفاده از مدل IRIFR1.E.A و به صورت کمی است.

فرسایش خود پدیده‌ای طبیعی بوده و در هر شرایطی اثرهای خود را بر محیط به‌جا می‌گذارد؛ ولی اگر استفاده از عوامل محیطی مانند: خاک، پوشش گیاهی و آب بر اساس شناسایی استعداد و قدرت تولید آن نباشد، ضمن از بین رفتن پوشش گیاهی، خاک نیز به هدر رفته و آب از نظر کمی و کیفی کاهش را در پیش خواهد گرفت. کشور ایران به علت دارا بودن مناطق خشک و نیمه خشک وسیع با شرایط اقلیمی، خاکی و گیاهی خاص، همواره با مشکلات ناشی از فرسایش بادی و هجوم ماسه‌های روان مواجه است. از مهمترین روش‌های مقابله با فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان در مناطق خشک، نهال‌کاری است؛ اگرچه اکثر محققان مطالعه‌کننده فرسایش بادی، بر تأثیر آن در کاهش میزان فرسایش بادی اراضی تأکید دارند، خلأ پژوهش‌هایی که نسبت به ارزیابی کمی این تأثیر اقدام کرده باشد، کاملاً مشهود است.

طبق برآوردهای موجود، بالغ بر ۱/۵۶۵ میلیون هکتار از اراضی جلگه‌های ساحلی استان هرمزگان را عرصه‌های بیابانی تشکیل می‌دهد که حدود ۲۰۹ هزار هکتار از آن به‌عنوان کانون‌های فرسایش بادی و ۴۷۵ هزار هکتار به‌عنوان مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی شناسایی شده‌اند (دفتر امور بیابان، ۱۳۸۱). بخش عمده این کانون‌ها و مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در جلگه‌های شرقی استان؛ خصوصاً شهرستان جاسک تمرکز یافته است. از مهم‌ترین طرح‌هایی که در

زمینه کاهش اثرهای فرسایش بادی در این منطقه اجرا می‌گردد، جنگل کاری با گونه‌های مناسب و مقاوم به خشکی است. با توجه به حجم وسیع کار، تغییرات ایجاد شده بر اثر اجرای آنها و هزینه‌های زیاد مورد نیاز این پروژه‌ها، لازم است در مقاطع زمانی مختلف نسبت به ارزیابی تأثیر پروژه‌های جنگل کاری در کاهش فرسایش بادی مناطق مورد عمل، اقدام شود.

پوشش گیاهی نقش مؤثری در تشکیل و تثبیت تلماسه‌های ساحلی دارد (Environmental Protection Agency of Queensland Government). یکی از برنامه‌هایی که برای مهار فرسایش بادی اجرا می‌شود، جنگل کاری بر روی ماسه‌زارها و لندفرم‌های بادی است. هی و همکاران (۲۰۰۷)، مناسب‌ترین روش در کاهش سرعت باد و تثبیت ماسه‌های روان را ایجاد پوشش گیاهی بر روی تپه‌های ماسه‌ای عنوان کرده‌اند. پوشش گیاهی به‌طور مؤثری حرکت ماسه‌های روان را کاهش داده، بنابراین، تحرکات ماسه‌ها در سطح زمین کم شده و ماسه‌زار تثبیت می‌شود. در ایران، جنگل کاری به منظور تثبیت ماسه‌های روان، برای اولین بار در سال ۱۳۳۸ در ابعاد محدود در منطقه الباجی اهواز شروع گردید و سپس در سطح گسترده‌ای با جنگل کاری تاغ در نواحی مرکزی کشور و سمر در جنوب توسعه یافت. آنچه امروزه با عنوان تثبیت‌شن (تثبیت ماسه‌های روان) با استفاده از گونه‌های گیاهی معرفی می‌شود، سابقه‌ای حدود چهل سال دارد که با کاشت گیاهانی چون تاغ آغاز شده‌است و همچنان ادامه دارد (اختصاصی، ۱۳۸۲). مهم‌ترین نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش بادی، ایجاد ناهمواری است که بدین وسیله سرعت و تلاطم باد را در نزدیکی سطح خاک کاهش می‌دهد (رفاهی ۱۳۷۸). در این میان، گیاهی فرسایش بادی را بیشتر کنترل می‌کند که مقدار پوشش گیاهی زیادتری را در زمانی از سال که زمین به فرسایش حساس است، تولید نماید (Fryrear 1995). صفائی قهنویه و همکاران (۱۳۸۹)، احیای بیولوژیک مناطق خشک و بیابانی با گونه‌های درختی و درختچه‌ای را دارای فواید چندی؛ از جمله تثبیت خاک، جلوگیری از فرسایش، تولید هیزم و تیر و الوار برشمردند. قربانیان و همکاران (۱۳۸۹)، برای استفاده از شرایط بهینه موجود جهت استقرار *Haloxydon ammodendron* کاشت توأم گونه‌های مناسب را پیشنهاد نمودند. محمدی و همکاران (۱۳۸۹)، بیان کردند که قیچ به لحاظ توان رویارویی با خشکی و کم‌آبی، تأمین علوفه دامی و مهم‌تر از همه حضور در همه فصول سال به علت دائمی بودن، امکان حضور در شرایط رویشگاهی را - که مستعد فرسایش بادی است - داراست. محمدی و همکاران (۱۳۸۹) ارتفاع، تراکم و قدرت افزایش رشد ارتفاعی و افقی گیاه *Ammothamnus lehmanni* را از مهم‌ترین ویژگی‌های مناسب آن جهت مهار فرسایش بادی برشمردند.

