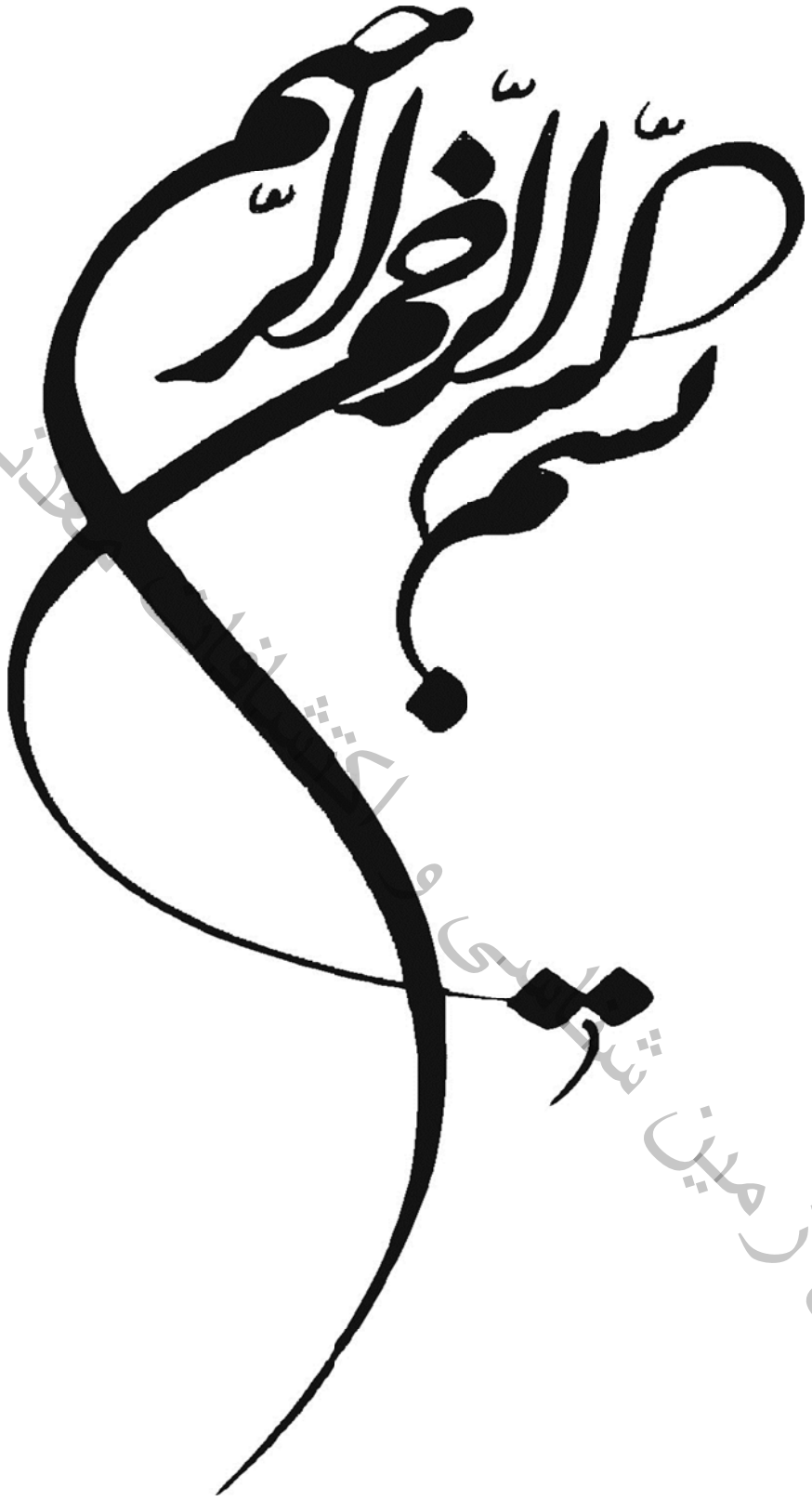
وزارت
صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

طرح ملی و منطقه‌ای ریزگرد وزارت صنعت، معدن و تجارت
برنامه سال ۱۳۹٤
منشاءیابی و مهار کانون‌های ریزگرد در ایران و کشورهای هم‌جوار

(گزارش چهارم)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

خرداد ۱۳۹٤



سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

وزارت صنعت، معدن، تجارت
سازمان زمین شناسی
و اکتشافات معدنی کشور
www.gsi.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-مقدمه	۱
۲-کلیات	٤
۲-۱-ریزگرد	٤
۲-۲-پراکنش جغرافیایی کانون‌ها	٦
۲-۲-۱- پراکنش جهانی	٦
۲-۲-۳-پدیده ریزگرد در ایران	۸
- مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی و منشاءهای داخلی	۸
۲-۲-٤- منشاءهای خارجی و مسیرهای انتقال به داخل کشور	۹
۲-۳-آثار ریزگرد	۲۵
۲-۳-۱- سلامت جامعه	۲۵
۲-۳-۲- اقتصادی و اجتماعی	۲۸
۲-۳-۳- خدمات عمومی	۳۳
۲-۳-٤- اقلیم و اکوسیستم	۳٤
۳-روش اجرای طرح	۳۵
۳-۱-مراحل اجراء	۳۹
-جهت یابی و تعیین محدوده منشاءهای بالقوه	٤۰
-پهنه بندی و تفکیک واحدهای کاری همگن در منشاءهای بالقوه	٤۰
-طراحی شبکه نمونه برداری و برداشت نمونه	٤۰
-برداشت نمونه	٤۲
-آنالیزهای آزمایشگاهی	٤۳
۳-۲-پیشرفت طرح	٤٤
۳-۲-۱-شناسایی پهنه‌های مستعد تولید ریزگرد در داخل کشور	٤٤
۳-۲-۲-مطالعه منطقه بین‌النهرین و امتداد آن در ایران (جنوب و غرب خوزستان)	۵۲
۳-۳- نمونه‌برداری و آنالیز	٦۷
٤-برنامه‌ریزی اجرایی مهار	٦۸
٤-۱-احیاء	٦۹
-تالاب ها	٦۹
-مراتع	٦۹
-اراضی کشاورزی	۷۰
٤-۲- مالچ	۷۱

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

وزارت صنعت، معدن، تجارت
سازمان زمین شناسی
و اکتشافات معدنی کشور
www.gsi.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
-بقایای گیاهی و ارگانیسم های میکروبی	۷۱
-رسوب گذاری زیستی کربنات کلسیم در خاک های ماسه ای و تأثیر آن بر افزایش مقاومت خاک	۷۳
-آب	۷٤
-شورابه ها	۷٤
-مواد آلی نفتی	۷٦
-مواد آلی غیر نفتی	۷۷
-مکمل های رسی	۷۸
-پوشش سنگی	۷۸
-پلیمرهای سنتزی	۷۹
٤-۳-باد شکن ها	۸۱
-کاربرد گیاهان در معماری فضای سبز جهت کنترل فرسایش و تثبیت خاک	۸۳
٥-برنامه کاهش اثرات و مهار ریزگرد	۸۷
٦-جمع‌بندی	۹۱
منابع اصلی	۹۳

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۱-مقدمه

اراضی صاف و هموار متشکل از رسوبات ریزدانه سیلتی-رسی، خشک و بدون پوشش گیاهی و در معرض باد، اینها شرایط مساعد تولید ریزگرد هستند. این یک فرمول ساده برای شناسایی منشاء ریزگردهاست و بعد از شناسایی منشاء نوبت به مهار می‌رسد. بدون شک مهار باید در منشاء باشد. ذره کوچکتر از ۱۰ میکرون و معمولا کوچکتر از ٤ میکرون ریزگرد اگر وارد جریان هوا شود دیگر به آسانی از آن جدا نخواهد شد. این پدیده در آب هم اتفاق می‌افتد. شفاف‌سازی آب گل‌آلود شده با ذرات رس یکی از سخت‌ترین مراحل تصفیه آب است. به هر حال راهکارهای مهار نیز چندان پیچیده نیستند. در برنامه‌های مهار سه هدف اصلی پیگیری می‌شود: افزایش میزان چسبندگی بین ذرات و تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر، کاهش سطوح تماس باد با سطح زمین، کاهش سرعت باد به پایین‌تر از میزان آستانه فرسایش در یک منطقه.

روش‌های اجرایی برنامه‌ها را نیز می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم بندی نمود: طرح‌های احیا (مراتع، اراضی کشاورزی، تالاب‌ها و ...)، مالچ پاشی (نفتی، شیمیایی، گیاهی، سنگریزه‌ای و ...)، و احداث بادشکن (زنده و غیر زنده).

ولی موضوعی که به همین سادگی واکاوی می‌شود امروز به یک چالش مهم در سراسر دنیا تبدیل شده است. یعنی در زمان تدوین این گزارش (اردیبهشت ۱۳۹٤) از کالیفرنیا در غرب دور تا شمال‌غرب چین در شرق دور و به همان نسبت در استرالیا به عنوان نماینده پهناور نیم‌کره جنوبی، همگی با این پدیده مواجه هستند. ایران نیز از این مجموعه مستثنی نیست چه اینکه باید گفت یکی از کشورهای بسیار تحت تاثیر و همچنین اثرگذار در این پدیده است.

بنا به گفته مدیر کمیته ملی مقابله با پدیده گرد و غبار[1] در تاریخ ۲۲ فروردین سال ۱۳۹۳ در گفت وگو با خبرنگار محیط زیست، *"تعداد وقوع ریزگردها نسبت به ده سال گذشته به ۱۵ برابر رسیده است که ۱۵ درصد منشأ ریزگردها داخلی و ۸۵ درصد آن خارجی است. توفان ریزگردها از سال ۸۰ در خوزستان آغاز شد و اکنون بیش از ۲۰ استان را درگیر کرده است. به همین دلیل اهواز دو بار به عنوان آلوده‌ترین شهر جهان معرفی شده است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که گرد و غبارهای خوزستان ویژگی‌های متفاوتی دارد. اندازه این ذرات ۲,۵ میکرون و کمتر است و آلودگی تا بیش از ۵۰ برابر استاندارد و با تداوم سه تا ۱۰ روز اتفاق می‌افتد."*

رییس کمیته ایمنی شورای اسلامی شهر تهران در تاریخ ۲٤ اسفندماه ۱۳۹۳ بیان نموده است که *"۸۰ درصد این ریزگرد ها از کانون های داخلی ناشی می شوند که می توان با اقدامات کارشناسی و به موقع با آنها مقابله کرد نظیر مالش پاشی در جهت تثبیت ریز گردها."*

[1] ضیاءالدین شعاعی

همچنین مدیر کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان[۱] در تاریخ سوم اسفندماه ۱۳۹۳ در نخستین مناظره زیست محیطی ویژه چهاردهمین نمایشگاه بین المللی محیط زیست با موضوع آلودگی هوا و مقابله با پدیده ریزگردها در کلانشهرها، در خصوص منشا ریزگردها تصریح کرد: *"براساس تصاویر ماهواره ای در ٤ الی ٥ سال اول پدیده ریزگردها، ۹۰ درصد منشا خارجی داشت که در سال گذشته این عدد به ۷۵ درصد رسیده است."*

نماینده پژوهشکده هواشناسی[۲] در تاریخ سوم اسفندماه ۱۳۹۳ در مناظره با موضوع "آلودگی هوا و مقابله با پدیده ریزگردها در کلانشهرها" گفت: *"در آلودگی سال ۸۹ در تهران که این کلانشهر را ٤٥ روز در شرایط بسیار ناسالم قرار داد نیز منشا خارجی گرد و غبار دیده می شد. ما کانون ها زیاد ریز گرد در خارج از کشور داریم اما این کانون ها در داخل کشور نیز در حال گسترش هستند."*

رئیس سازمان حفاظت محیط زیست[۳] در تاریخ سی بهمن ماه ۱۳۹۳ در مراسم امضای تفاهم نامه میان سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، گفت: *"پدیده ریزگردها سال هاست که بخشی از کشور را رنج می دهد و در استان سیستان و بلوچستان هم به تواتر دیده می شود و گاهی تا ۲۳ استان را تحت تاثیر قرار داده است. پدیده گرد و غبار از سال ۸۰ در استان وجود داشته و متاسفانه هر ساله میزان روزهای آلوده در خوزستان افزایش می یابد."*

همچنین رئیس کمیته ایمنی و مدیریت بحران شورای شهر تهران[٤] در تاریخ ۲۹ بهمن ماه ۱۳۹۳ نیز گفت: *" از جمله مهمترین کانون های گرد و غبار، در استان خوزستان است. دزفول، آبادان، اهواز، بستان، مسجد سلیمان و ماهشهر به علت استقرار در ناحیه پست جلگه خوزستان و همجواری با نواحی مرزی از تعداد بیشتری روزهای گرد و غبار برخوردارند."*

وی ادامه داد: *"مطالعات انجام گرفته نشان داده است، تعداد روزهای گرد و غبار شهر اهواز در ۵ سال گذشته ۱۰۲ روز برآورد شده، در سال ۲۰۱۵ به ۱۳۰ روز افزایش پیدا کرده است. بطوریکه سازمان بهداشت جهانی نیز در سال ۲۰۱۱ اعلام کرده است شهر اهواز با میانگین غلظت ۳۷۲ میکروگرم در متر مکعب در سال، دارای بالاترین غلظت ذرات PM10 در بین ۱۱۰۰ شهر جهان است. ذراتی که در ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم در متر مکعب، موجب افزایش شش درصد مرگ و میر می شود."*

واقعا در این ۱۵ سال چه اتفاقی افتاده که یک واقعه طبیعی ولی نامیمون که پیشتر شاید تنها در فصولی از سال استان‌های سیستان و بلوچستان و خوزستان را تحت تاثیر قرار می‌داد، امروز ۳۱ استان و یا به عبارتی کل کشور را درمی‌نوردد؟

موضوع فقط ریزگرد نیست. درسطح کلان، مساله تغییرات و آنهم شیب تغییرات است. شیب تغییرات یعنی حجم تغییر در یک بازه زمانی معین؛ تغییر در جمعیت، تغییر در تقاضای روزافزون نیاز انسانی به منابع و

---

[۱] احمدرضا لاهیجان زاده
[۲] عباس رنجبر
[۳] معصومه ابتکار
[٤] معصومه آباد

خدمات طبیعی، تغییر در رقابت چه درون جوامع و چه بین کشورها و تغییرات اقلیمی، یک حقیقت ساده و مسلم ناشی از تاثیر فعالیت‌های انسان بر ترکیبات شیمیایی جو زمین و افزایش دمای آن.

به طور طبیعی این تغییرات در گذشته زمین نیز موجود بوده ولی با شیب کم که اجازه می‌داد سامانه‌های زمینی یا در واقع همان اکوسیستم‌ها به تدریج با تغییرات سازگار شوند[1]. ولی روند نامتعارف کنونی سبب شده تا حجم تغییراتی که در گذشته در چند هزار سال رخ می‌داده تنها در چند دهه وقوع پیدا کند. زمین تحمل این میزان تغییر را ندارد و برای برقراری تعادل واکنش نشان می‌دهد. این واکنش چندان باب میل انسان نیست.

به لحاظ جایگاه تخصصی، موضوع ریزگرد ازجمله مسائل مربوط به علوم زمین و در بخش فرسایش و رسوب (فرسایش بادی) جای دارد ولی ماهیت و گستره آثار آن سبب می‌شود تا مجموعه‌ای از تخصص‌ها و نهادهای اجرایی و علمی کشور را درگیر نماید.

وزارت صنعت، معدن و تجارت (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور) نیز به عنوان متولی تولید داده‌های علوم زمین در کشور و با اتکاء به چندین دهه تجربه علمی و اجرایی، بهره‌مندی از نیروهای متخصص کارآزموده و مجموعه آزمایشگاهی منحصر به فرد در کشور و منطقه، از سال‌های گذشته فعالیت خود را در این زمینه به‌صورت مستقل و در همکاری با مراکز معتبر مرتبط در سطح دنیا آغاز نمود. در این میان تفاهم‌نامه همکاری بین این وزارتخانه و وزارت محیط زیست جمهوری عراق درباره همکاری‌های پایداری خاک، ریزگرد و آلودگی‌های زیست‌محیطی که در بهمن‌ماه ۱۳۹۳ به امضای مسئولین دو طرف رسید، چشم‌انداز مناسبی را برای فعالیت گسترده‌تر در این زمینه و در سطح منطقه‌ای و فراملی، فراهم نمود. انعقاد این تفاهم‌نامه و اهمیت موضوع در سلامت جامعه موجب تداوم و سازماندهی فعالیت‌های گذشته این مجموعه در قالب طرح ملی و منطقه‌ای ریزگرد وزارتخانه (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور) برای سال ۱۳۹٤ گردید. این طرح براساس شرح وظایف و جدول زمان‌بندی شده، درحال حاضر مراحل اولیه شامل جمع‌آوری اطلاعات، جهت‌یابی و تعیین محدوده منشاءهای بالقوه پشت سر گذاشته، و درحال حاضر در مرحله پهنه‌بندی و تفکیک واحدهای کاری همگن، طراحی شبکه نمونه‌برداری، نمونه-برداری و آنالیز نمونه‌ها می‌باشد.

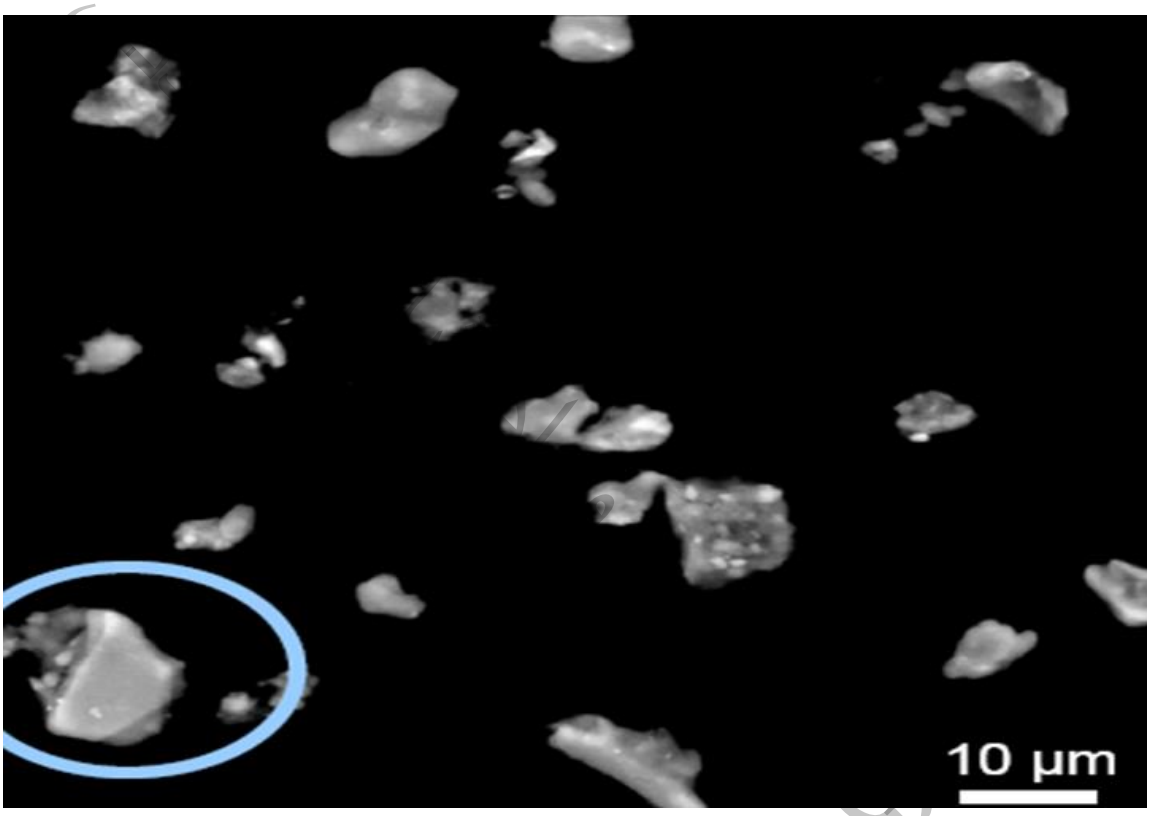
همچنین سعی شده تا در این طرح یک ساختار مدیریتی برای اینگونه وقایع چندبعدی تعریف شود تا در پایان چشم‌اندازی از برنامه‌های اجرایی و نوع تخصیص بودجه به نهادهای مختلف نیز ترسیم شود.