به علت منطبق نبودن مدل‌های ارائه شده توسط سایر کشورها با شرایط اقلیمی و اداپتیکی کشورمان، مدل تجربی IRIFR.E.A در سال (۱۳۷۴) توسط محققان داخلی، برای برآورد فرسایش بادی تدوین و ارائه گردید. این مدل به دو صورت اریفرا برای برآورد فرسایش بادی اراضی غیرکشاورزی و اریفر ۲ برای برآورد فرسایش بادی اراضی کشاورزی بهینه شده است. در این مدل که برای مناطق فاقد آمار رسوب‌سنجی بادی کاربرد دارد، مانند مدل PSIAC، نه عامل مؤثر در رسوبدهی فرسایش بادی بررسی و امتیازدهی شده و در پایان پتانسیل رسوبدهی ناشی از فرسایش بادی برای هریک از واحدهای کاری در رخساره‌های ژئومرفولوژی و کل منطقه مطالعاتی تعیین می‌گردد (اختصاصی و احمدی، ۱۳۷۶). احمدی و همکاران (۱۳۸۲) این روش را در برآورد فرسایش بادی در زیستگاه‌های بیابانی خراسان به کار گرفتند. احمدی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای به منظور برآورد و مقایسه پتانسیل رسوبدهی فرسایش بادی و آبی

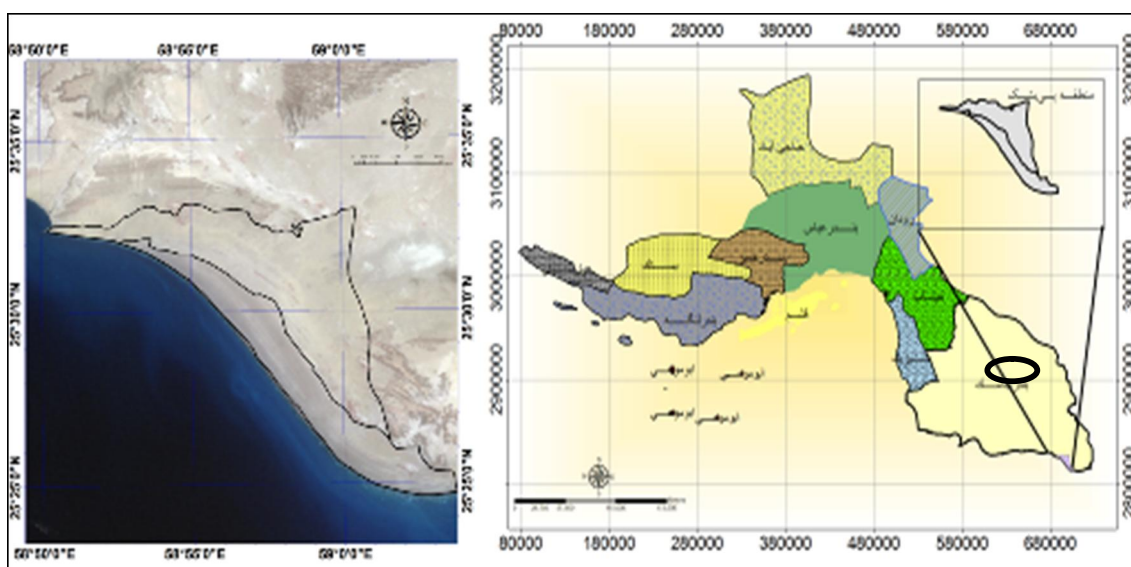
با استفاده از مدل های IRIFR.E.A و MPSIAC در مناطق نیمه خشک در حوزه آبخیز نعمت آباد بیجار، به این نتیجه رسیدند که مدل اریفر نیز با اصلاحاتی در شاخص های رطوبت خاک و مدیریت استفاده زمین در مناطق مشابه حوزه مطالعاتی کارآمد است. فرجی و همکاران (۱۳۸۹) در ارزیابی شدت فرسایش بادی حوزه آبخیز مارون- ملاثانی به روش اریفر، به این نتیجه رسیدند که رخساره های خشک رود، دشت فرسایشی، اراضی دیم و بایر و اراضی پف کرده نمکی در اولویت برنامه های مبارزه با فرسایش بادی منطقه قرار دارند. مصباح زاده و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی شدت فرسایش بادی ابوزید آباد کاشان به روش IRIFR.E.A، بیشترین امتیاز مدل را برای تپه های ماسه ای فعال و تغییر کاربری زمین با رسوبدهی سالانه بیش از ۶۰۰۰ تن بر کیلومتر مربع برآورد کردند.

### منطقه مورد مطالعه

منطقه پیمیشک با مساحتی بالغ بر ۱۰۸۵۲ هکتار، در سواحل دریای عمان، بین طول جغرافیایی  $58^{\circ}50'0''$  تا  $59^{\circ}4'0''$  شرقی و عرض  $25^{\circ}24'30''$  تا  $25^{\circ}33'30''$  شمالی قرار دارد. این منطقه در شرق جاسک و فاصله ۱۴۰ کیلومتری از آن در مسیر جاده آسفالت جاسک به چابهار واقع شده و از شمال به ارتفاعات مکران، جنوب به دریای عمان، شرق به خور کرتی و غرب به لیردف (مرکز بخش) محدود است. منطقه ای است مسطح و ارتفاع آن از سطح دریا بین ۴ تا ۶۰ متر برآورد می شود. از نظر تقسیمات کشوری جزو استان هرمزگان، شهرستان جاسک بخش لیردف است. به طور کلی منطقه ای است جنب حاره ای، کم باران و پدیده های جوی قابل ملاحظه در آن عبارتند از: بادهای شدید، طوفان ماسه، رگبارهای سیل آسا، رعد و برق، رطوبت نسبی زیاد و مه صبحگاهی (اکبریان، ۱۳۹۰).

شکل گیری این منطقه از دوران سوم (نئوژن) شروع شده و در دوران چهارم نیز ادامه یافته است. روند ساختمان زمین شناسی منطقه شرقی - غربی بوده و در مکران ساحلی که عمدتاً از سازند مکران تشکیل شده، قرار گرفته است. رسوبات کواترنری واقع در مجاورت فلیش ها از نوع آبرفتی با بافت درشت در دامنه ها و ارتفاعات بوده که هر چه به طرف ساحل برویم، از اندازه ذرات کاسته شده و به ذرات سیلت و رس می رسد (دباغ، ۱۳۸۱). گرانومتری رسوبات منطقه با فاصله کمتر از ۲ کیلومتر با ساحل دریا نشان دهنده وجود ۴۸ درصد ذرات کمتر از ۱۵۰ میکرون و ۵۲ درصد ذرات بزرگتر از ۱۵۰ میکرون است؛ نتایج کلسی متری نیز میزان آهک نمونه رسوب های این منطقه را بین ۲۰ تا ۵۰ درصد نشان می دهد. این نمونه ها را می توان ماسه خیلی آهکی نامید (محمودی، ۱۳۸۴). فراوانی زیاد دانه های زیر ۱۵۰ میکرون به علت رطوبت نسبی زیاد منطقه است که چسبندگی ذرات را به هم زیاد کرده و مانع حرکت آنها به مسافت های دورتر می شود؛ نه به خاطر دوری از منشأ؛ چنانکه بگنولد عقیده دارد برای جابه جایی ذرات کوچکتر از ۱۵۰ میکرون و بزرگتر از ۵۰۰ میکرون، سرعت بحرانی به تناسب جذر قطر ذرات سریع تر افزایش می یابد (تریکار، ۱۳۶۹).

شکل (۱) موقعیت محدوده پژوهش را در استان هرمزگان و شکل (۲) منطقه پژوهش را بر روی تصویر ماهواره ای لندست ای تی ام مثبت نشان می دهد.



شکل (۱) موقعیت منطقه مطالعاتی در استان هرمزگان شکل (۲) منطقه پی بشک بر روی تصویر ماهواره‌ای

## داده ها و روش پژوهش

داده های پژوهش شامل امتیاز عوامل سنگ‌شناسی، شکل اراضی و ناهمواری، سرعت و وضعیت باد، عامل خاک و پوشش غیر زنده، تراکم و نوع پوشش گیاهی، اشکال فرسایش بادی، رطوبت خاک، نوع و پراکنش نهشته های بادی، مدیریت و استفاده از اراضی در هر یک از واحدهای کاری است. این داده‌ها به کمک مدل IRIFR.E.A<sup>1</sup> و با استفاده از نقشه‌های زمین شناسی، توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای به عنوان ابزار و طی بازدیدهای میدانی در واحدهای کاری برآورد شد.

به منظور جمع‌آوری داده‌ها و مطالعه تأثیر جنگل‌های دست کاشت بر شدت فرسایش بادی لندفرم‌های منطقه، مراحل زیر طی شده است:

الف- تهیه نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی به عنوان واحدهای کاری همگن:

در این پژوهش از رخساره‌های ژئومورفولوژی به عنوان واحد کاری استفاده شد. این واحدها طبق روش گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (احمدی، ۱۳۷۴ و احمدی، ۱۳۷۷) در منطقه تعیین و تفکیک گردیدند.