[1] هرچندکه در گذشته نیز هرگاه وقایع خاص و ناگهانی رخ داده باشد، پیامد آن انقراض گونه‌ها و تغییر ماهیت بخش‌های وسیعی از سطح زمین و جوامع انسانی بوده است، مانند طوفان بزرگ در زمانی حدود ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ سال پیش و البته وقایع بزرگ‌تری در تاریخ دورتر زمین.

۲-کلیات

۲-۱-ریزگرد

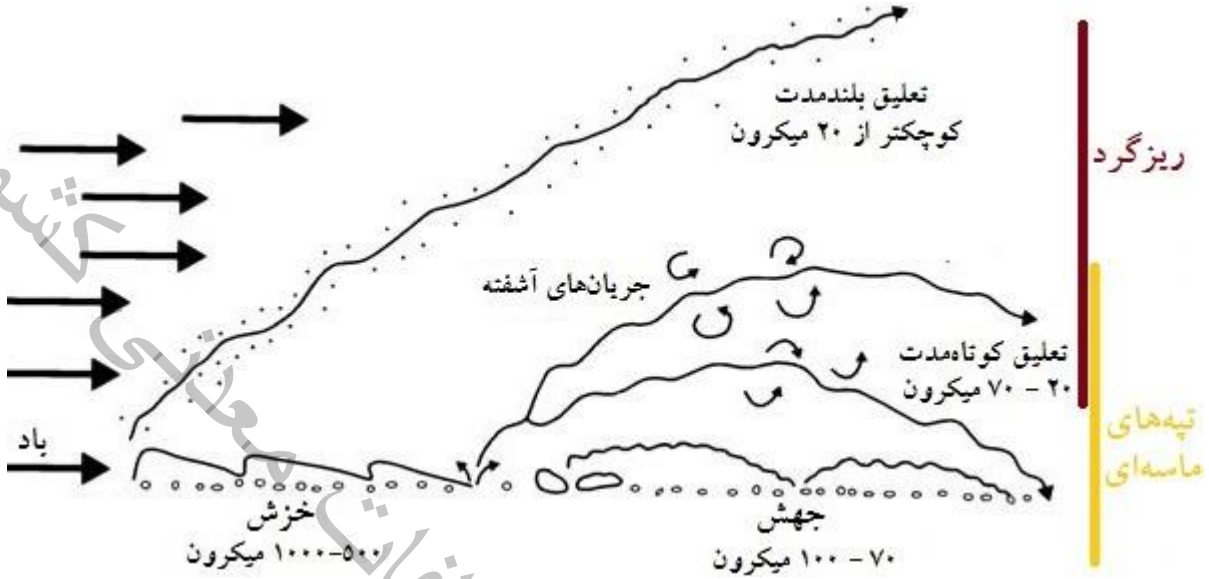
مواد جامد و یا مایع معلق در هوا را ریزگرد می‌گویند. ذرات ریزگرد قطر متفاوتی از ۰/۰۱ تا ۱۰۰ میکرون (۰/۱ میلی‌متر) دارند (Ahmadi 2015). درحالیکه ذرات بزرگ تر از ۱۰ میکرون معمولا مدت زیادی در هوا نمی‌مانند و به سرعت رسوب می‌کنند، ریزگردهایی که مسافت‌های طولانی چند هزار کیلومتری را طی می‌کنند معمولا قطری کمتر از ۱۰ و حتی ۵ میکرون دارند (شکل ۱).



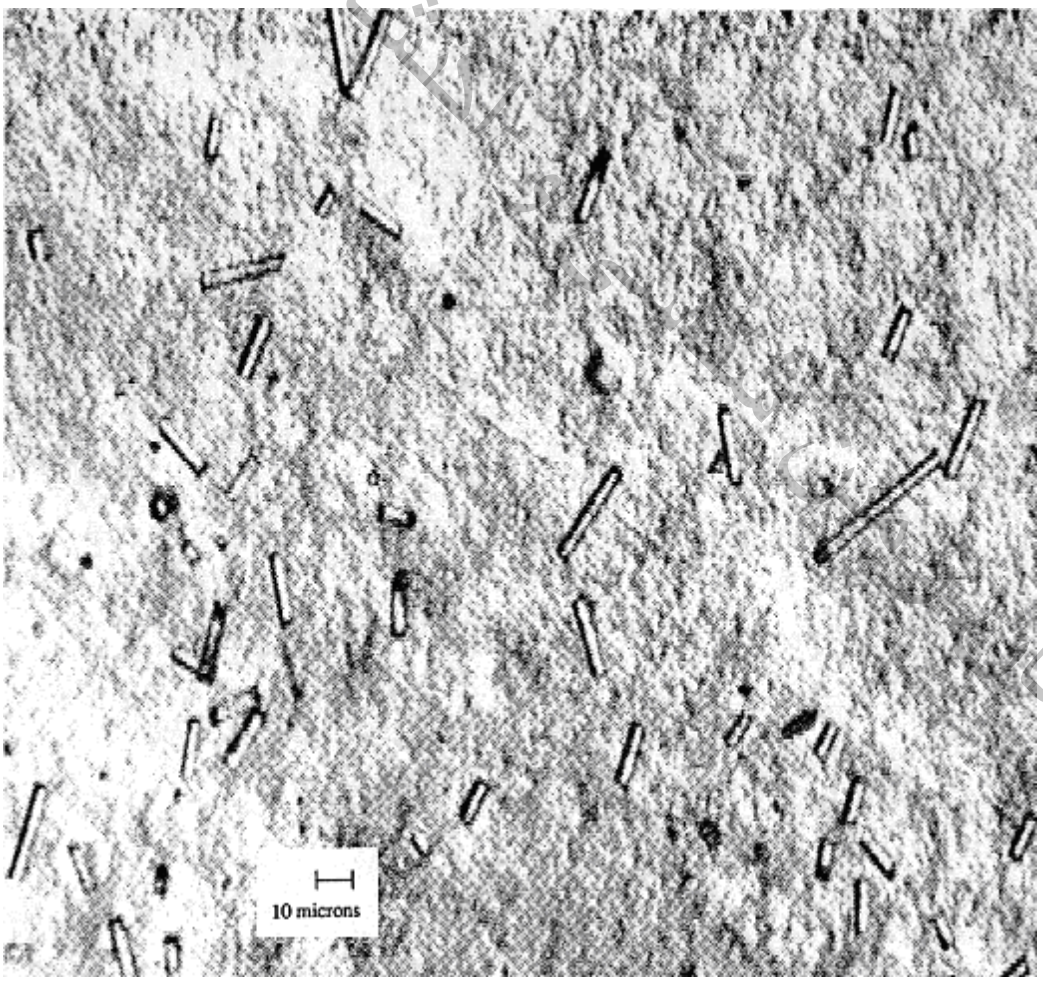
شکل ۱ اندازه و شکل عمومی ذرات ریزگرد

از منظر طبقه‌بندی‌های مرسوم در مجموعه علوم زمین، موضوع ریزگرد از زیرمجموعه‌های مباحث فرسایش و رسوب (فرسایش بادی) می‌باشد. فرسایش بادی از سه مرحله برداشت، حمل و رسوبگذاری تشکیل شده (احمدی ۱۳۸۸) که در هر سه مرحله مواردی نظیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مورفولوژیکی ذرات رسوب و ویژگی‌های سیال هوا و همچنین تاثیر متقابل این دو بر یکدیگر بررسی می‌شود. زمانی که باد با سطح زمین حساس به فرسایش برخورد می‌کند، ذرات با سه حالت به حرکت درمی‌آیند که حالت تعلیق ذره منجر به بروز پدیده ریزگرد می‌شود (شکل ۲). البته باید درنظر داشت که آنچه به عنوان ریزگرد در هوا

به ویژه در مناطق شهری و صنعتی وجود دارد ترکیبی از غبار، دوده، بخار آب و سایر آلاینده‌های محیطی است (Ahmadi 2015).



شکل ۲ نوع حرکت ذرات سطوح حساس به فرسایش بادی براساس قطر ذره (Lancaster 2005)

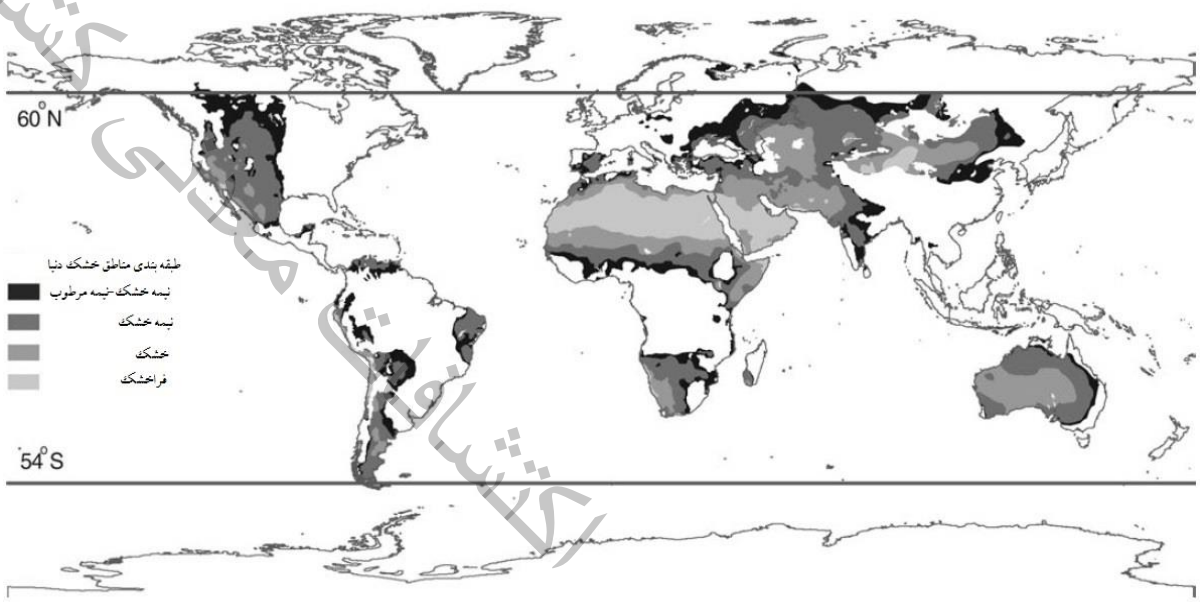


شکل ۳ ذرات فیبری شیشه‌ای موجود در هوای شهرها (Ahmadi 2015)

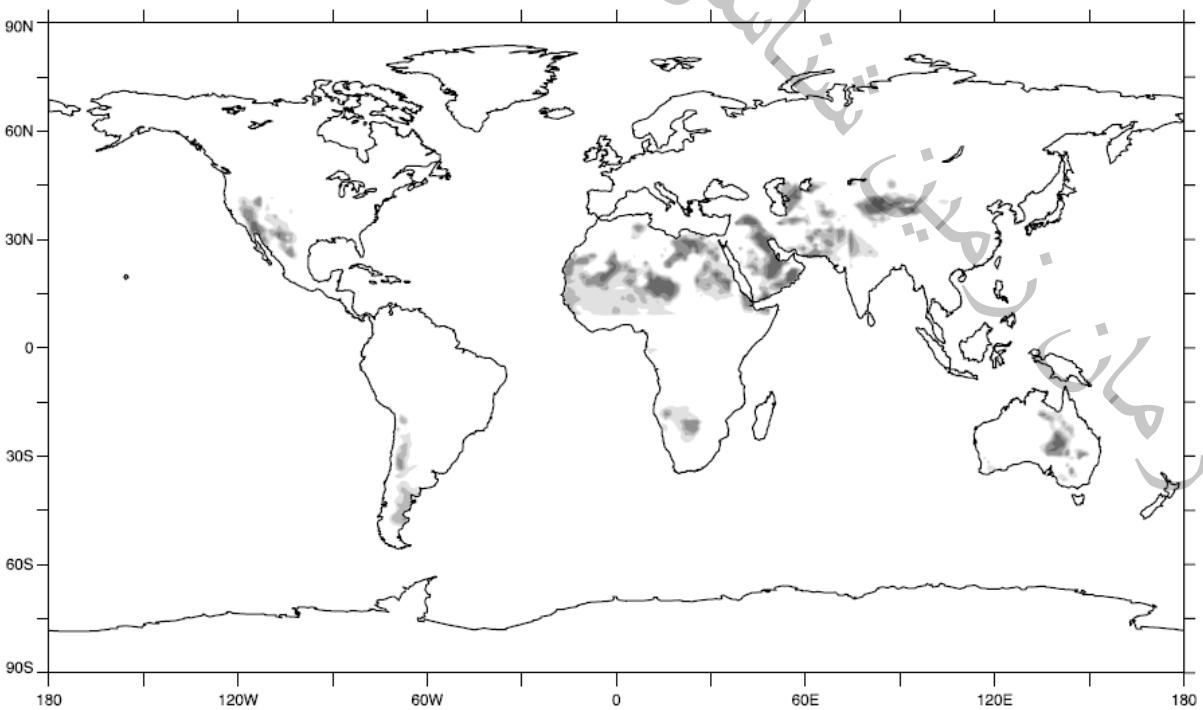
۲-۲-پراکنش جغرافیایی کانون‌ها

۲-۲-۱- پراکنش جهانی

به طور طبیعی، سطوح هموار، خشک، بدون پوشش و پوشیده از رسوبات ریزدانه ناپیوسته، مناطق مستعد تولید ریزگرد هستند. به همین دلیل نقشه‌ها و اطلس‌های پراکنش جغرافیایی وقوع ریزگرد هم‌پوشانی بالایی با مناطق خشک و بیابانی دنیا دارند (شکل ٤ و ٥).



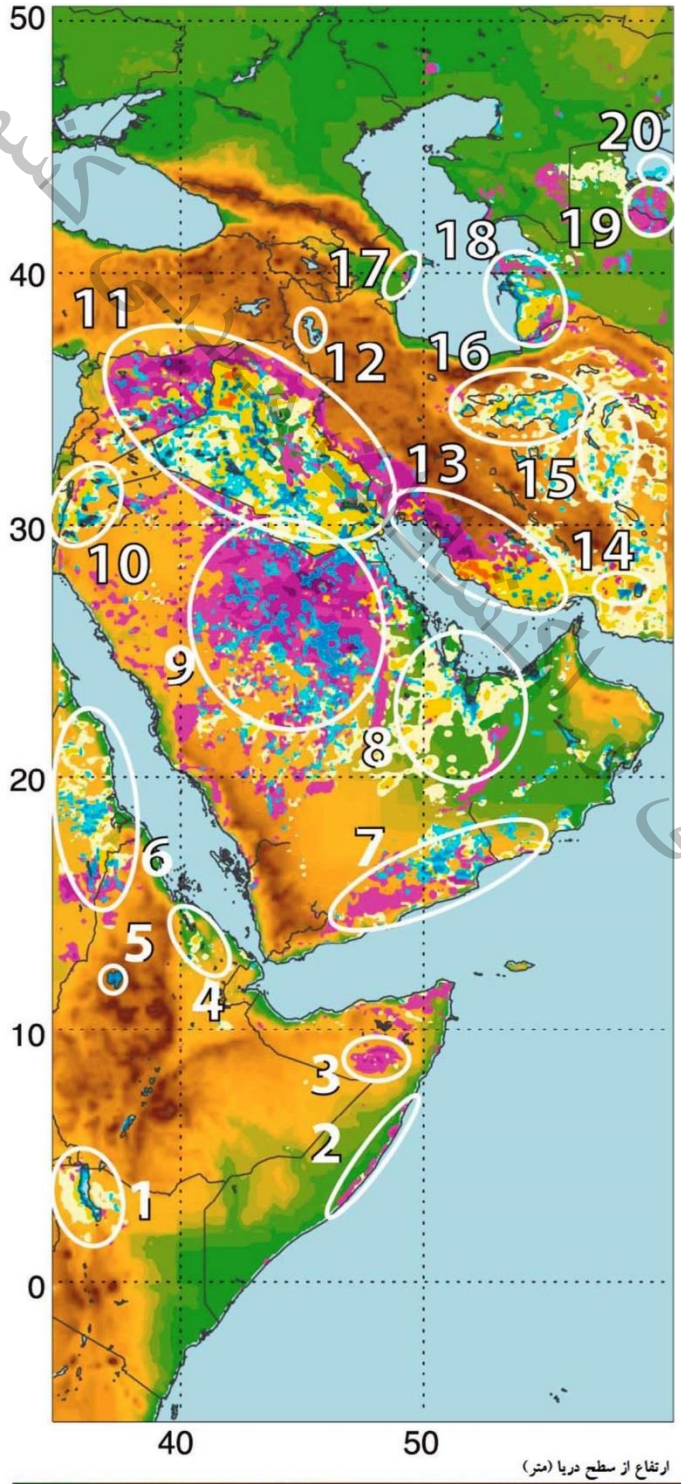
شکل ٤ گسترش جغرافیایی مناطق خشک (Millennium Ecosystem Assessment 2005)



شکل ٥ پراکنش جغرافیایی کانون‌های جهانی انتشار ریزگرد (Prospero et. al., 2002)

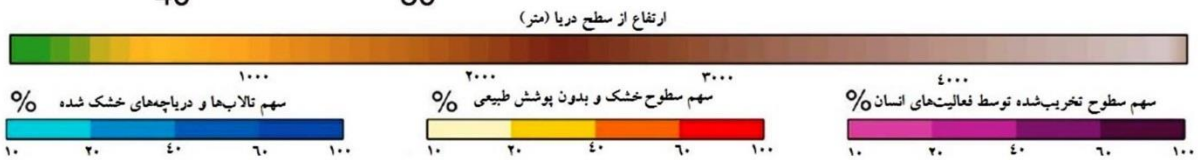
۲-۲-۲- پراکنش منطقه‌ای

چنانکه در شکل ۵ دیده می‌شود، ایران و به طور کلی خاورمیانه در کمربند کانون‌های جهانی انتشار ریزگرد واقع شده‌اند. شکل ٦ پراکنش کانون‌های منطقه‌ای را به تفکیک نوع سطح زمین در این منطقه نشان می‌دهد.