ب- برآورد رسوبدهی فرسایش بادی:

با استفاده از مدل IRIFR.E.A و امتیازدهی به هر یک از عوامل فرسایشی در رخساره‌های ژئومورفولوژی (واحدهای کاری)، فرسایش بادی در دو بازه زمانی ۱- قبل از شروع پروژه تثبیت ماسه‌های روان منطقه در اسفندماه ۱۳۸۰ (اکبریان، ۱۳۸۲) و ۲- پس از استقرار کامل جنگل‌های دست کاشت در اسفندماه ۱۳۹۰، ارزیابی شد. شایان ذکر است برای ارزیابی دقیق‌تر عوامل فرسایشی، با توجه به مساحت لندفرم‌ها، هر عامل در سه نقطه متفاوت بررسی و متوسط امتیازهای به‌دست آمده به عنوان امتیاز عامل در لندفرم لحاظ شد.

1- Iranian research institute of forest and rangelands, Ekhtasasi & Ahmadi,

برای برآورد پتانسیل رسوبدهی فرسایش بادی با استفاده از مدل IRIFR.E.A، از رابطه ارائه شده بین درجه رسوبدهی و میزان تولید رسوب (اختصاصی، ۱۳۸۵) که در زیر آمده است، استفاده شد:

$$Q_s = 41 [ EXP (0.05R) ]$$

در این معادله:

Qs: میزان رسوبدهی سالانه بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال و R: درجه رسوبدهی (مجموع امتیازات عوامل نه‌گانه مؤثر در فرسایش) است.

ج- مقایسه میزان رسوبدهی سالانه به دست آمده در دو مقطع زمانی و تعیین تغییرات حاصله:

برای مقایسه رسوبدهی سالانه بادی در دو مقطع زمانی مذکور، نقشه رسوبدهی ویژه منطقه تهیه و همچنین، نتایج کمی به صورت نمودار ارائه گردید.

### یافته‌های پژوهش

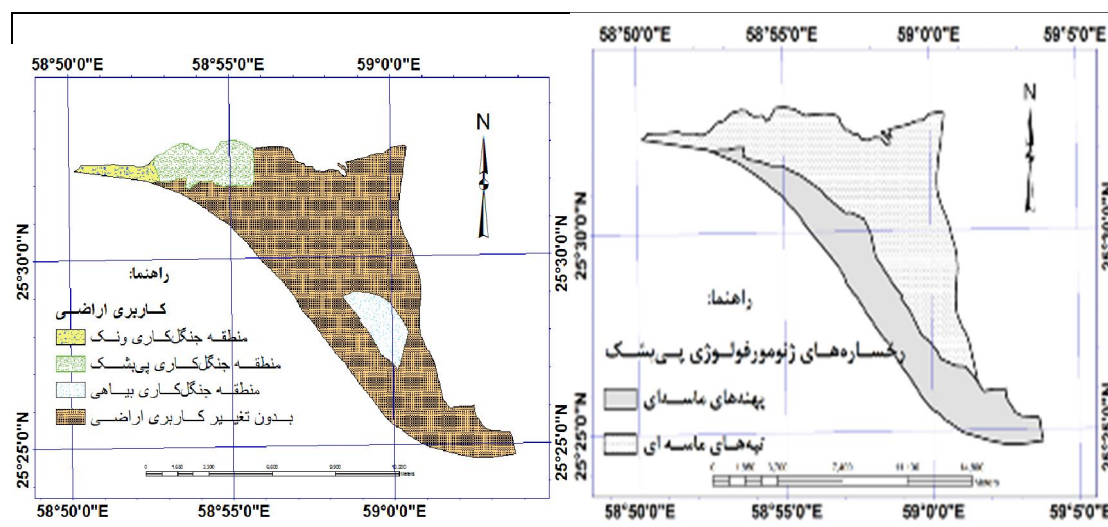
ویژگی‌های ژئومورفولوژی ناحیه پیوند نزدیکی با ویژگی‌های سنگ شناسی واحدهای سنگی آن دارد. نقاطی که پیکره سنگی از نهشته‌های سیمان نشده و یا سیلت، همچون مارن و شیل تشکیل یافته اند، تحت تأثیر عواملی چند از جمله فرسایش به صورت زمین‌های پست و کم ارتفاع درآمده‌اند؛ حال آنکه سنگ‌های سخت و سیمانی شده، همچون ماسه سنگ‌ها دیوارساز بوده و پرتگاه‌ها و بلندی‌های فراوانی را در بخش شمالی در بالای محدوده پژوهش ایجاد کرده‌اند. پدیده‌های تکتونیکی نیز در فرم‌گیری زمین‌ریخت‌ها نقش مهمی را ایفا کرده‌اند. گسل‌ها با جابه‌جاشدگی قائم و یا افقی سنگ‌ها و یا با قراردادن واحدهای سنگ‌شناسی با مقاومت‌های فرسایشی گوناگون در کنار یکدیگر در پیدایش ریخت‌های کنونی محدوده‌های مورد بررسی عملکرد درخور توجهی داشته‌اند (محمودی، ۱۳۸۴).

در این پژوهش برای تعیین شدت فرسایش بادی از رخساره‌های ژئومورفولوژی به‌عنوان واحد کاری استفاده شد. از بین لندفرم‌های منطقه، پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای برای این پژوهش مد نظر قرار گرفت.

**پهنه‌های ماسه‌ای:** پهنه‌های رسوبی هستند که از نزدیکی سواحل دریا شروع شده و به تدریج به سمت شمال به رسوب‌های آبرفتی تبدیل می‌شوند. این رسوب‌ها اغلب از لایه‌های تقریباً موازی ماسه، سیلت و رس تشکیل شده‌اند که در تناوب با لایه‌های نازک ماسه و گچ و رس به شدت گچدار هستند. مواد تبخیری موجود در این نهشته‌ها نتیجه نفوذ این مواد از راه جذب موئینه آب، رسوب و نمک‌های تبخیری در لابه‌لای نهشته‌های یاد شده است. بخشی از نهشته‌های برونزاد منطقه نیز عموماً مارنی یا ماسه سنگی و کنگلومرایی و بیشتر دارای رخساره مولاس است (گزارش زمین‌شناسی نقشه پی بشک، ۱۹۹۶).

**تپه‌های ماسه‌ای:** در این نهشته‌ها که شامل ماسه‌های خوب جور شده همراه با سیلت و رس است (میزان رس کمی دارد)، رسوب نهشته‌های کولابی شامل سیلت و رس‌های سیلتی همراه با مواد تبخیری مانند گچ و نمک وجود دارد که در سطح بالاتر از جذر و مد تشکیل می‌شود. رسوبات ماسه‌ای کرانه‌ای به صورت تپه‌های ماسه‌ای نسبتاً برجسته و

در هم به صورت نوار در سرتاسر کرانه دریا به چشم می خوردند، که جابه جا توسط نهشته های رودخانه - کولابی در زبانه های مدی بریده می شوند. هرچند نهشته های یاد شده به شدت تبخیری هستند، توده اصلی رسوبات ماسه ای کرانه ای خاستگاه بادی دارد و چینه بندی مورب در این واحدها دیده می شود (محمودی ۱۳۸۴). این تپه ها به شکل تپه های عرضی برخان، تپه های طولی، هرم های ماسه ای و... رخنمون یافته اند. این تپه دارای ماهیت تغییر پذیر بوده، شاهد تحولات زیادی شامل تشکیل تپه های جدید، تبدیل آنها به یکدیگر، فرسایش و حمل رسوبات است.



شکل ۳، چپ: نقشه رخساره های ژئومورفولوژی، راست: نقشه تغییر کاربری اراضی (محدوده های جنگل کاری)

جدول (۱) امتیازات عوامل نه گانه مؤثر در فرسایش خاک در روش IRIFR.E. A را به همراه طبقه فرسایش بادی در رخساره های ژئومورفولوژی (لندفرمها) و کل عرصه مورد بررسی، در قبل و بعد از تغییر کاربری اراضی به جنگل دست کاشت نشان می دهند.

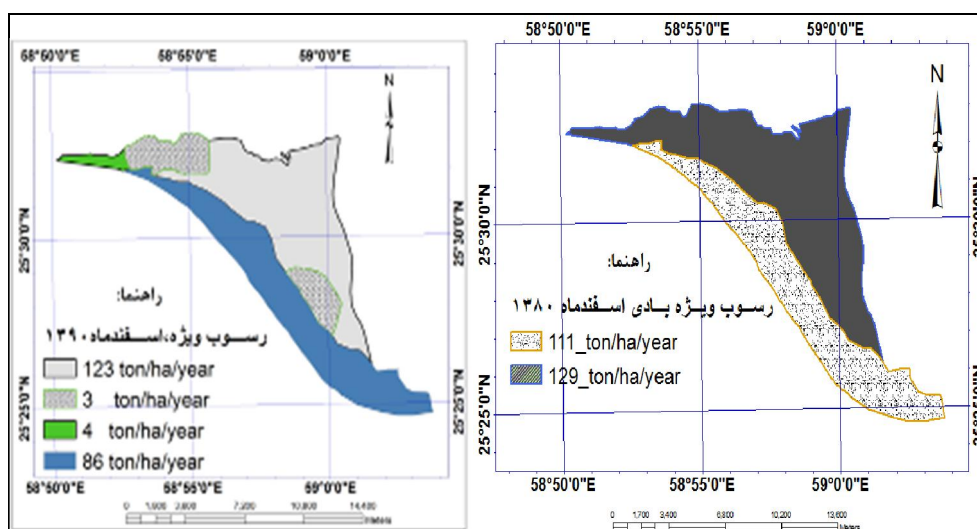
جدول ۱) امتیازات عوامل مدل IRIFR.E.A به همراه طبقه فرسایش و رسوب ویژه بادی در واحدهای کاری (لندفرم‌ها)