شکل ٦ پراکنش جغرافیایی کانون‌های منطقه-ای انتشار ریزگرد (Ginoux et. al., 2012)

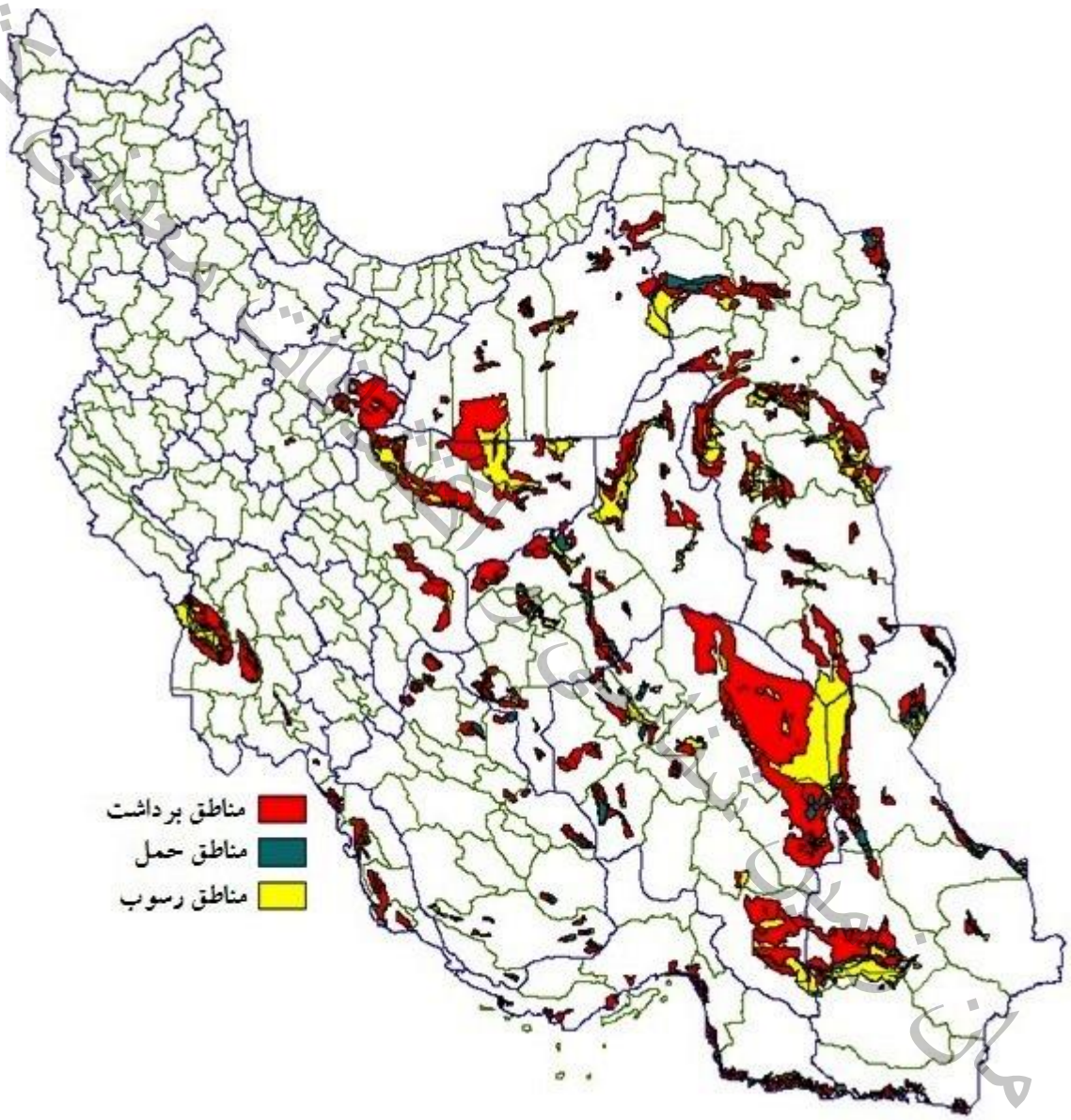
۱: بیابان چلبی کنیا
۲: بیابان ساحلی سوالی
۳: بیابان نگال سومالی
٤: بیابان دناکیل اتیوپی
٥: دریاچه تانا اتیوپی
٦: شمال‌شرق سودان
۷: حضرالموت یمن
۸: ربع الخالی
۹: عربستان
۱۰: حوضه رود اردن
۱۱: بین‌النهرین
۱۲: دریاچه ارومیه
۱۳: بیابان‌های ساحلی ایران
١٤: دریاچه هامون
١٥: بیابان لوت
١٦: دشت کویر
١٧: قوبوستان جمهوری آذربایجان
١٨: دلتای اترک در ترکمنستان
١٩: دشت توران ازبکستان
٢٠: دریاچه آرال



۲-۲-۳-پدیده ریزگرد در ایران

- مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی و منشاءهای داخلی

ریزگرد یکی از محصولات فرسایش بادی است. در سال ۱۳۸۲ سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری نتایج مطالعه شناسایی مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی را منتشر کرد (شکل ۷).

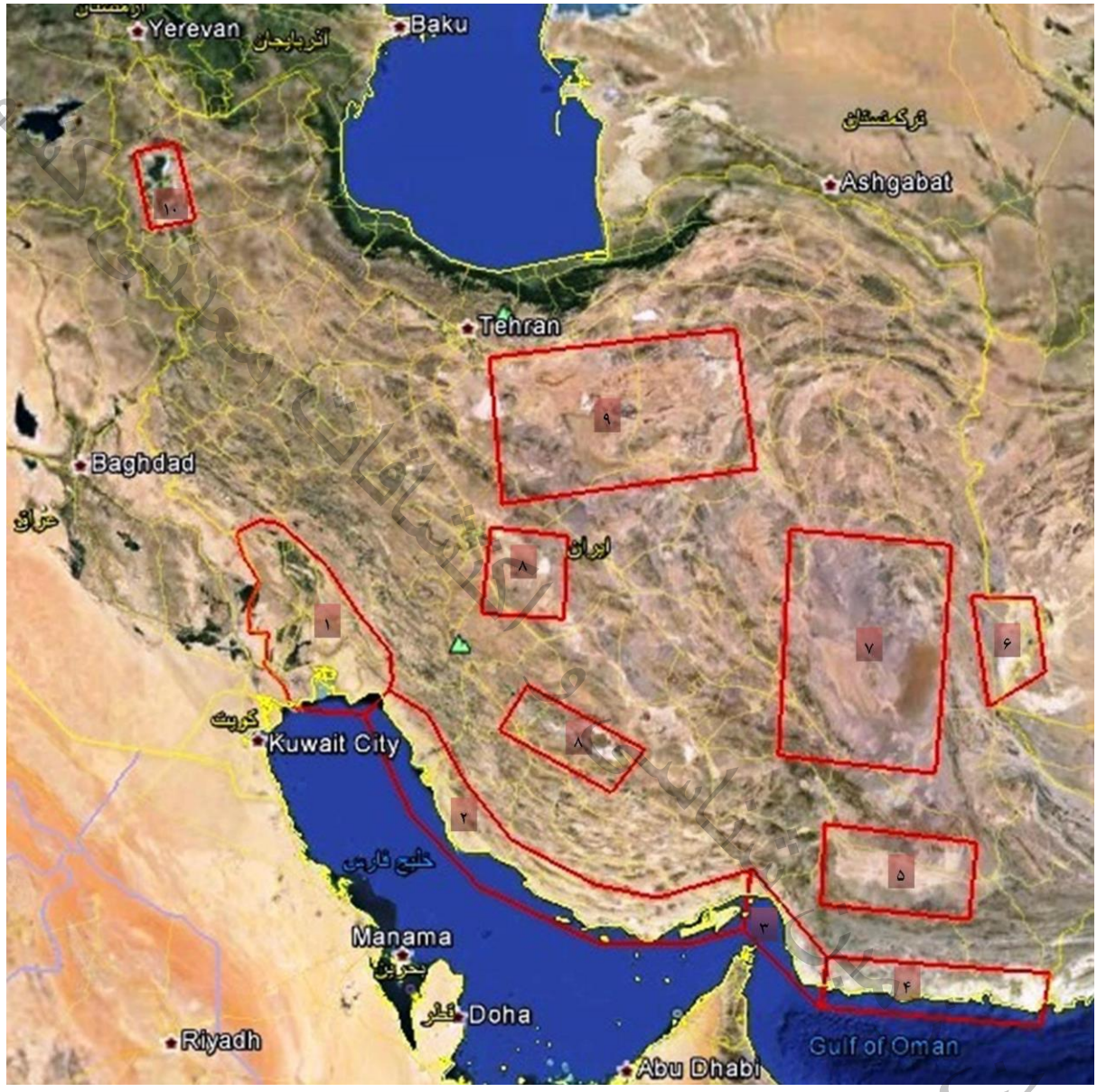


شکل ۷ مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی در سطح کشور (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری ۱۳۸۲)

مناطق برداشت: ۱۲۷۰۱۳٦٦(٦٤٪) مناطق حمل: ۱۹۰۹۵۳۹(۱۰٪) مناطق رسوب: ۵۰٦۲۵۰۹ (۲٦٪)

نتایج این تحقیق نشان داد که تا آن زمان ١٦٤ منطقه تحت تاثیر فرسایش بادی در سطح کشور با مساحتی بالغ بر ۱۹ ملیون هکتار یا ۱۲٪ از سطح کشور وجود داشت که ٦٤٪ آن را مناطق برداشت دربر گرفته بود.

این مناطق به صورت ذاتی استعداد تولید ریزگرد را نیز داشتند که عمدتا شامل بستر خشکرودها در دشت-ها، مخروط‌افکنه‌ها، دلتاها و اراضی کشاورزی رها شده بودند. شکل ۸، مناطق ده‌گانه مطالعاتی ریزگرد را در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور نشان می‌دهد.



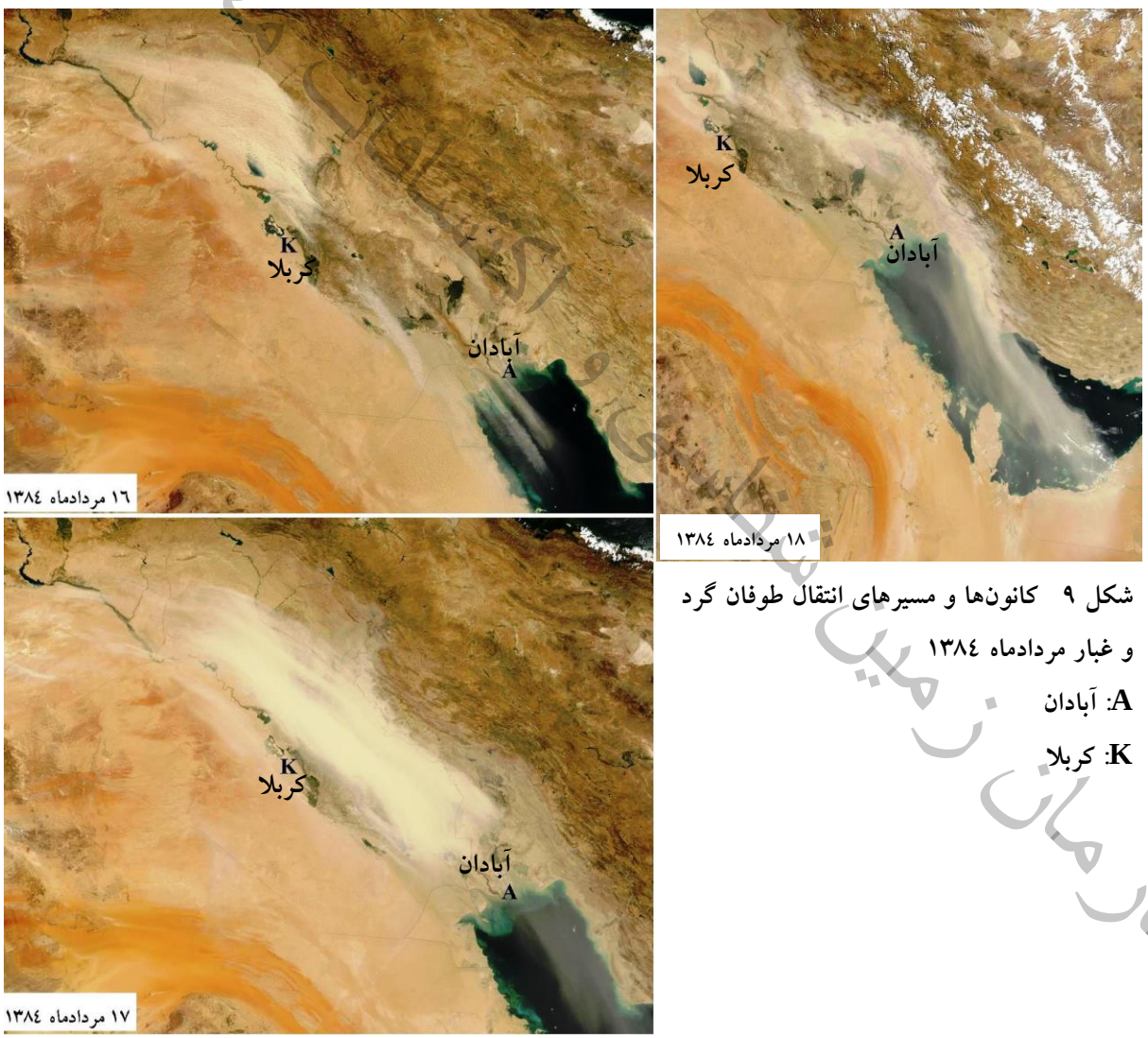
شکل ۸ مناطق ده‌گانه مطالعاتی ریزگرد را در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۱: خوزستان ۲: سواحل خلیج فارس ۳: تنگه هرمز ٤: سواحل مکران ٥: جازموریان

٦: هامون ۷: لوت ۸: ایران مرکزی ۹: دشت کویر ۱۰: دریاچه ارومیه

۲-۲-٤- منشاءهای خارجی و مسیرهای انتقال به داخل کشور

هرچند که تا اوایل دهه ۸۰ هجری شمسی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در حافظه تاریخی ساکنین استان-های بیابانی کشور به ویژه سیستان و بلوچستان، کرمان و جنوب خوزستان از گذشته ثبت شده بود ولی از آن زمان به بعد بود که پدیده ریزگرد به شکل امروزی آن، سطوح گسترده‌ای از مناطق جنوب‌غرب، غرب و مرکزی کشور را فراگرفت. این اتفاقات نشان از تغییر روند گذشته و تشدید وقوع این پدیده در اثر گسترش کانون‌های داخلی و به ویژه خارجی داشتند. یک سری از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به ماهواره آکوا ناسا[1] (سنجنده مودیس[2]) مربوط به سال‌های ۱۳۸٤ تا ۱۳۹۳ که برای این گزارش انتخاب شده‌اند، تصویر روشن-تری از کانون‌های خارجی تولید ریزگرد و مسیرهای انتقال آن را به کشور نشان می‌دهند (شکل ۹ تا ۱۹).

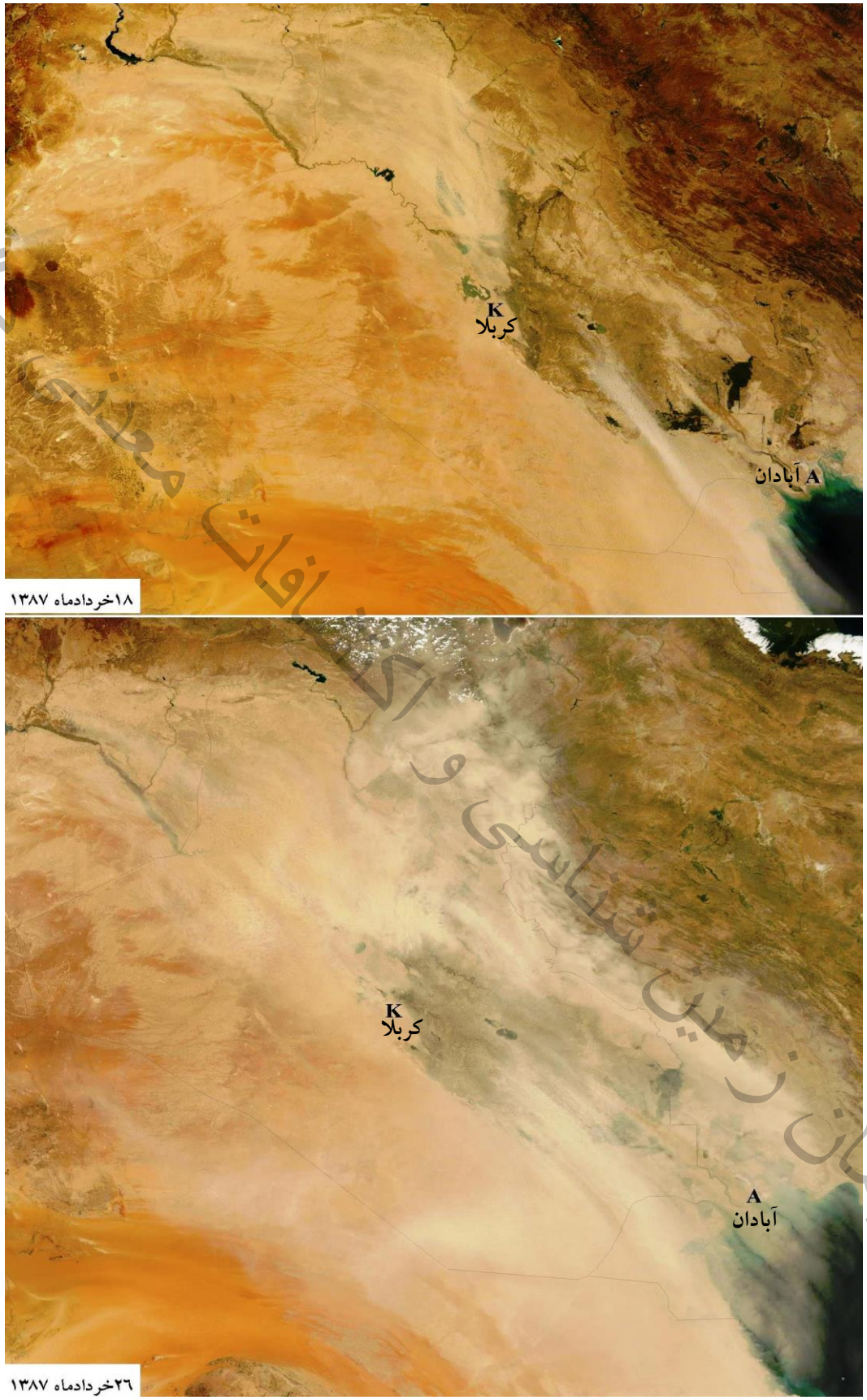


شکل ۹ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار مردادماه ۱۳۸٤

A: آبادان

K: کربلا

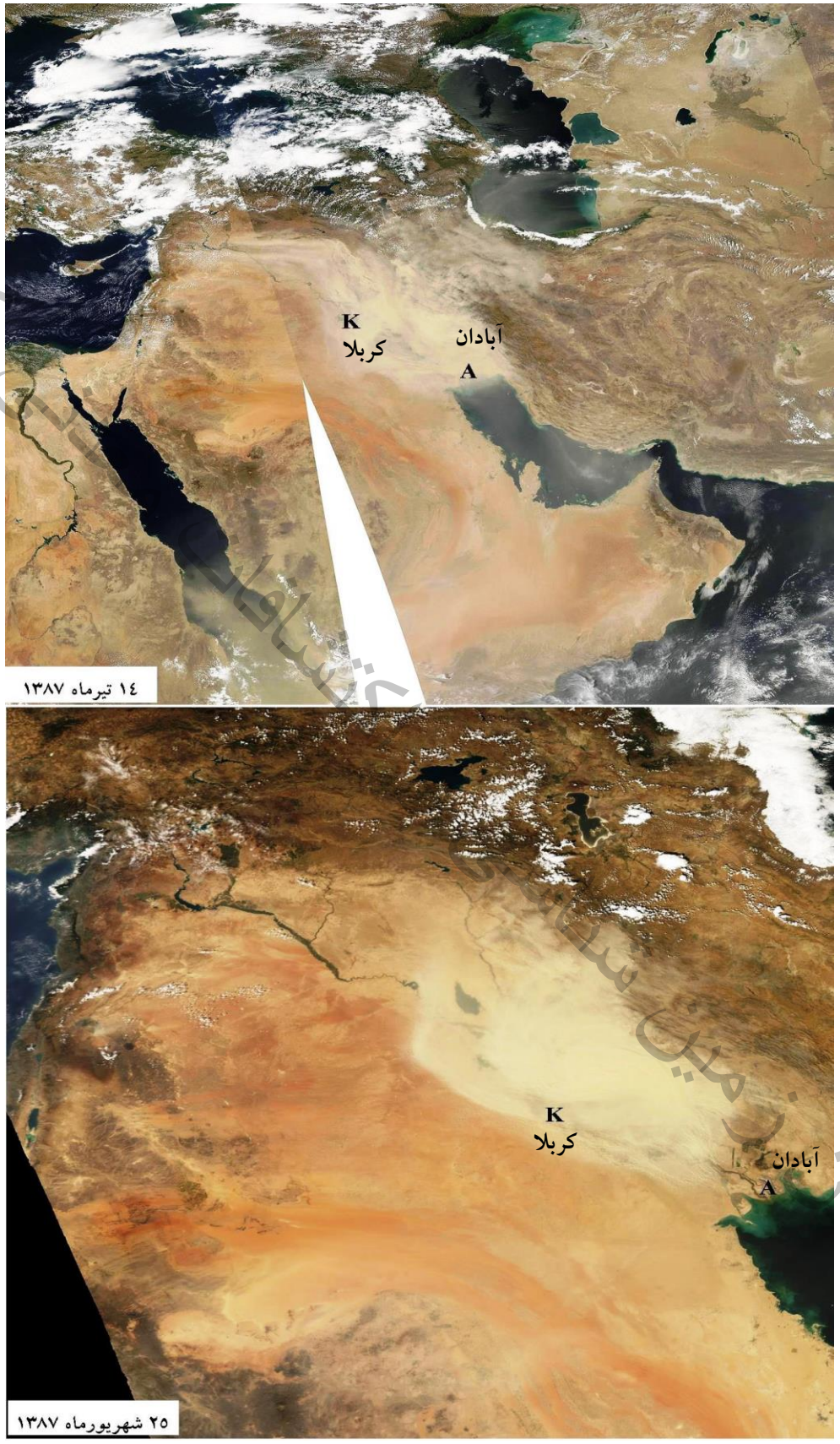
[1] NASA's Aqua Satellite
[2] Moderate Resolution Imaging Spectrora diometer (MODIS)



شکل ۱۰ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار خردادماه ۱۳۸۷

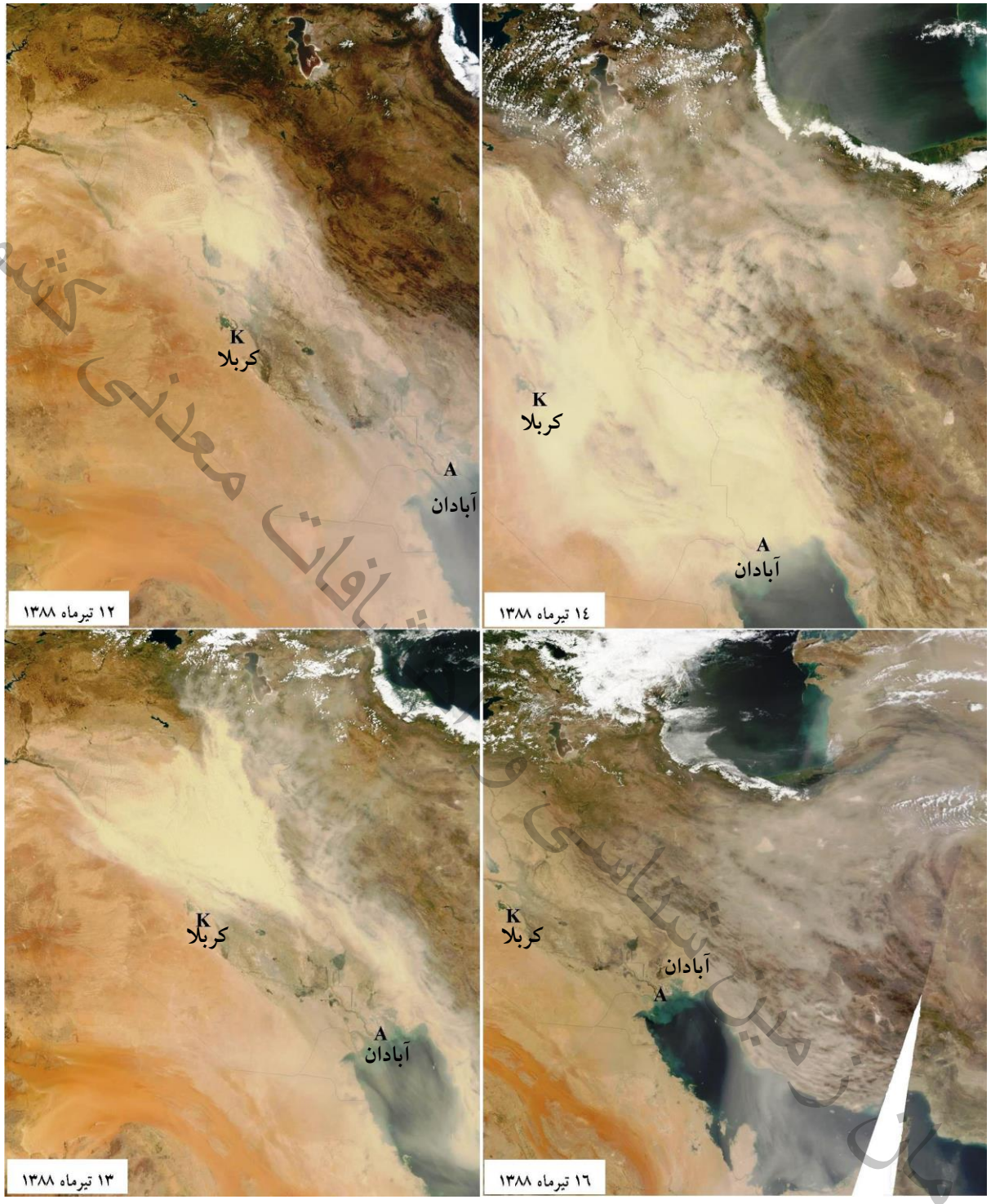
A: آبادان K: کربلا

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



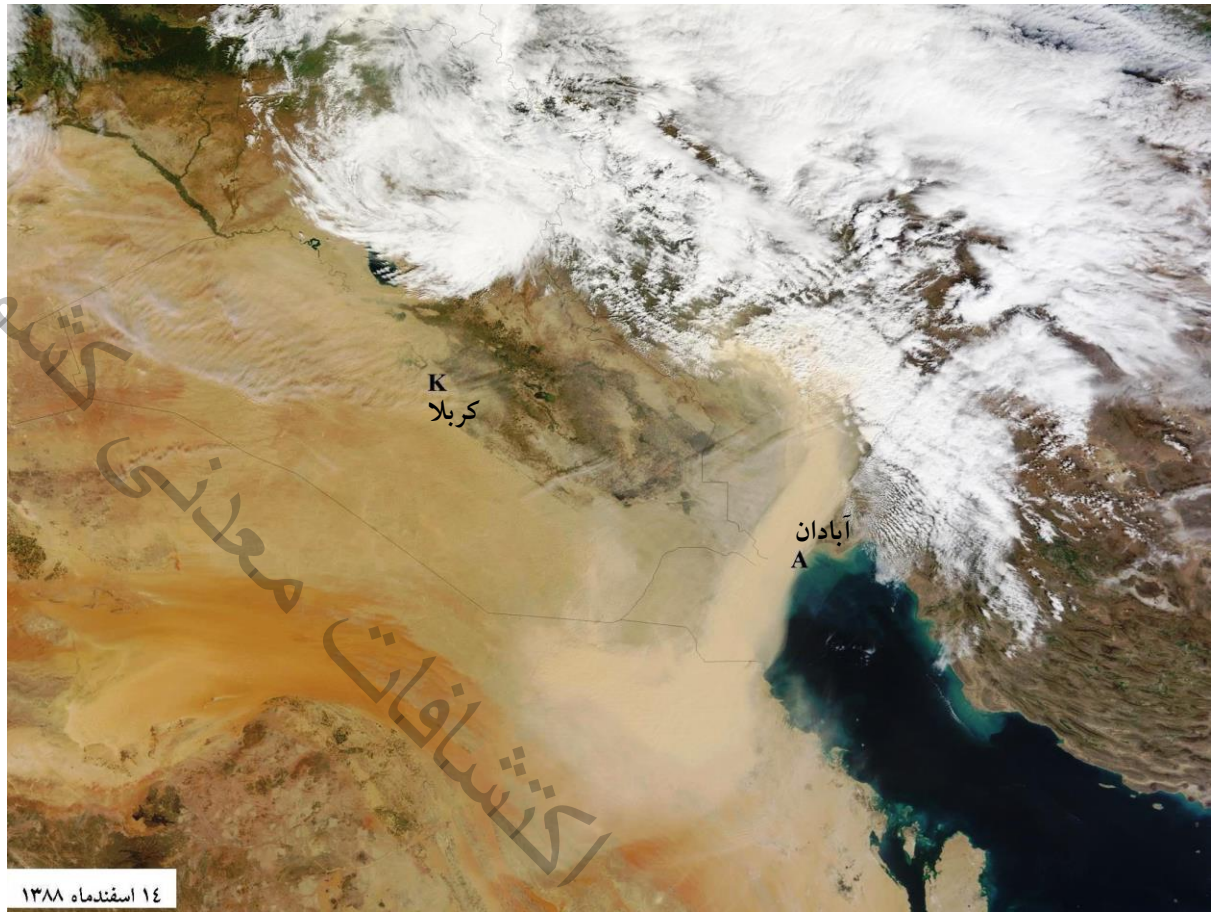
شکل ۱۱ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار تیرماه و شهریورماه ۱۳۸۷

A: آبادان K: کربلا



شکل ۱۲ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار تیرماه ۱۳۸۷

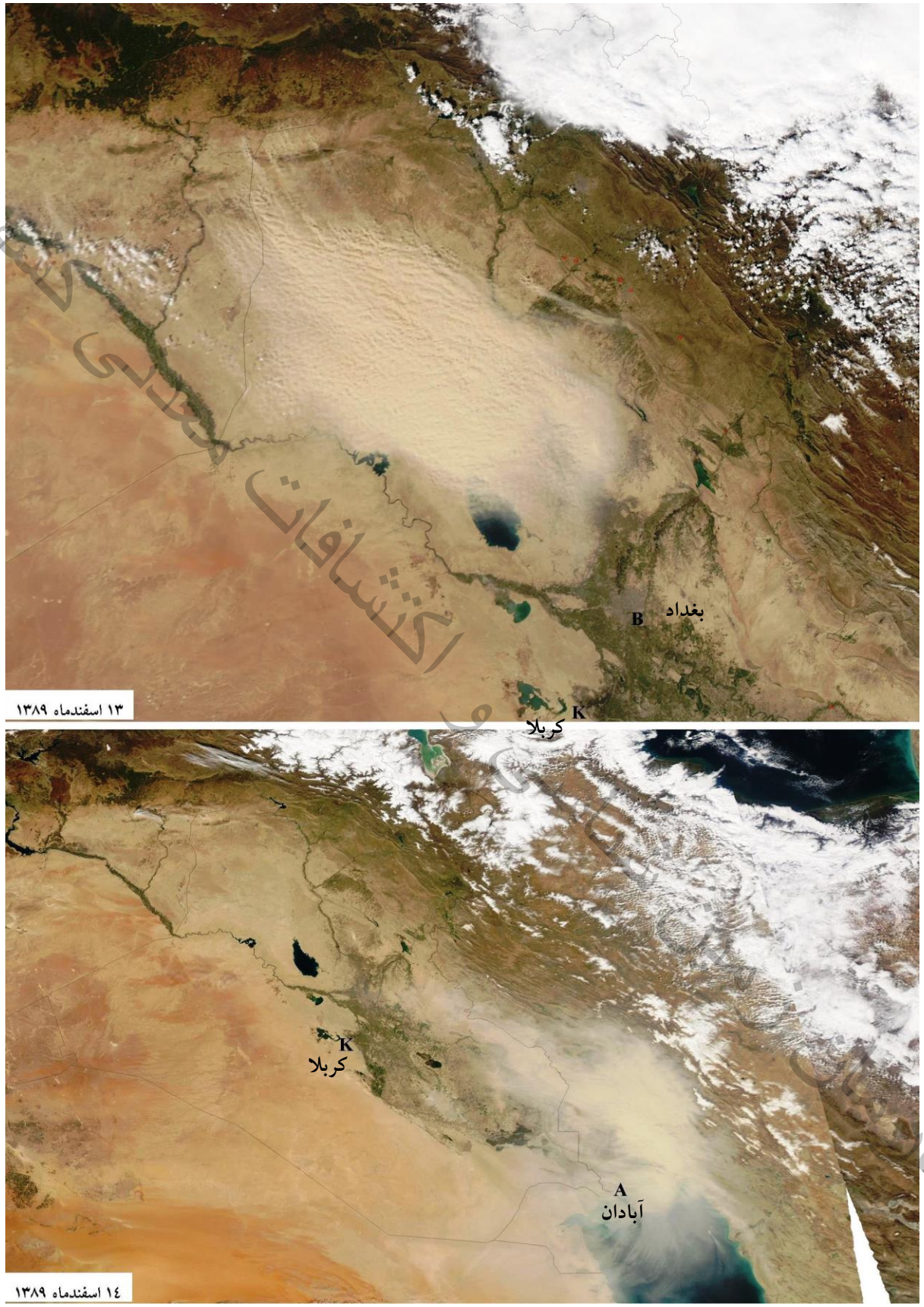
A: آبادان K: کربلا



شکل ۱۳ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار اسفندماه ۱۳۸۸

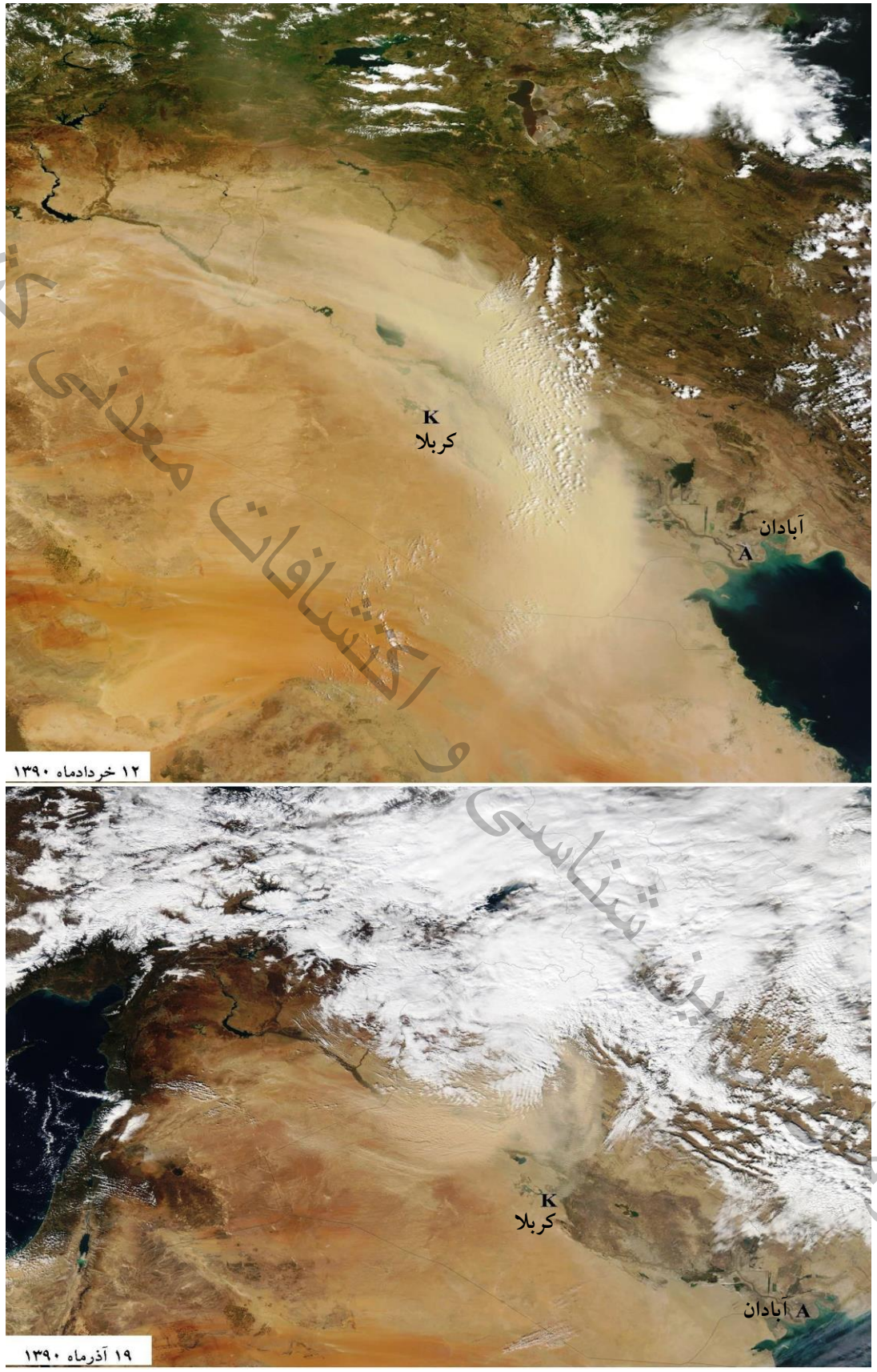
A: آبادان K: کربلا

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



شکل ۱٤ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار اسفندماه ۱۳۸۹

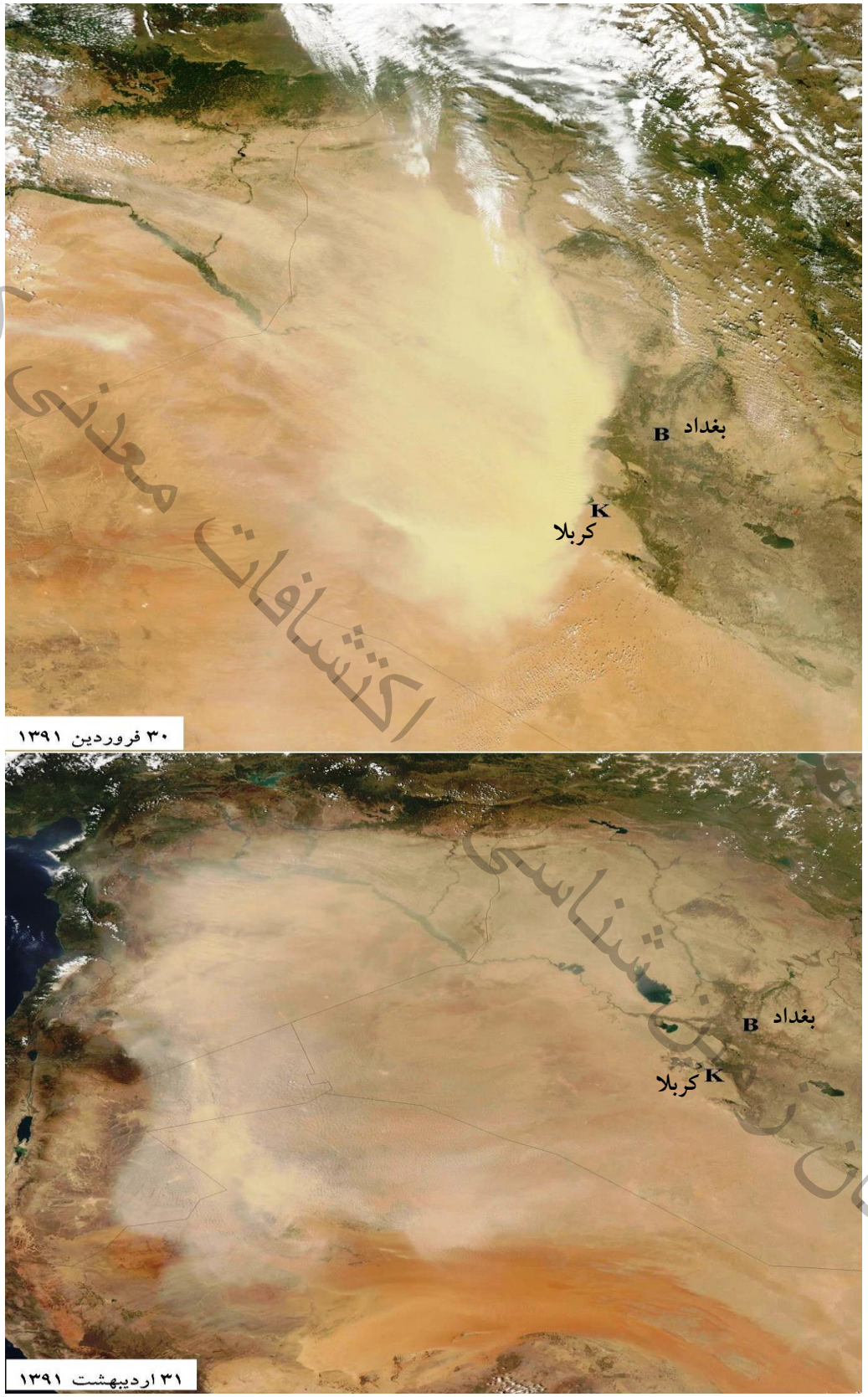
A: آبادان B: بغداد K: کربلا



شکل ۱۵ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار خردادماه و آذرماه ۱۳۹۰