متوسط رسوب ویژه کل منطقه T / ha / y	درصد کاهش فرسایش و رسوب ویژه بادی	رسوب ویژه T / ha / y	کیفیت فرسایش	کلاس فرسایش	امتیاز عوامل مؤثر در فرسایش بادی در مدل IRIFR.E.A									واحد کاری	سال ارزیابی	
					جمع	مدیریت و استفاده از اراضی (۵-۱۵)	نوع و پراکنش نهشته‌های بادی (۱-۱۰)	رطوبت خاک (۱-۱۰)	آثار فرسایشی سطح خاک (۰-۲۰)	انبوهی پوشش گیاهی (۱۵ تا ۵)	خاک و پوشش سطح آن (۱۵ تا ۵)*	سرعت و وضعیت باد (۰-۲۰)	شکل اراضی و پستی و بلندی (۱-۱۰)			سنگ شناسی (۱-۱۰)
۱۲۲		۱۱۱	خیلی زیاد	V	۱۱۲	۱۵	۸	۷	۱۸	۱۴	۱۳	۱۷	۱۰	۱۰	پهنه‌های ماسه‌ای	۱۳۸۰
		۱۲۹	خیلی زیاد	V	۱۱۵	۱۵	۹	۸	۱۹	۱۴	۱۴	۱۷	۹	۱۰	تپه‌های ماسه‌ای	
۸۹	۲۲	۸۶	زیاد	IV	۱۰۷	۱۱	۹	۱۰	۱۷	۱۲	۱۴	۱۶	۹	۹	پهنه‌های ماسه‌ای	۱۳۹۰
	۹۷/۵	۳	خیلی کم	I	۴۲	-۴	۷	۸	۸	-۵	-۳	۱۶	۸	۷	محدوده بیاپی	
	۹۷/۵	۳	خیلی کم	I	۴۱	-۵	۷	۸	۸	-۵	-۳	۱۵	۸	۸	محدوده بیهشک	
	۹۷	۴	خیلی کم	I	۴۵	-۳	۷	۸	۹	-۲	-۳	۱۵	۷	۷	ونک	
	۴/۵	۱۲۳	خیلی زیاد	V	۱۱۴	۱۵	۱۰	۸	۱۸	۱۴	۱۵	۱۸	۸	۸	بدون تغییر کاربری	
۳۳	۲۷	کاهش رسوب بادی کل منطقه پس از تغییر کاربری بخشی از اراضی به جنگل‌های دست‌کاشت														

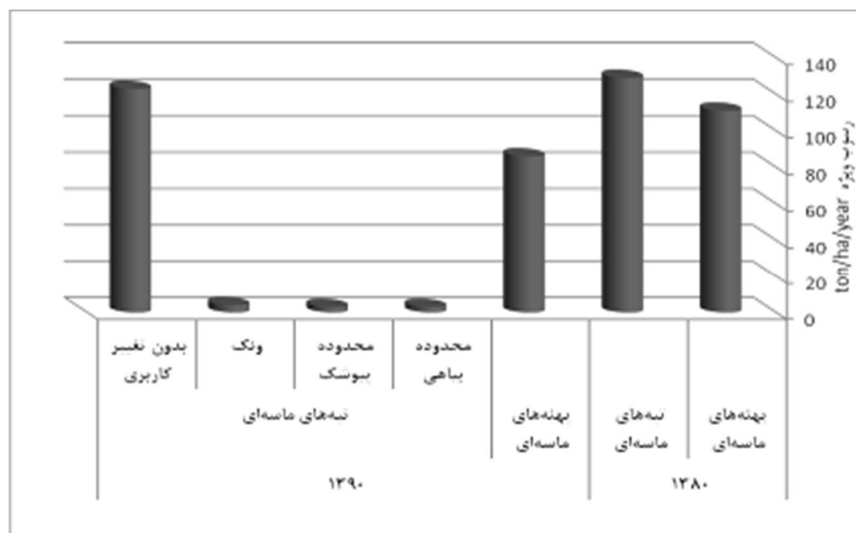
\*امتیاز خاک و پوشش سطح آن با لحاظ اثرهای مالچ نفتی که برای تثبیت موقت اراضی مورد جنگل‌کاری به کار رفته است، محاسبه شد.

### نتیجه‌گیری

برآورد شدت فرسایش و رسوبدهی بادی لندفرم‌های منطقه در سال ۱۳۸۱، نشان‌دهنده شدت رسوبدهی خیلی زیاد با متوسط ۱۲۲ ton/ha/year است؛ حال آنکه پس از تغییر کاربری بخشی از عرصه به جنگل‌دست‌کاشت، متوسط رسوب ویژه با کاهش ۳۳ ton/ha/year (۲۷ درصد)، به ۸۹ ton/ha/year رسیده است. هر چند کل این میزان کاهش را به اثرهای جنگل‌های دست‌کاشت نمی‌توان نسبت داد (همان‌گونه که پهنه‌های ماسه‌ای بدون جنگل‌کاری نشان می‌دهد)؛ کاهش فاحش رسوب ویژه در عرصه‌های جنگل‌کاری شده، از ۱۲۹ ton/ha/year به ۳-۴ ton/ha/year (بین ۹۷ تا ۹۷/۵ درصد)، نشان‌دهنده عملکرد مثبت جنگل‌های دست‌کاشت بر کاهش فرسایش بادی منطقه است (جدول ۱ و اشکال ۴ و ۵).