A: آبادان K: کربلا

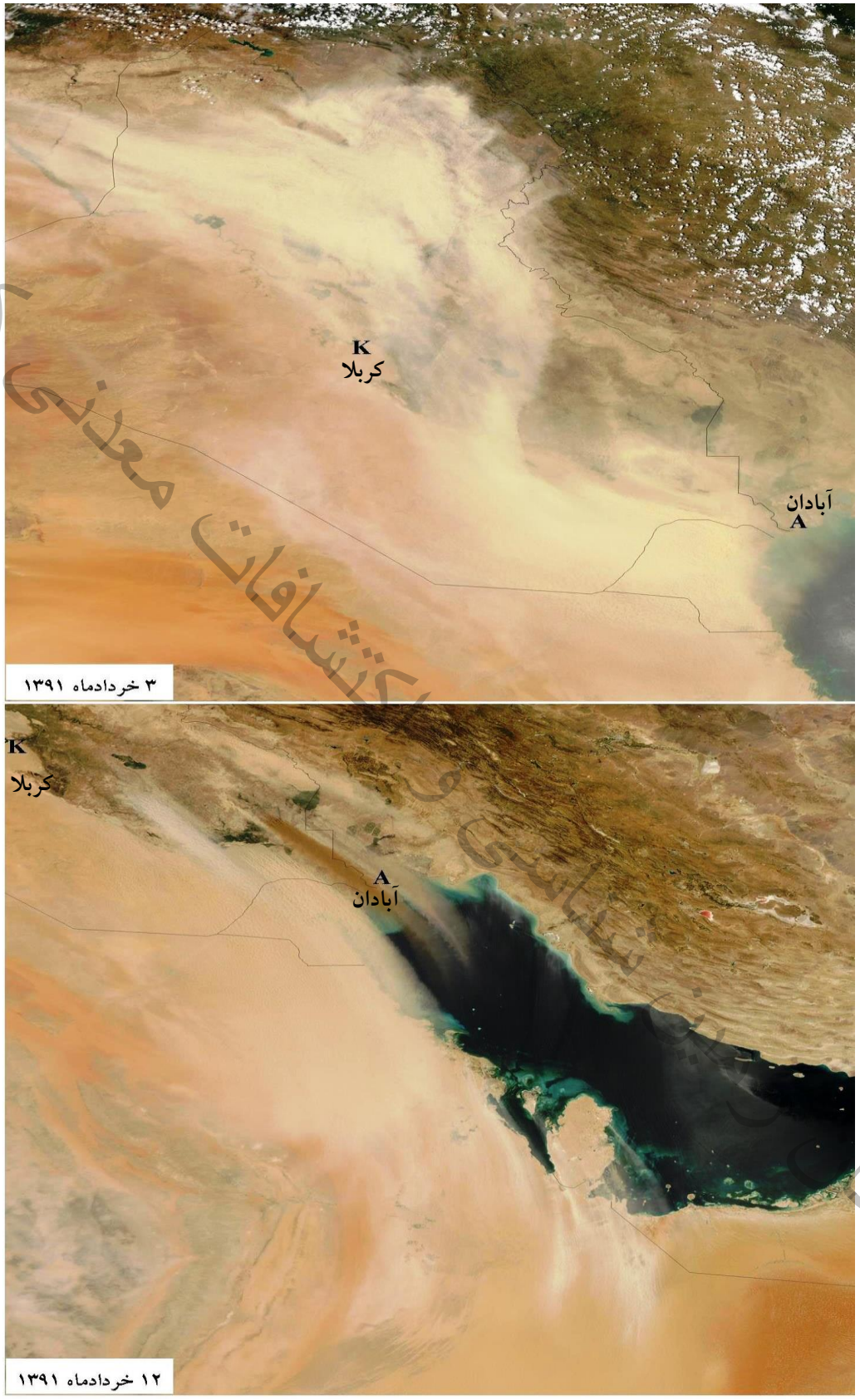
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



شکل ۱۶ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار فروردین و اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۱

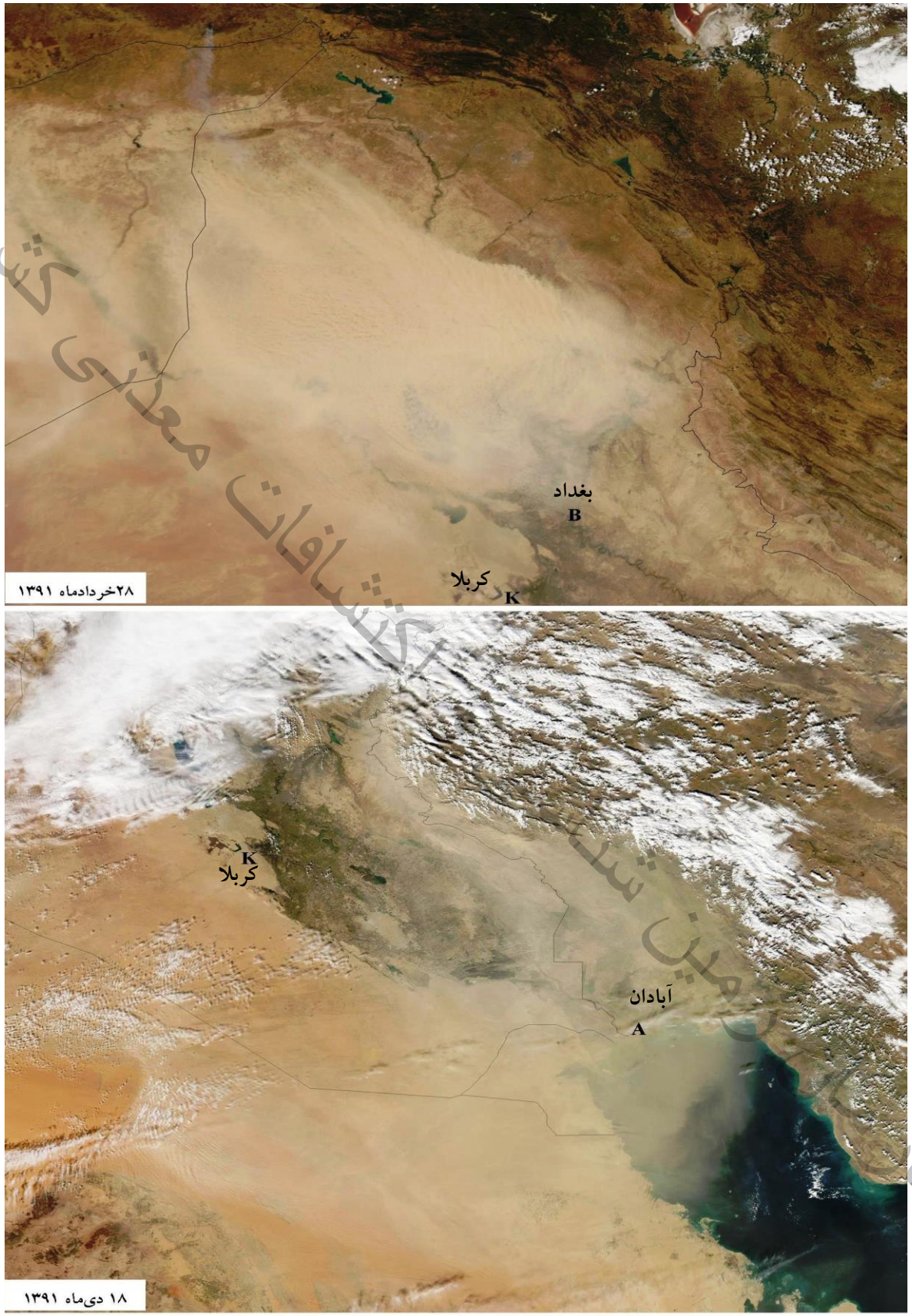
B: بغداد K: کربلا

سازمان زمین شناسی اکتشافات معدنی کشور



شکل ۱۷ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار خردادماه ۱۳۹۱

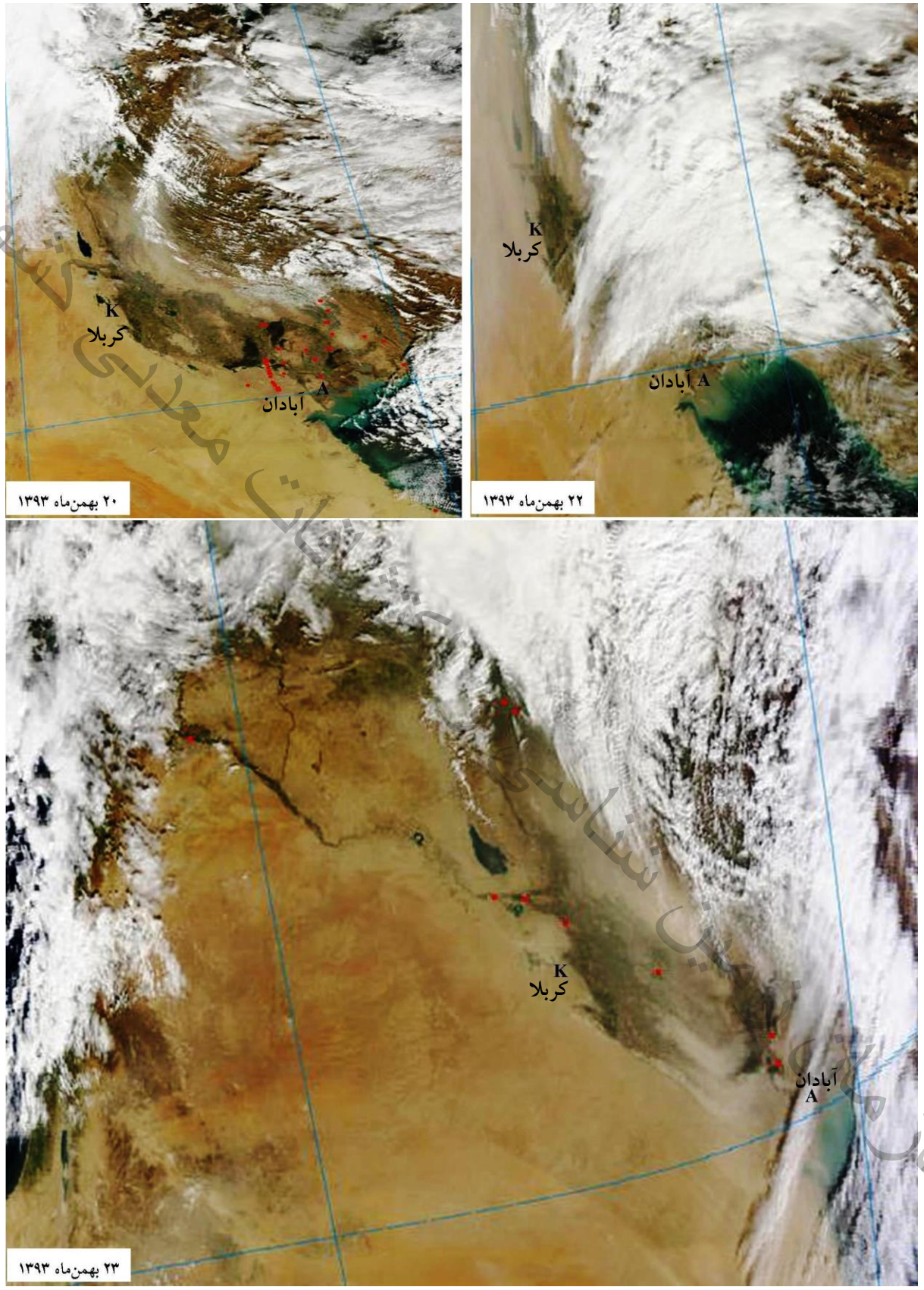
A: آبادان K: کربلا



شکل ۱۸ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار خردادماه و دی‌ماه ۱۳۹۱

A: آبادان B: بغداد K: کربلا

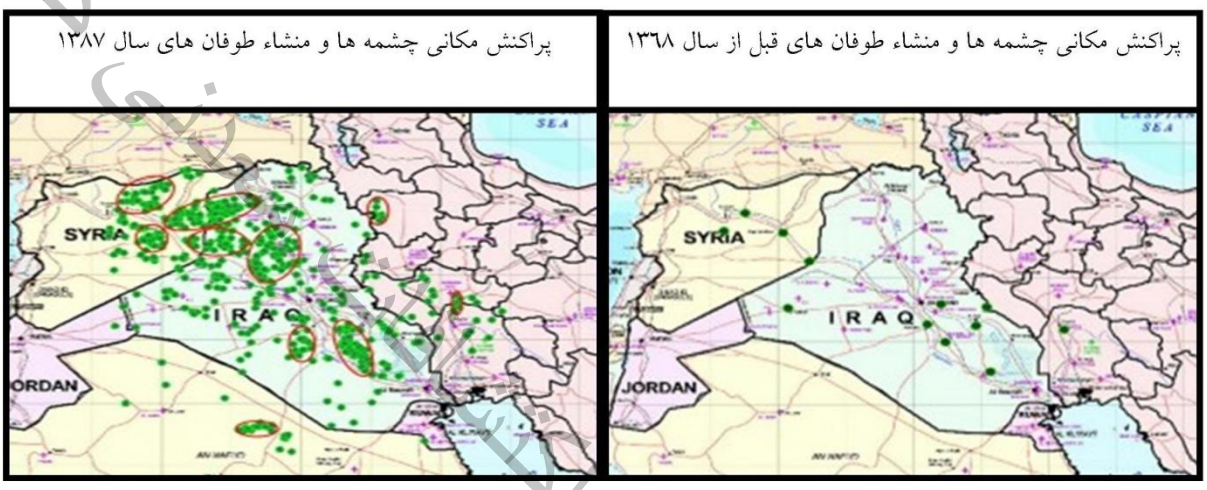
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



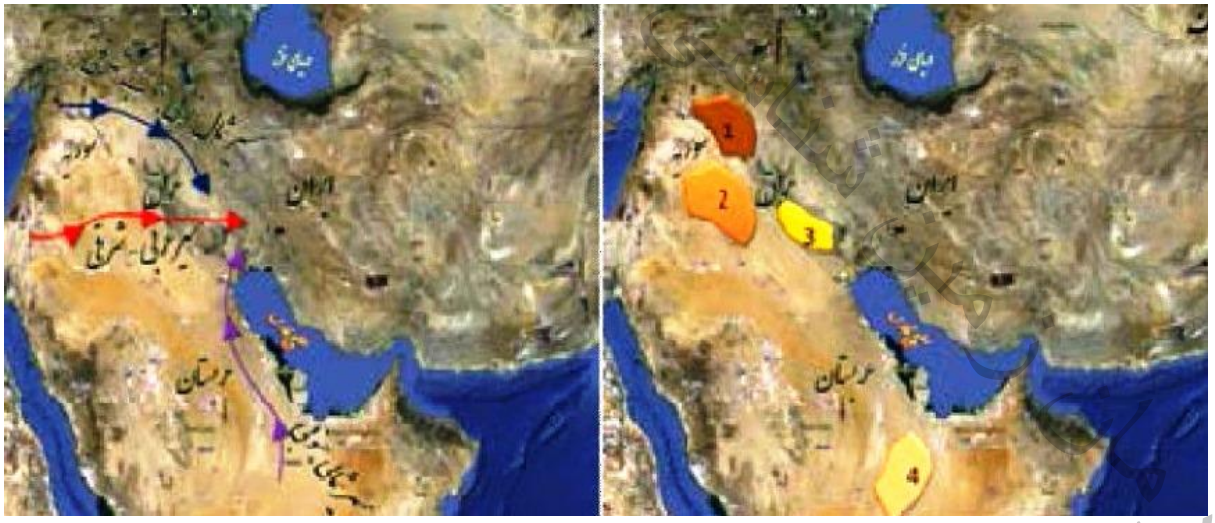
شکل ۱۹ کانون‌ها و مسیرهای انتقال طوفان گرد و غبار بهمن‌ماه ۱۳۹۳

A: آبادان K: کربلا

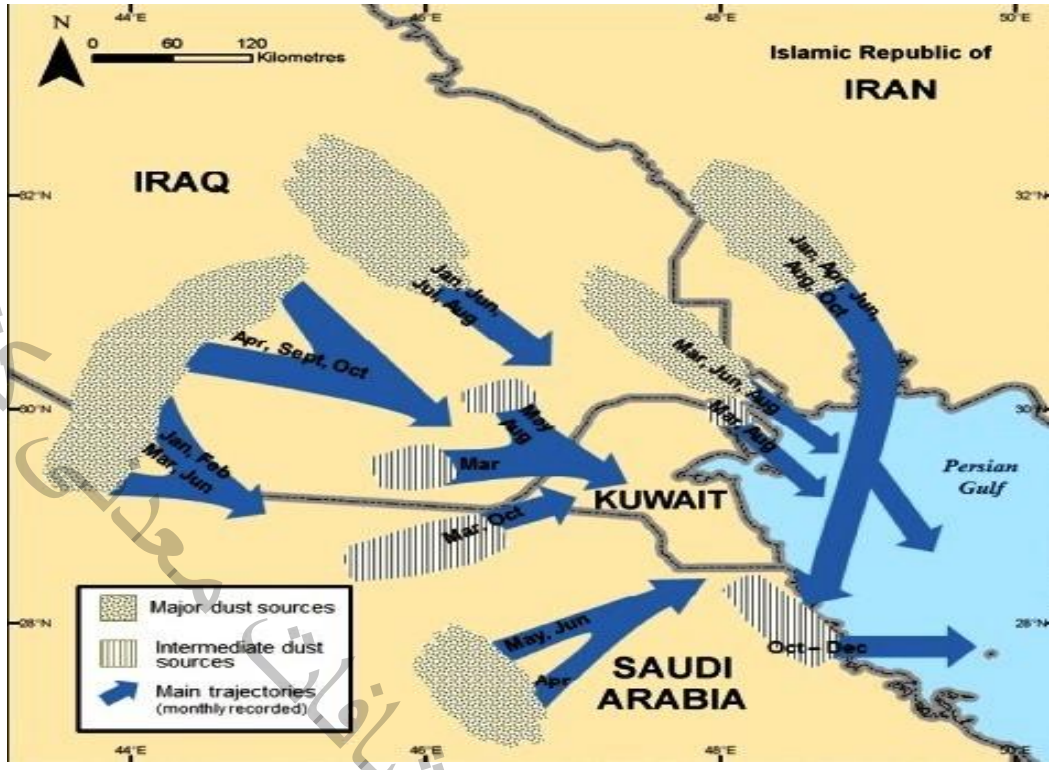
تکرار وقوع پدیده ریزگرد سبب شد تا مراکز مختلف علمی، پژوهشی و اجرایی داخلی و بین المللی به فراخور دامنه تخصصی خود، مجموعه‌ای از مطالعات را در این زمینه انجام دهند. اما به دلیل عدم امکان دسترسی به مناطق فرامرزی برای انجام مطالعات میدانی، تحلیل‌های انجام شده در این مطالعات بیشتر مبتنی بر داده‌های دورسنجی است. در شکل‌های ۲۰ تا ۲۶ نتایج برخی از این مطالعات در قالب نقشه‌های نهایی ایشان ارائه شده است.



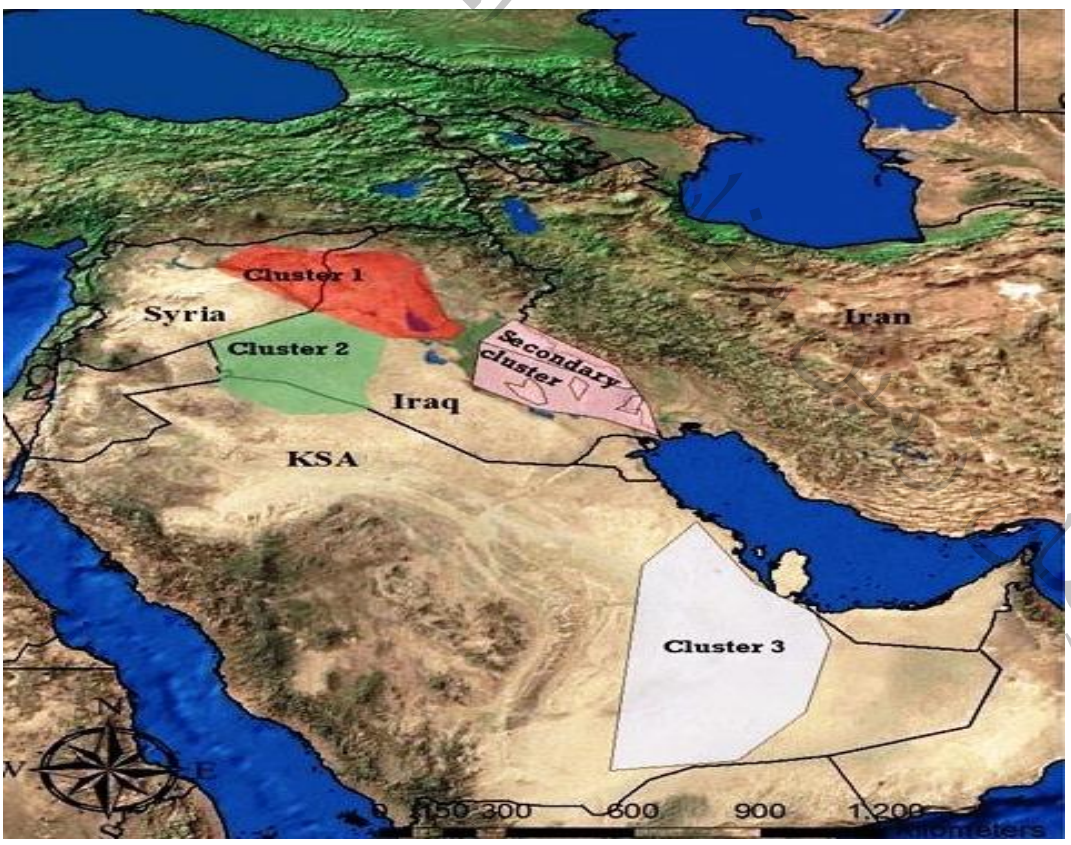
شکل ۲۰ گسترش چشمه های غبار در عراق و سوریه (جلالی ۱۳۸۸)



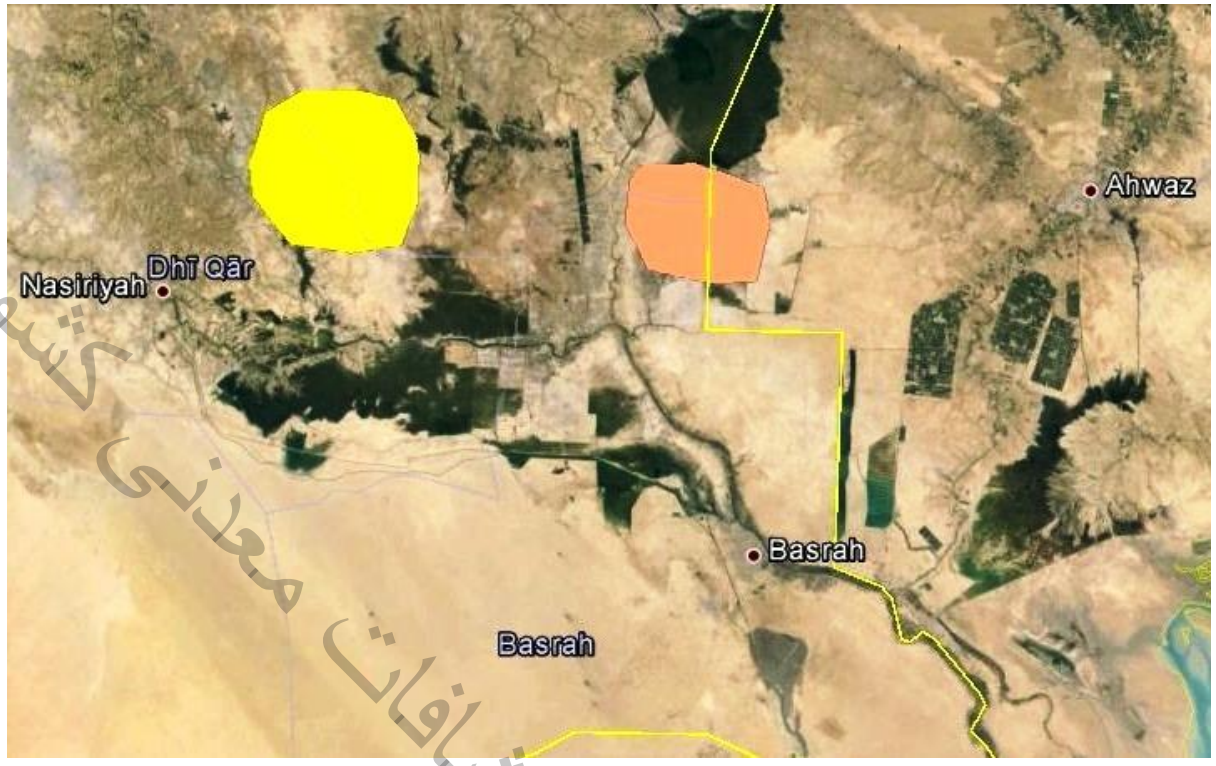
شکل ۲۱ کانون های اصلی گرد و غبار (راست) و مسیرهای انتقال گرد و غبار از کانون‌ها به غرب ایران (میری ۱۳۹۰ به نقل از درویشی خاتونی و لک ۱۳۹۳)



شکل ۲۲ مسیر حرکت بادهای منطقه غرب خلیج فارس در ماه های مختلف سال
(Al-Dousari and Al-Awadhi 2012 به نقل از درویشی خاتونی و لک ۱۳۹۳)



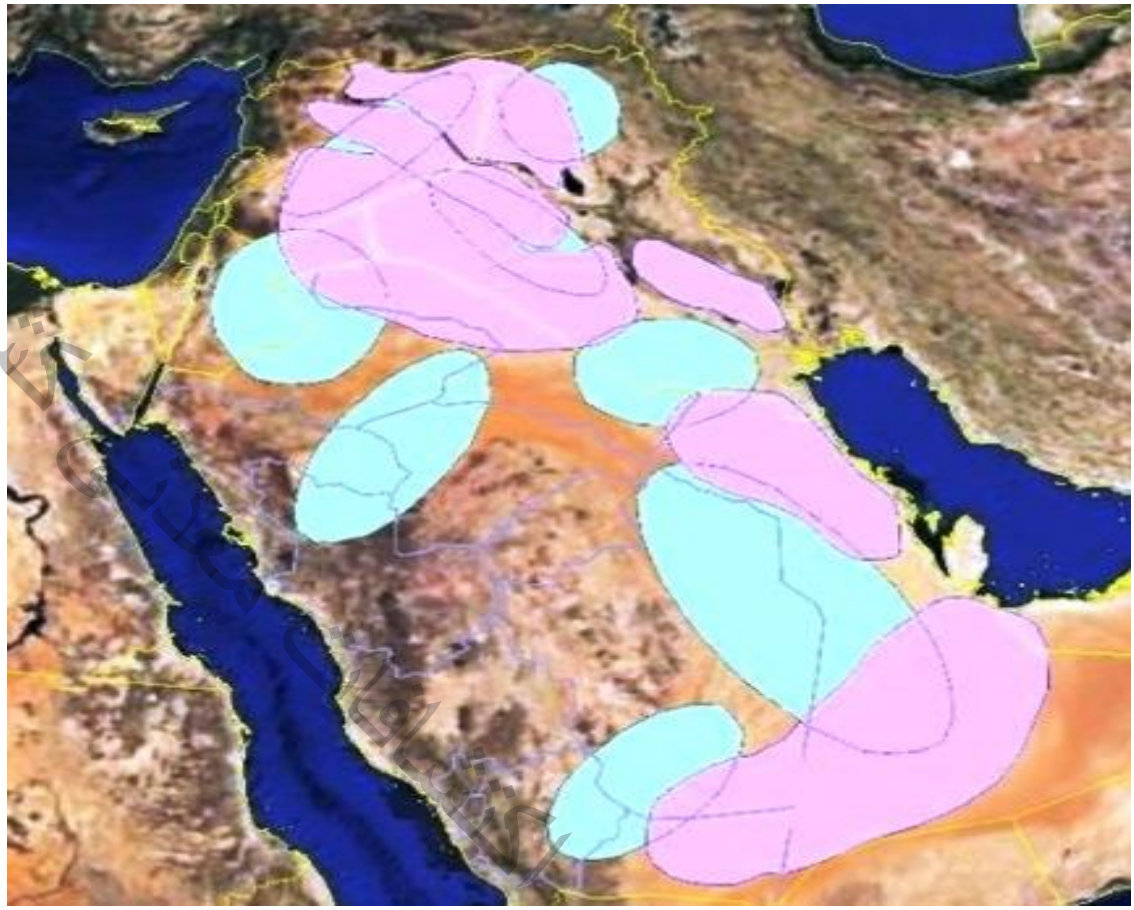
شکل ۲۳ خوشه کانونهای گرد و غبار واقع در کوریدور طوفان های گرد و غبار غرب آسیا
(پژوهشکده بین المللی ژئوانفورماتیک دانشگاه تهران ۱۳۹۲)



شکل ۲٤ موقعیت مناطق منشا غبار در جنوب بین‌النهرین (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ۱۳۹۳)

شکل ۲۵ منشا غبار های واده به خوزستان به ترتیب اولویت (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ۱۳۹۳)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



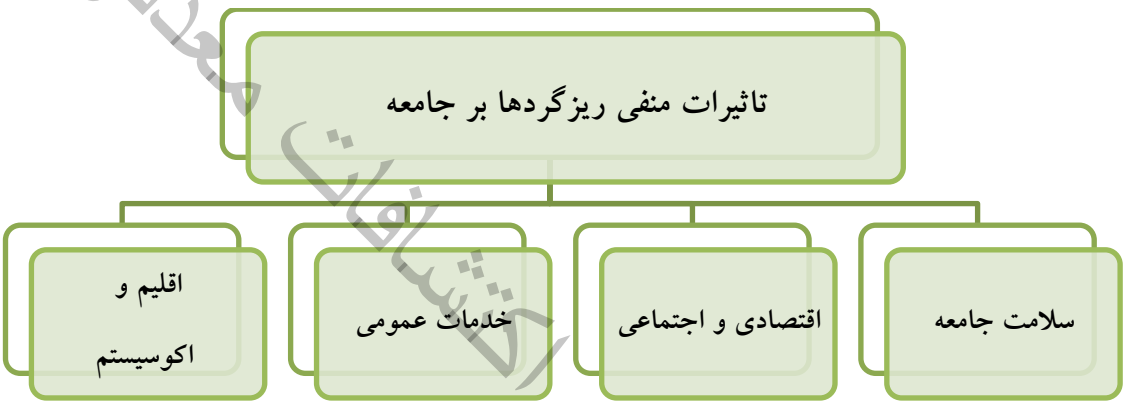
شکل ۲۶ تلفیق منشاءهای معرفی شده دو مطالعه(صورتی: Samadi 2011 و سبز: احمدی بیرگانی ۱۳۹۲)

مساحت بالغ بر یک ملیون کیلومتر مربع

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۲-۳-آثار ریزگرد

اگر همه وقایع کنار هم کنار هم گذاشته شود، شاید باز هم نتوان به این سوال پاسخ مشخصی داد که پدیده ریزگرد از چه زمانی کشور را تحت تاثیر خود قرار داد و به یک بحران زیست محیطی تبدیل شد. این طبیعت بطئی وقوع پدیده‌های طبیعی بزرگ مقیاس زمین است که مانع آن می‌شود تا بتوان زمان مشخصی را برای شروع و حادث شدن آنها مشخص کرد. ولی یک واقعیت وجود دارد و آن هم اینست که ریزگردها بخش‌های وسیعی از کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این تاثیرات علاوه بر بروز مسائل زیست‌محیطی، سلامت جامعه، منابع و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را نیز تحت شعاع خود قرار می‌دهند (نمودار ۱) و همه دولت‌ها ناگزیر از چاره جویی برای آنها می‌باشند.



نمودار ۱ تاثیرات منفی ریزگردها در جامعه

۲-۳-۱- سلامت جامعه

وقوع پدیده ریزگرد و تهاجم ذرات ناسازگار با سیستم ایمنی بدن منجر به بروز بیماری های آلرژیک، قلبی- تنفسی، پوستی و بسیاری دیگر از انواع بیماری های خطرناک در افراد جامعه می شود. به دلیل اندازه بسیار کوچک و به تبع آن فراگیر بودن این ذرات در یک منطقه، خطر بروز بیماری های فوق در تمامی رده-های سنی و آحاد جامعه وجود دارد. اتفاقات سال گذشته نشان داد که حتی در صورت بارندگی توام با ریزگرد، هزاران نفر از افراد ساکن در مناطقی که در مواجهه مستقیم با ریزگردها قرار داشتند در اثر مشکلات تنفسی، ریوی و قلبی راهی بیمارستان‌ها شدند. گذشته از درد و رنج بیمارانی که در اثر ریزگردها به بیمارستان‌ها مراجعه می‌کنند هر سال میلیون‌ها تومان هزینه درمان و دارو و نگهداری این بیماران می‌شود. این‌ها در صورتی است که بیماران به طور کامل درمان شوند وگرنه تاثیر درازمدت این ریزگردها بر سلامت شهروندان موضوعی جداگانه است که هزینه‌های جبران نشدنی بر سلامت جسم و روح شهروندان برجای خواهد گذاشت.

شکل۲۷ تاثیر ریزگرد بر سلامت جامعه

در این زمینه دبیر اجرایی کنگره سالیانه متخصصان داخلی ایران[۱] در مصاحبه با خبرنگار دانشنامه پزشکی، درمورد عوارض ریزگردهای شهر تهران، با بیان اینکه آلاینده های مختلف مانند ریزگردها موجب فیبروز ریه می‌شود در این زمینه هشدار دادند. به گفته یکی از متخصصین مغز و اعصاب[۲] در کشور میزان مرگ و میر را در افرادی که بیماری زمینه ای ریوی و قلبی- عروقی دارند، افزایش می دهد. به گفته وی ریزگردها در افراد سالم میتواند موجب تنگی نفس، سرفه، ترشحات خلطی، گرفتگی صدا و حتی سینوزیت شود و در افرادی که بیماریهای زمینه ای مانند آسم دارند، باعث تشدید بیماری شده و در مواردی منجر به بستری شخص می شود. دولت و سازمان محیط زیست باید راهی برای معضل مذکور در نواحی غربی کشور و همچنین در نواحی مانند سیستان و بلوچستان پیدا کنند چون بدون شک ریزگردها یکی از معضلات زیست محیطی برای سلامتی مردم کشورمان هستند.

رئیس سازمان حفاظت محیط زیست در تاریخ سی بهمن ماه ۱۳۹۳ گفت: *"در سال ۱۳۹۲ تعداد ۲۲۲ هزار نفر به علت بیماری های تنفسی به مراکز درمانی استان (خوزستان) مراجعه کرده‌اند و حدود پنج برابر این میزان نیز به صورت سرپایی به اورژانس های بیمارستان‌ها مراجعه و به صورت سرپایی مداوا شدند. در سال‌های گذشته آمار افزایش ۲۵ درصدی مراجعات بیماران تنفسی به مراکز درمانی اعلام شده بود اما اخیرا این آمارها مسکوت مانده است.*

[۱] کیوان الچیان
[۲] دکتر بابک قرایی مقدم

در زمینه رشد آمار تصادفات در هوای غبار آلود بدلیل کاهش دید رانندگان، اطلاعات رسیده نشان از این دارد که میزان تصادفات شهری افزایش داشته است. هنوز آماری از میزان افزایش تصادفات جاده‌ای نداریم. زیرا به گفته مدیر روابط عمومی دانشگاه علوم پزشکی اهواز در این باره، آمار مراجعات بیماران محرمانه است و فقط اداره کل بحران استان می‌تواند آن را اعلام کند."

رییس کمیته ایمنی شورای اسلامی شهر تهران[۱]، در جریان بررسی دوفوریت طرح مطالعاتی مقابله با ریزگردها گفت: *"امروزه این پدیده تهدید کننده سلامت شهروندان و محیط زیست به شمار می آید و برای مقابله با آن باید به راهکار های اجرایی و سریع دست یافت. وی ادامه داد: این پدیده مختص به یک منطقه جغرافیایی از کشور نیست به طوریکه امروزه ۸ استان به طور مستقیم با این پدیده درگیر هستند. آباد افزود: ٤ سال پیش (سال ۲۰۱۱) بود که از میان ۱۱۰۰ شهر جهان اهواز آلوده ترین شهر از نظر ریزگرد ها معرفی شد حال آنکه امسال سازمان حفاظت از محیط زیست این موضوع (ریز گردها) را ٦٦ برابر استاندارد جهانی دانسته است."*

رئیس مرکز اورژانس و فوریت‌های پزشکی استان خوزستان[۲] در تاریخ ۱۱ بهمن ماه ۱۳۹۳ در مصاحبه با ایلنا گفت: *"تماس با اورژانس اهواز به دلیل آلودگی هوا ۳۰ درصد افزایش داشته است. با توجه به آلودگی هوای اهواز در چند روزهای اخیر تعداد تماس با اورژانس حدود ۳۰ درصد افزایش داشته است. وی تصریح کرد: البته به دلیل اطلاع‌رسانی های زیادی که صورت گرفته بود، این میزان افزایش داشتیم و در غیر این صورت این آمار افزایش چشم‌گیری داشت.*
همچنین در پی وقوع طوفان های ریزگرد در منطقه و کاهش دید رانندگان وقوع تصادفات جاده ای نیز دور از انتظار نیست. تصادف زنجیره ای در استان خوزستان در تاریخ ۲۱ بهمن ماه ۱۳۹۳ تنها نمونه ای از حوادث مشابهی است که تهدید کننده سلامت و امنیت جانی ساکنین این مناطق است."

مدیر کل حفاظت محیط زیست استان قم[۳]، در تاریخ ۱۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ و در گفتگو با خبرنگار مهر اظهار داشت: *"امروز با گسترش روزافزون ریزگرد و گرد و غبار ناشی از عدم مدیریت منابع آب، تخریب محیط زیست، تغییر اقلیم و جانمایی نامناسب صنایع و مراکز خدماتی و نیز فعالیت‌های انسانی، هوای شهرهای بزرگ و سلامت عمومی جامعه به شدت تهدید می‌شود."*

مدیرکل حفاظت محیط زیست قم عنوان کرد: *"مدیریت منابع آب استان و حوضه آبخیز، احیا و گسترش پوشش گیاهی، مدیریت محیط زیست شهری و آموزش عمومی، اطلاع رسانی و روشنگری‌ها با تأکید بر نقش رسانه‌ها از جمله راهکارهای مقابله با پدیده ریزگردها و گرد و غبار است."*

---

[۱] معصومه آباد
[۲] شهریار میرخشتی
[۳] محمودعلی رکنی

شکل۲۸ تصادف جاده شوشتر – اهواز ۲۰/۱۱/۱۳۹۳

۲-۳-۲- اقتصادی و اجتماعی

جلگه خوزستان مهم‌ترین قطب کشارزی کشور است که نقش مهمی در تولید محصولات کشاورزی و همچنین به دلیل نزدیکی به عراق در ترکیب اقلام صادراتی ایران دارد. وجود رودخانه‌های متعدد و پرآب در این جلگه، نزدیکی به دریا و روابط دیرپای اقتصادی و تجاری خوزستان با کشورهای عراق و کویت همواره کشاورزی این استان را در جایگاه مهمی نشانده است. در ۸۵۰ هزار هکتار از زمین‌های کشاورزی این استان نزدیک به ۲ میلیون تن گندم، جو و ذرت در سال تولید می‌شود. ارزش گل و گیاهان زینتی این استان ۲۶ میلیارد تومان است که بخش مهمی از آن به کشورهای حاشیه خلیج فارس صادر می‌شود. در این استان ۵/۵ میلیون درخت خرما وجود دارد که سهم به سزایی در بازارهای صادراتی ایران دارد.