شکل ۴) کلاس های فرسایش بادی منطقه پی بشک، راست: قبل از پروژه تثبیت جنگل کاری؛ چپ: پس از استقرار جنگل های دست کاشت



شکل ۵) رسوب ویژه بادی در دو مقطع زمانی ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰



شکل ۶) تصاویری از منطقه پژوهش؛ راست: منطقه پی بشک در اوایل جنگل کاری؛ ب: همان منطقه در سال ۱۳۸۷

این نتیجه با یافته‌های محمودی (۱۳۸۴) که میزان حرکت تپه‌های ماسه‌ای منطقه را ۲۰۰ متر در سال تعیین کرده و کاهش میزان پوشش گیاهی در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ میلادی را علت افزایش میزان رُفت و روب بادی اعلام کرد، همخوانی دارد. بهبود چرخه غذایی، حاصلخیزی خاک، تنظیم میکروکلیم (Altieri, 1999)، تولید بیوماس، تثبیت ازت، پاکسازی آب و هوا (Baumgartner et al., 2006) از فواید جنگل کاری با تنوع گونه‌ای است که توجه به آن را بیش از پیش ضروری می‌نماید. امتحانی و همکاران در سال ۱۳۸۴ در بررسی ویژگی‌های حفاظتی و علوفه‌ای کهور دره ای در ماسه زارها و عرصه‌های بیابانی ایران، این گونه را به عنوان گونه‌ای مقاوم در برابر هجوم ماسه‌های روان معرفی کردند که می‌تواند در تثبیت بیولوژیک مناطق مورد تهدید ماسه‌های روان در جنوب کشور استفاده شود.

ویکر و همکاران (Whicker et al. 2007)، در مقایسه عملکرد تخریب اراضی جنگلی با آتش‌سوزی در منطقه شمال نیومکزیکو، نقش تخریب اراضی جنگلی را مشابه آتش‌سوزی در افزایش فرسایش بادی عنوان کردند. ریکسن و همکاران (Riksen et al., 2003)، در بررسی سیاست‌های حفاظت خاک و کاهش فرسایش بادی در شمال غربی اروپا، با ذکر این مطلب که فرسایش بادی در قاره اروپا فراگیر نیست، ترغیب کشاورزان به جنگل کاری در اراضی زراعی را عامل مناسبی در کاهش میزان فرسایش بادی ذکر کردند. هارپر و همکاران (Harper et al., 2010)، فرسایش پذیری خاک را به استحکام خاک که آن هم متأثر از درصد رس خاک و پوشش گیاهی است، وابسته دانستند.

## منابع

- ۱- احمدی، حسن. (۱۳۷۷). ژئومورفولوژی کاربردی، ج ۲، فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۰ص.
- ۲- \_\_\_\_\_ . (۱۳۷۴). ژئومورفولوژی کاربردی، ج ۱، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۱۴ص.
- ۳- احمدی، حسن، اختصاصی، محمد رضا و همتی، نعمت‌الله. (۱۳۸۶). مقایسه پتانسیل رسوبدهی فرسایش بادی و آبی با استفاده از مدل‌های IRIFR.E.A و MPSIAC در مناطق نیمه خشک در حوضه آبخیز نعمت آباد بیجار، فصلنامه منابع طبیعی ایران، ۶۰(۱).
- ۴- احمدی، حسن، خراسانی نعمت‌الله، کرمی، محمود و آذرکار، سید محمد. (۱۳۸۲). برآورد فرسایش بادی زیستگاه‌های بیابانی خراسان (مطالعه موردی: منطقه سرخس)، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹: ۱۹-۲۸.
- ۵- اختصاصی، محمد رضا، ۱۳۸۵. طرح کنترل کانون بحرانی سد یچ-هیمن، جلد ۴ مطالعات فرسایش و رسوب، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان، ۴۹ص.
- ۶- اختصاصی، محمد رضا، ۱۳۸۲. تعیین حداقل انبوهی نهال تاغ جهت طراحی بادشکن‌های درختی و کنترل فرسایش بادی در شرایط ایران مرکزی، چکیده مقالات همایش ملی تاغ و تاغ کاری در ایران، سازمان جنگلها و مراتع کشور، ص ۲-۳.
- ۷- اختصاصی، محمد رضا، احمدی، حسن، ۱۳۷۶. بررسی کیفی و کمی فرسایش بادی و برآورد میزان رسوب، مطالعه موردی دشت یزد اردکان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۰(۲): ۱۴-۵.
- ۸- اکبریان، محمد، ۱۳۸۲. الحاقیه گزارش فرسایش و رسوب طرح تفصیلی اجرائی تثبیت شن و بیابانزدائی چنالی - سد یچ و بیاپی، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان.