ظرفیت تولیدی کشاورزی این استان بیش از ۱۳ میلیون تن درسال انواع محصولات کشاورزی اعم از گندم، جو، محصولات جالیزی، سیر، پیاز، ذرت، حبوبات، خرما، مرکبات و گل و گیاه و زنبورداری است که بالاترین تنوع کشاورزی کشور را دارد و ارزش سالانه آن به میلیاردها تومان می‌رسد.

ضمن اینکه عمده محصولات این جلگه برخلاف بیشتر استان‌های دیگر کشت آبی و به علت هموار بودن عمدتا به کشت مکانیزه اختصاص داشته و اشتغال‌زایی بالایی نیز دارد.

به طور قطع ریزگردها بر کشاورزی گسترده این استان تاثیرات سوء فراوانی گذاشته است. براساس برآوردهای تایید نشده تا اسفندماه سال ۱۳۹۳ میزان ۶۰ درصد محصولات زراعی دزفول در اثر ریزگردها نابود شده و بر کشاورزی اهواز تا کنون بیش از ۵ هزار میلیارد تومان خسارت وارد شده است.

شکل۲۹ تاثیر ریزگرد بر کشاورزی

بنا به اظهار سخنگوی نظام صنفی کشاورزی اهواز و کارون تا اسفندماه سال ۱۳۹۳ به طور میانگین حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از محصولات کشاورزی این استان از بین رفته است. همچنین ریزگردها بر زندگی و تولیدمثل دام‌ها و تولید عسل زنبورها تاثیر منفی چشمگیری داشته که بررسی مستقلی روی آن انجام نشده است.

این‌ها سوای زیان‌هایی است که بر کشاورزی و جنگل‌های استان لرستان و ایلام وارد شده است. اما اخباری نیز از تاثیر بد ریزگردها بر ذخایر ژنتیک این استان که از تنوع و گوناگونی بالایی برخوردار است و میراث تاریخی بشریت است منتشر شده که نیاز به بررسی‌های مفصل‌تری دارد.

همچنین نماینده مردم شوشتر و گتوند در مجلس شورای اسلامی[1] در تاریخ سوم اسفندماه ۱۳۹۳ در ارتباط با معضل ریزگردها در کشور گفت: *"سالانه در خوزستان، ۹۰۰ میلیارد تومان خسارت به دلیل معضل ریزگردها ایجاد*

[1] سید محمد سادات ابراهیمی

می شود. همچنین با تداوم و تشدید پدیده ریزگرد در یک منطقه و در اثر بالا رفتن غلظت ریزگردها و قرار گرفتن در شرایط اضطرار و بحرانی، در طول سال بارها تعطیلی ادارات دولتی، بازار، آموزشگاه ها و کسب و کار بخش خصوصی روی هستیم. تاکنون دولت و دستگاه‌های دولتی آمار دقیقی از میزان خسارتی که به دلیل این تعطیلی‌های ناخواسته بر اقتصاد استان و همچنین کشور اعم از بخش دولتی یا خصوصی وارد می‌شود گزارش نداده‌اند."

به گفته سخنگوی نظام صنفی کشاورزی اهواز و کارون[۱]، گرد و غبارهای اخیر خسارات هنگفتی به مزارع کشاورزی استان وارد کرده است.

معاون بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی خوزستان[۲] در تاریخ ۲٤ بهمن ماه ۱۳۹۳ گفت: *"گردوغبارهای اخیر ۱۵ درصد از محصولات کشاورزی خوزستان را از بین برده است و عمده‌ترین کانون‌های کشاورزی خسارت وارد شده در شهرستان‌های اهواز، کارون و ماهشهر بوده است. عمده‌ترین محصولاتی کشاورزی که در شهرستان‌های مذکور خسارت دیدند شامل غلات، نخیلات، سبزیجات، صیفی‌جات، مرکبات، علوفه بوده‌اند."* به گفته او *"گردوغبار در دیگر شهرستان‌های استان مانند خرمشهر، آبادان، دشت آزادگان، هویزه، و شادگان نیز خسارت وارد کرده و این تأثیر منفی در محصولات مختلف کشاورزی متفاوت است. با توجه به اینکه غلظت گرد و غبارهای اخیر ٦۰ برابر حد استاندارد بود لذا هیچ جای استان فارغ از تأثیرات منفی این ریز گردها نبوده است، چراکه ریزگردها بر فرایند فتوسنتز و رشد گیاهان اثر منفی بر جای خواهند گذاشت."*

مدیر جهاد کشاورزی شهرستان پلدختر[۳] در تاریخ ۲٤ بهمن ماه ۱۳۹۳ گفت: *"پدیده ریزگردها و شدت بارش های روزهای اخیر با توجه به سطح سبز زیاد مزارع ۳۰ میلیارد ریال خسارت به مراتع و مزارع این شهرستان وارد کرد. شدت گرد و غبار و بالا رفتن غلظت این پدیده باعث شده علاوه بر آلودگی هوای شهرستان، تشدید کننده پدیده خشکسالی و کم بارانی شود."*

به نظر می‌رسد بزرگ‌ترین آسیب پس از کشاورزی نصیب صنعت فعال و با رونق گردشگری استان های غرب و جنوب غربی شود. این استان ها به دلیل وجود جاذبه‌های گوناگون طبیعی، تاریخی و آب و هوای مناسب و هم چنین مردم مهمان‌نواز و خون‌گرم یکی از مقاصد اصلی گردشگری ایرانی‌ها و مسافرانی از سایر کشورها از سال‌های گذشته تاکنون بوده اند. هر ساله در تعطیلات عید هزاران نفر به خوزستان سفر کرده و مورد پذیرایی مردم این استان قرار گرفته‌اند. وجود آثار بی‌نظیر تاریخی هم چون معبد چغازنبیل، دانیال نبی، کاخ باستانی آپادانا، اردشیر دوم، کاخ تابستانی داریوش و شاپور، پل سفید اهواز و سد دز و ده‌ها آثار دیگر طبیعی همچون آبشارهای شوشتر و غیره بخشی از این دیدنی‌ها هستند که هر ساله هزاران نفر را برای بازدید به این منطقه می‌کشانند. بدیهی است در صورت استمرار هوای خاک آلود به تدریج مسافران این منطقه نقاط دیگری را برای گردشگری انتخاب خواهند کرد و به این ترتیب بسیاری از پتانسیل های

[۱] جاسم حزباوی
[۲] محمد قاسمی نژاد
[۳] علی خادمی

ارزنده که می توانند موجبات درآمد و اشتغال‌زایی ساکنین محلی این نواحی باشند به تدریج به دست فراموشی سپرده شوند.

شکل ۳۰ جاذبه گردشگری، آبشارهای شوشتر

نایب رئیس اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی اهواز[1] در تاریخ ۲٤ بهمن ماه ۱۳۹۳، طی گفت و گویی که با سایت صدای اقتصاد اعلام کرد که: *"متاسفانه شرایط پیش آمده در استان و تداوم گرد و غبارها، تاثیر بسیار منفی ای بر ابعاد مختلف اجتماعی و اقتصادی داشته است. این پدیده نه تنها به لحاظ عملی که از نظر روانی هم تاثیر تبعات منفی به همراه داشته است. این شرایط به طور مستقیم فعالیتهای اقتصادی را مختل کرده و به صنایع مختلف، ماشین آلات و نیروی انسانی آسیب جدی وارد ساخته است. متاسفانه به تبع تداوم پدیده گرد و غبار و بی توجهی و کم توجهی مسئولان، بسیاری از مردم استان به فکر آن افتاده اند که از این استان بروند و در جای دیگری ساکن شوند."*

به گفته ایشان ریزگردها به صورت مستقیم فعالیت‌های اقتصادی را در این استان مختل کرده و به صنایع مختلف، ماشین‌آلات و نیروی انسانی آسیب جدی وارد کرده و بر راندمان تولید تاثیر منفی مستقیم داشته است.

"در زمان یورش ریزگردها بسیاری از واحدهای تولیدی و کارخانه‌ها فعالیت خود را متوقف می‌کنند زیرا امکان کار و فعالیت وجود ندارد. در چنین شرایطی تولید به ویژه در زمینه صنایع خوراکی به علت احتمال ایجاد مسمومیت تولیدات واحدهای

[1] فرامرز احمدی نژاد

صنایع خوراکی متوقف می‌شود. مشکل بزرگ‌تر این است که در صورت استمرار ریزگردها و بی‌عملی مسئولان به تدریج برخی صنایع از این استان کوچ خواهند کرد و سرمایه گذاری در شهری که روزهای فراوانی از سال دارای هوای آلوده و غیر قابل تنفس باشد بی‌شک نظر هیچ سرمایه گذاری را جلب نخواهد کرد و در آینده با رکود اقتصادی این منطقه مواجه خواهیم شد."

شکل ۳۱ تاثیرات اجتماعی ریزگردها

وی افزود: *"به طور مشخص پیامهایی که این روزها در فضاهای مجازی استان حاکم است، متاسفانه حاکی از آن است که مردمی که با جان و دل به استان و شهر خود علاقمندند و حتی در روزهای سخت جنگ، شهرشان را رها نکردند، امروز انگیزه ماندن در اینجا را از دست داده اند.*

اگر چه آمار دقیقی در این باره وجود ندارد اما به دلیل تاثیرات روانی و روحی ریزگردها در سال‌های گذشته عده‌ای از از شهروندان خوزستانی به شهرهای اصفهان و تهران و برخی شهرهای دیگر کوچیده‌اند که در دراز مدت جای پای این کوچ

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

اجباری بر اقتصاد استان دیده خواهد شد. از طرفی دیگر، بروز مهاجرت های اجباری به سمت کلان شهر ها باعث ایجاد مشکلات بسیار زیادی در بخش های حاشیه ای آنهاخواهد شد.

همچنین در سال های اخیر و با تشدید پدیده ریزگرد و وقوع طوفان های گردوغبار در بخش های غرب، جنوب غرب و مرکزی کشور، شاهد تعطیلی بسیاری از ادارات، سازمانها، مدارس و... در این نواحی هستیم. بروز تعطیلات اجباری و از این دست در کنار تمامی تاثیرات منفی که با خود به همراه دارد منجر به ایجاد اخلال و سردرگمی و در نهایت بروز آسیب های اجتماعی برای ساکنین این مناطق شود."

۲-۳-۳- خدمات عمومی

از آنجایی که بروز پدیده ریزگرد با انتقال حجم وسیعی از ذرات معلق در هوا همراه است، تاثیرات منفی و تخریبی زیادی بر روی تجهیزات و زیرساخت های مدیریت خدمات شهری می گذارد. بسیاری از این تاثیرات در بخش های توزیع و انتقال برق، آب، گازرسانی و حمل و نقل عمومی روی می دهد و موجب بروز اخلال در سیستم مدیریت خدمات شهری می گردد.

در اواسط اسفندماه سال ۱۳۹۳، به دلیل کاهش دید در آبهای هرمزگان در پی بروز پدیده ریزگرد و غبار غلیظ در تنگه هرمز و مناطق ساحلی آن، محدودیت تردد شناورهای مسافری سبک و سنگین از طریق بنادر مرکز استان آغاز گردید. به گزارش خبرگزاری مهر به نقل از روابط عمومی بنادر ودریانوردی هرمزگان، در پی ورود سامانه پرفشار در استان های جنوب شرق کشور که هوای هرمزگان در مناطق شرقی، شمالی و مرکز استان و تنگه هرمز را مه آلود کرد، تردد تمامی شناورهای مسافری از طریق بنادری همچون شهید حقانی، شهید ذاکری قشم و بندرگاه هرمز از نخستین ساعات صبحگاهی روز شنبه، شانزدهم اسفندماه ۱۳۹۳ محدود شده و این وضعیت تا مساعد شدن هوا طی ٢٤ ساعت ادامه داشت. بنا به اطلاعیه منتشر شده از سوی هواشناسی هرمزگان، گرد و غبار غلیظ تا نخستین ساعت های صبحگاهی روز یکشنبه، هفدهم اسفندماه ۱۳۹۳ ادامه داشت.

در سالهای اخیر در اثر ورود ریزگردها، به منظور جلوگیری از بروز سوانح هوایی، برخی از فرودگاه های کشور به طورکامل تعطیل شدند، که از جمله آن می توان به تعطیلی فرودگاه اهواز در تاریخ ۲۱ بهمن ماه ۱۳۹۳ اشاره کرد.

بروز تعطیلی های ناخواسته و بدون برنامه ریزی قبلی، لغو پرواز ها، تعطیلی مدارس و ... منجر به بروز مشکلات در سایر بخش های کشور نیز می شود. به عنوان مثال با لغو پروازهای روزانه در فرودگاه اهواز، خدمات اداراتی همچون اداره پست با مشکل مواجه شده و انتقال کالا و محموله های پستی از (به) این استان با مخاطره جدی مواجه شود که مشکلات و ناهماهنگی‌های آتی را در پی خواهد داشت.

معاون برنامه‌ریزی و تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خوزستان[1] در مراسم معرفی انتشار کتاب «مروری بر اثرات ریزگردها در صنعت برق خوزستان» گفت: *"صنعت برق خوزستان با بیش از ۱۲ هزار مگاوات ظرفیت تولید برق و بیش از هشت هزار کیلومتر مدار شبکه انتقال و فوق توزیع و تعداد ۲۰۰ ایستگاه برق با بیش از ۳۰ هزار دستگاه ترانس منصوبه در بخش انتقال و فوق توزیع در معرض ریزگردها است."*

وی با بیان اینکه تاسیسات و تجهیزات این صنعت، به صورت مستقیم در معرض این پدیده آزار دهنده قرار دارد اظهار کرد: *"این مسئله سبب بروز مشکلات عدیده‌ای در بخش‌های مختلف این صنعت عظیم به عنوان یک صنعت بزرگ و زیر ساختی در سایر صنایع گردیده است. با توجه به قرارگیری میادین عظیم نفت و گاز، خطوط انتقال نفت و گاز، وجود پالایشگاه ها و بسیاری دیگر از تاسیسات استراتژیک مرتبط با صادرات نفت و انرژی در غرب و جنوب غرب کشور و اهمیت وجود جریان با ثبات و توزیع مداوم برق در این بخش ها با توجه به در معرض آسیب بودن تجهیزات انتقال و توزیع برق، در صورت نبود راهکار های مقابله اساسی، می تواند منجر به بروز مشکلات در این زمینه گردد."*

مدیر عامل شرکت توزیع برق استان لرستان[2] در رابطه با خسارت ریزگردها در بهمن ۱۳۹۳ اظهار کرد: *"در چند روز اخیر به علت وضعیت بد هوا و افزایش میزان غلظت ذرات معلق این گرد و خاک‌ها به روی خطوط برق نشسته و با رطوبتی که در هوا وجود داشت به گل تبدیل شده و باعث قطع جریان برق شد. وی افزود: این قطعی‌ها به خطوط پلدختر و خرم‌آباد بالغ بر ۲۰۰ میلیون تومان خسارت وارد کرد که در جاهایی که وضعیت حادی داشتند خطوط تعویض شده است."*

همچنین نماینده مردم دهلران و آبدانان در مجلس، با انتقاد از عملکرد استانداری ایلام در بحث وجود ریزگردها در این استان، گفت: *"در شرایط بد آب و هوایی استان ایلام در چند روز گذشته (بهمن ۱۳۹۳)، آب و برق بسیاری از شهرهای جنوبی این استان به مدت ۷۲ ساعت به دلیل عملکرد ضعیف سازمان‌های ذیربط قطع و حتی مراکز توزیع بنزین، گاز و نانوایی های نیز تعطیل بودند."*

۲-۳-٤- اقلیم و اکوسیستم

بروز پدیده ریزگرد و مورد هجوم واقع شدن مناطق وسیعی از کشور، اقلیم، پوشش گیاهی و گونه های جانوری و بطور کلی اکوسیستم را در آن مناطق تحت تاثیر خود قرار می دهد. تخریب گونه های گیاهی و تهدید و انقراض برخی گونه های جانوری که در مقابل این پدیده یارای مقاومت کمتری دارند بخشی از تاثیرات منفی ریزگردها بر اقلیم و اکوسیستم منطقه است. این جنبه از تاثیرات ریزگردها، موضوعیست که نیازمند تامل و مطالعات گسترده‌تری است. به عنوان مثال در مورد تاثیر ریزگرد بر خشک شدن و تخریب جنگل‌های بلوط زاگرس اظهارنظرهای متفاوت و ضد و نقیضی وجود دارد ولی باید درنظر داشت که تاثیرات بر روی اکوسیستم یک منطقه ارزش مادی غیر قابل برآوردی دارد، نه به راحتی قابل اندازه‌گیری است و نه به آسانی اصلاح یک شبکه برق قابل ترمیم می‌باشد. این گونه تاثیرات نظام زندگی جوامع را تغییر می دهند.

[1] عبدالرسول زرگر
[2] محمد بحرینی

شکل۳۲ تاثیر بر شبکه برق آبدانان

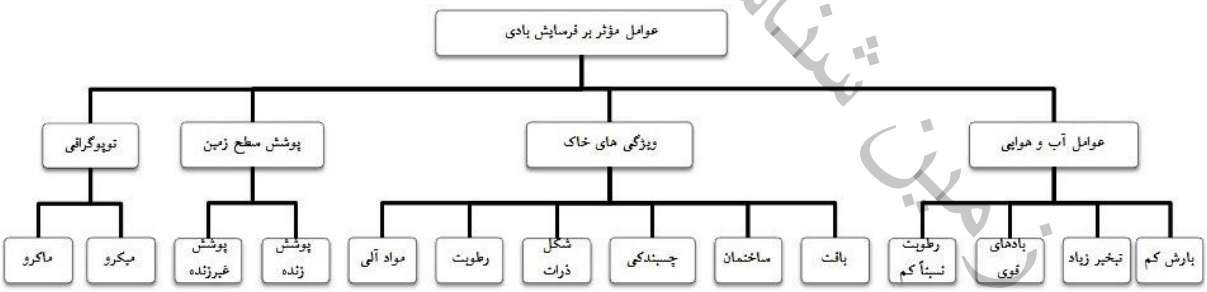
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳-روش اجرای طرح

هرچندکه در مطالعات منشاءیابی ریزگرد در ابتدا از داده‌های هواشناسی و سنجش از دور استفاده می‌شود، اما باید درنظر داشت که به دلیل مقیاس مطالعاتی و عدم مطالعه سطوح واقعی اراضی، نتایج این تحلیل‌ها برآوردی اولیه از مناطق منشاء و معمولا با سطوحی بسیار وسیع ارائه می‌دهند. چنانکه در شکل ۲۶ دیده می‌شود، نتایج ادغام شده دو نمونه از این مطالعات در مجموع سطحی بیش از یک میلیون کیلومتر مربع را به عنوان منشاء معرفی می‌کند.