- ۹- اکبریان، محمد، ۱۳۹۰. ارزیابی گونه های گیاهی مورد استفاده در کنترل فرسایش بادی (مطالعه موردی: شهرستان جاسک، استان هرمزگان، مجله پژوهش های فرسایش محیطی، ۱(۲): ۴۳-۲۹
- ۱۰- امتحانی، محمدحسن، عظیم زاده، حمیدرضا، جزیره ای، محمدحسین، ۱۳۸۴. ویژگی های حفاظتی و علوفه ای کهور دره ای *Prosopis koelziana* در ماسه زارها و عرصه های بیابانی ایران، یزد، اولین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان های گرد و غبار
- ۱۱- تریکار، ژان، ترجمه: صدیقی پور کرمانی، ۱۳۶۹. اشکال ناهمواری در نواحی خشک، انتشارات آستانقدس رضوی
- ۱۲- فرجی، محمد، محمدیان بهبهانی، علی، احمدی، حسن، اختصاصی، محمدرضا، ۱۳۸۹. ارزیابی شدت فرسایش بادی حوضه آبخیز مارو- ملاثانی به روش اریفر ۱، دومین همایش ملی فرسایش بادی، ۹ص.
- ۱۳- رفاهی، حسینی، ۱۳۷۸. فرسایش بادی و کنترل آن، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴- دباغ، عبدالرحیم، ۱۳۸۱. طرح تفصیلی اجرائی تثبیت شن و بیابانزدائی چنالی - سدیح و بیاهی، بندرعباس، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان.
- ۱۵- دفتر امور بیابان، ۱۳۸۱. طرح شناسائی کانونهای بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت های اجرائی استان هرمزگان، بندرعباس، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان.
- ۱۶- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۹۹۶. گزارش زمین شناسی نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ پی بشک
- ۱۷- صفائی قهنویه، احمدرضا، باباخانی، سجاد، کریم زاده، حمیدرضا، ۱۳۸۹. معرفی گونه های گیاهی مؤثر در کنترل فرسایش بادی، یزد، دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان های گرد و غبار
- ۱۸- محمدی، اعظم، متین خواه، سیدحمید، خواجه الدین، سیدجمال الدین، ۱۳۸۹. شناسائی ات اکولوژی قیچ به عنوان گونه مؤثر در کنترل فرسایش بادی، یزد، دومین همایش فرسایش بادی و طوفان های گرد و غبار.
- ۱۹- محمودی، شبنم، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات طبیعی تپه های ماسه ای شرق جاسک در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۶۹، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان.
- ۲۰- محمودی، فرج اله، ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی دینامیک، دانشگاه پیام نور.
- ۲۱- مصباحزاده، طیبه، احمدی، حسن، نوروزی، علی اکبر، رستمی، مریم، ۱۳۸۹. بررسی شدت فرسایش بادی در ابوزیدآباد کاشان، دومین همایش ملی فرسایش بادی، ۷ص.
- ۲۲- معتمد، احمد، ۱۳۷۹، ژئومورفولوژی، انتشارات سمت، ج ۳.
- 23- Altieri, M., 1999. The Ecological role of Biodiversity in Agroecosystems, Agriculture, Ecosystems and Environment, 74:19-31
- 24- Bagnold, R.A., 1941. The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. Methuen, London. 265p.
- 25- Baumgartner, S., Becker, C., Faber, M., Manstetten, R. (2006). Relative and Absolut Scarcity of Nature, Assessing the roles of Economics and Ecology for Biodiversity Conservation, Ecological Economics, 59: 487-498
- 26- Chepil, W.S., Woodruff, N.P., 1963. The physics of wind erosion and its control. Advances in Agronomy 15, 211-302.
- 27- Environmental Protection Agency of Queensland Government, Coastal Sand Dunes - Their Vegetation and Management, www.derm.qld.gov.au/services\_resources.
- 28- Fryrear, D. W. 1995. Soil losses by wind erosion, Soil Science, 59:668-672

- 29- He, Z., Sh. L. and Y. Harazono. 2007. Wind-Sandy Environment and the effects of Vegetation on Wind Breaking and Dune Fixation in Horqin Sandy Land, China.
- 30- Gorddard, B.J., Humphry, M.G., Carter, D.J., 1982. Wind Erosion in the Jerramungup Area 1980–1981. Technical Report 3, Western Australian Department of Agriculture, Division of Resource Management.
- 31- Greeley, R., Iversen, J.D., 1985. Wind as a Geological Process on Earth, Mars, Venus and Titan. Cambridge Planetary Science Series. Cambridge University Press, Cambridge.
- 32- Harper, R.J., Gilkes, R.J., Hill, M.J., Carter, D.J., 2010. Wind erosion and soil carbon dynamics in south-western Australia. *Aeolian Research* 1: 129–141
- 33- Riksen, M., Brouwer, F., Graaff, J. D., 2003. Soil conservation policy measures to control wind erosion in northwestern Europe, *Catena* 52, 309–326
- 34- Whicker, J.J., Pinder, J.E., Breshears, D.D., 2007. Thinning semiarid forests amplifies wind erosion comparably to wildfire: Implications for restoration and soil stability, *Journal of Arid Environments*, 72 (2008) 494–508
- 35- Yan, P., Shi, P., 2004. Using the 137CS Technique to Estimate Wind Erosion in Gonghe Basin, Qinghai Province, China, *Soil Science*, VOL. 169 No. 4, 295-305
- 36- Woodruff, N.P., Siddoway, F.H., 1965. A wind erosion equation. *Soil Science Society of America Proceedings* 29, 602–608.