بنابراین نیاز است تا جهت اجرای یک طرح مهار، در ادامه با پایش و پیمایش سطح زمین و برداشت نمونه از منشاءهای برآورد شده و آنالیز آنها، کانون‌های اصلی شناسایی و ویژگی‌های سطحی و زیرسطحی آنها جهت تطابق با انواع روش‌های مهار بررسی شود و درنهایت با استفاده از همه لایه‌های اطلاعاتی پردازش شده، برنامه اختصاصی مهار برای هر کانون تدوین و اجرا گردد.

از منظر طبقه‌بندی‌های مرسوم در مجموعه علوم زمین، موضوع ریزگرد از زیرمجموعه‌های مباحث فرسایش و رسوب و در بخش فرسایش بادی جای می‌گیرد که از سه مرحله برداشت، حمل و رسوبگذاری تشکیل شده که در هر سه مرحله دو اصل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مورفولوژیکی ذرات رسوب و ویژگی‌های سیال هوا و همچنین تاثیر متقابل این دو بر یکدیگر بررسی می‌شود. علاوه براین مسائل که در واقع تنها به رفتار آیرودینامیکی ذره و سیال می پردازد، فرسایش بادی و از جمله تولید ریزگرد به یک سری پیش شرط اولیه نیاز دارد که در نمودار ۲ آمده‌اند.



نمودار ۲ عوامل موثر بر فرسایش بادی

شرایط محیطی مناسب برای تولید ریزگرد از مشخصه‌های پلایاها (چاله‌ها) و دشت‌های مناطق بیابانی است که سطح وسیعی از کشور و همچنین کشورهای مجاور را پوشش داده است. جریان‌های آبی رودخانه‌های دایم و فصلی زمانی که به اراضی هموار دشت و پلایا وارد می‌شوند به دلیل شیب هیدرولیکی و انرژی کم جریان، بیشتر ذرات درشت دانه خود را در بالادست برجای می‌گذارند و تنها قادرند ذرات بسیار ریز را تا این نواحی حمل کنند. این ذرات ریز درنهایت دراثر سیلاب‌ها به دشت‌های سیلابی منتقل می‌شوند و یا در

دریاچه‌ها، تالاب‌ها و سایر پیکره‌های آبی موقت یا دایم این مناطق، رسوب می‌کنند. از آنجا که این مناطق معمولا به لحاظ محیطی شرایط نامساعد زیستی دارند، در زمان خشکی، امکان استقرار پوشش گیاهی به دلیل عواملی همچون کمبود رطوبت، تجمع املاح تبخیری و شرایط نامساعد خاک و هوا، به سادگی میسر نبوده و در نهایت این عرصه‌ها تبدیل به سطوح خشک، صاف و هموار، بدون پوشش گیاهی، متشکل از ذرات ریز و خیلی ریزدانه (سیلت ریز و رس) و در معرض باد می‌شوند و این به معنای سرآغاز یک پدیده یا واقعه ریزگرد محسوب می‌شود.

باتوجه به مطالب ذکر شده واضح است که ریزگرد یک پدیده چند وجهی و ناشی از برهم‌کنش و اندرکنش مجموع عوامل سطحی و زیرسطحی زمینی و عوامل جوی بوده که در هرگونه بررسی باید مجموع این عوامل یک‌جا دیده شوند و مهار آن نیز به ناچار باید در محل برداشت صورت گیرد؛ چراکه با بلند شدن ذرات معلق و ورود آنها به جو، در عمل امکان هیچ کنترلی وجود نخواهد داشت.

سابقه مطالعات داخلی پیشین و دردست انجام در بخش های مختلف جنوب‌غرب، جنوب و مرکز کشور و همچنین همکاری‌های بین‌المللی با دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و اجرایی کشورهای مختلف ازجمله دانشگاه گنت و سازمان زمین‌شناسی بلژیک، موسسه اقیانوس‌شناسی هند و مرکز تحقیقات بیابان نوادا، مجموعه‌ای از تجارب را در اختیار سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور قرار داده، تا با اتکاء به این تجارب، گام موثری در کمک به شناسایی و مهار منشاء ریزگردها، بردارد.

ازسوی دیگر تفاهم‌نامه همکاری بین وزارت صنعت، معدن و تجارت جمهوری اسلامی ایران و وزارت محیط زیست جمهوری عراق درباره همکاری‌های پایداری خاک، ریزگرد و آلودگی‌های زیست‌محیطی که در بهمن ماه ۱۳۹۳ به امضای مسئولین دو طرف رسید، چشم انداز مناسبی را برای فعالیت گسترده‌تر سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در حوزه منشاء یابی و کمک به مهار ریزگردها در یک مقیاس منطقه‌ای و فراملی فراهم کرد.

به این ترتیب ضمن ادامه فعالیت‌ها و طرح‌های گذشته با نگاهی ویژه و با استفاده از تمام ظرفیت‌های تخصصی، پشتیبانی و آزمایشگاهی، طرح ملی–منطقه‌ای ریزگرد با اهداف زیر در دستور کار قرار گرفت.

۱. شناسایی منشاء ریزگردها در داخل و خارج ازکشور
۲. تفکیک و پهنه بندی اراضی وسیع به واحدهای کوچک
۳. برآورد و تعیین میزان ریزگرد تولید شده در هر واحد
٤. اولویت بندی واحدها بر اساس ظرفیت تولید ریزگرد و آسیب رسانی
۵. برنامه ریزی اجرایی مهار ریزگرد براساس اولویت‌های تعیین شده

جهت نیل به اهداف تعریف شده در طرح، با استناد به پژوهش‌ها و تجربه‌های پیشین، یک سری فرضیات به عنوان مبانی علمی–راهبردی درنظر گرفته شده که به عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مناطق منشاء ریزگرد در موقعیت‌های زمین شناسی مختلف دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند.
- منشاءهای بالقوه می‌توانند براساس این ویژگی‌ها تفکیک شوند.
- مقایسه نمونه‌های ریزگرد با نمونه‌های منشاءهای بالقوه امکان تعیین اهمیت منشاءها و اولویت‌بندی آنها را فراهم می‌کند.
- اولویت‌بندی پهنه‌ها براساس میزان تولید ریزگرد، میزان آلایندگی زیست محیطی، مخاطرات سلامتی، قابلیت دسترسی جهت نمونه برداری، اجرای طرح و ... امکان برنامه‌ریزی هدفمند طرح‌های مهار را فراهم می‌آورد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳-۱-مراحل اجراء

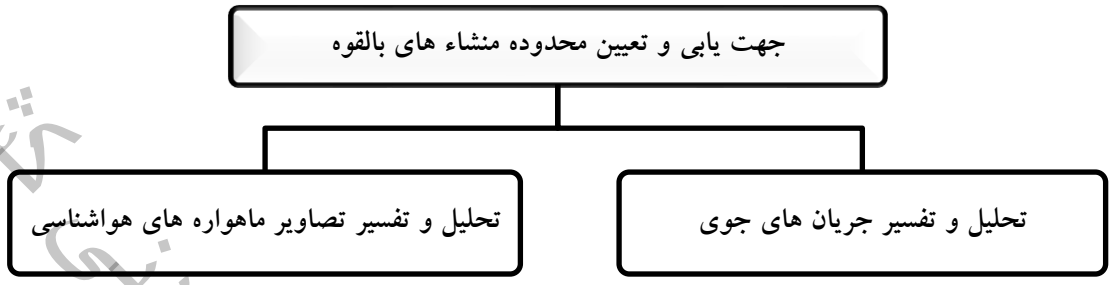
مراحل مختلف روش پیشنهادی به صورت گام به گام و در قالب نمودارهای جریانی به شرح زیر ارائه می‌شود. آنچنان‌که دیده می‌شود، فرایند اجرای طرح در ۵ مرحله کلان و در سطح ملی-منطقه‌ای انجام می-شود که هر بخش ورودی های مورد نیاز بخش بعد را تأمین می‌نماید (نمودار ۳).

نمودار ۳ مراحل اصلی طرح

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

-جهت یابی و تعیین محدوده منشاءهای بالقوه

دراین بخش با استفاده از داده‌های هواشناسی و سنجش از دور نواحی منشاء تشخیص داده می‌شوند که باتوجه به مطالعات انجام شده پیشین، از نتایج آنها نیز استفاده می‌شود (نمودار ٤).



نمودار ٤ جهت یابی و تعیین محدوده منشاءهای بالقوه

-پهنه بندی و تفکیک واحدهای کاری همگن در منشاءهای بالقوه

در این مرحله از خروجی‌های مرحله قبل به عنوان پهنه‌های بزرگ منشاءهای احتمالی استفاده می‌شود. سپس با استفاده از لایه‌های مختلف اقلیم‌شناسی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، توپوگرافی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، پوشش زمین و کاربری اراضی و خاک شناسی، واحدهای همگن کاری در پهنه‌های بزرگ منشاءهای احتمالی تفکیک می‌شوند. توجه به این نکته ضروریست که در طرح، احتمال عدم دسترسی به برخی لایه های بالا نیز دیده شده که دراین صورت داده های مورد نیاز در بخش مربوطه باید از روش‌های غیرمستقیم (دورسنجی و ...) تهیه شوند.

-طراحی شبکه نمونه برداری و برداشت نمونه

طراحی شبکه نمونه برداری در منشاء

باتوجه به سطوح وسیع و گسترده مناطق منشاء، در عمل، امکان شبکه بندی منظم برای برداشت نمونه بسیار دشوار می‌باشد. به این ترتیب در این مرحله ابتدا تنها منشاءهای احتمالی در کشور عراق مورد بررسی دقیق قرار خواهند گرفت و شبکه نمونه برداری نیز باتوجه به اصول روش‌های آماری چنان طراحی می‌شوند که در کمترین زمان و در مناطق قابل دسترس بتوان حداکثر اطلاعات مورد نظر را از نمونه‌های برداشت شده به دست آورد (نمودار ۵).

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

خروجی پهنه بندی و تفکیک واحدهای کاری همگن در منشاء های بالقوه

↓

تعیین روند تغییرات رسوبات و خاک سطحی

↓

تهیه شبکه اولیه نمونه برداری

↓

ارزیابی امکان نمونه برداری در شبکه اولیه باتوجه به محدودیت ها (راه های دسترسی، شرایط امنیتی و سایر شرایط محلی در منطقه)

↓

طراحی شبکه نمونه برداری نهایی در هر پهنه

نمودار ۵ مراحل طراحی شبکه نمونه برداری

-طراحی شبکه نمونه برداری در مناطق تحت تاثیر ریزگرد

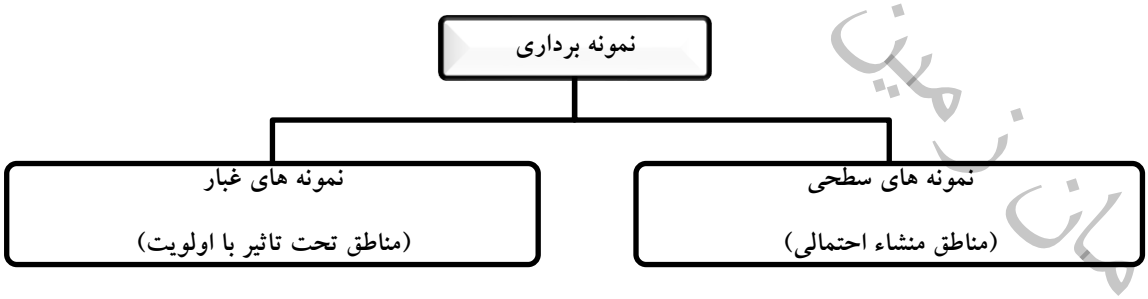
مناطق تحت تأثیر نیز گستره وسیعی دارند که در این بخش براساس ویژگی‌هایی که در نمودار جریانی به برخی از آنها اشاره شده (نمودار ٦)، شبکه نمونه برداری داخلی برای نصب یا بهره برداری از نمونه‌گیرهای داخلی معرفی می‌شود.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نمودار ٦ مراحل طراحی شبکه نمونه برداری در مناطق تحت تاثیر ریزگرد

-برداشت نمونه

دو نوع نمونه برای اهداف مختلف آزمایشگاهی (رسوب شناسی، ژئوشیمی، ایزوتوپی و بیولوژیکی) مدنظر است (نمودار ۷). براین اساس هر گروه تخصصی دستورالعمل، دستگاه و تجهیزات مورد نیاز برای نمونه-برداری بخش خود را تهیه و در اختیار هسته مرکزی قرار داده است تا هماهنگی لازم بین نمونه‌بردارها و استفاده از دستگاه‌ها و امکانات پشتیبانی فراهم آید.



نمودار ۷ انواع نمونه برداری موردنظر در طرح

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

-آنالیزهای آزمایشگاهی

باتوجه به اهداف جامع طرح و محدودیت نمونه برداری فرامرزی، آنالیزهای آزمایشگاهی به نوعی طراحی شده‌اند که تاحد امکان، دامنه وسیعی از انواع سه‌گانه آزمایش‌ها (نمودار ۸) مرتبط با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را در این طرح پوشش دهند.

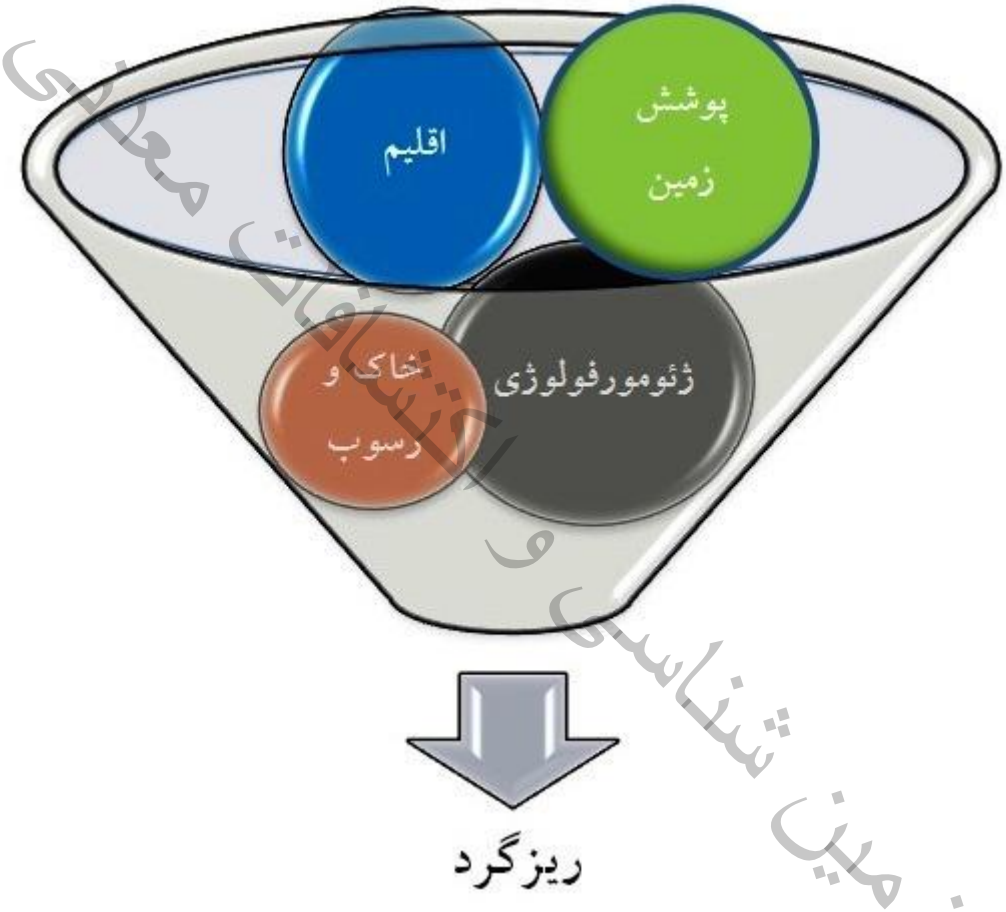
نمودار ۸ سرفصل آزمایشات

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳-۲-پیشرفت طرح

۳-۲-۱-شناسایی پهنه‌های مستعد تولید ریزگرد در داخل کشور

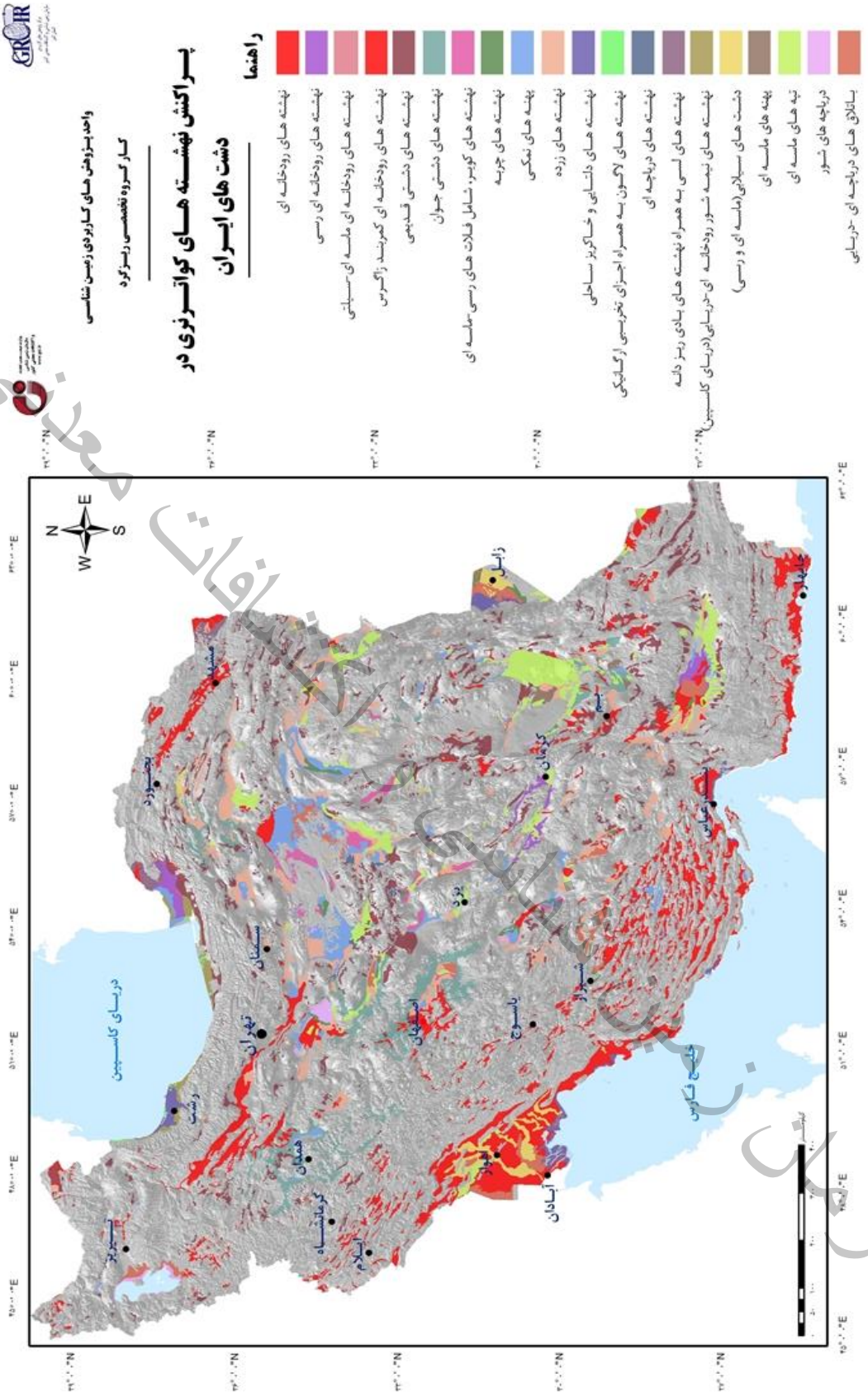
نمودار ۹ ترکیبی از اطلاعات پایه موجود را برای شناسایی پهنه‌های مستعد تولید ریزگرد نشان می‌دهد. در این مرحله از اطلاعات و نقشه‌های موجود در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و همچنین نقشه‌های موجود در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری و اطلاعات هواشناسی سازمان هواشناسی استفاده شد.



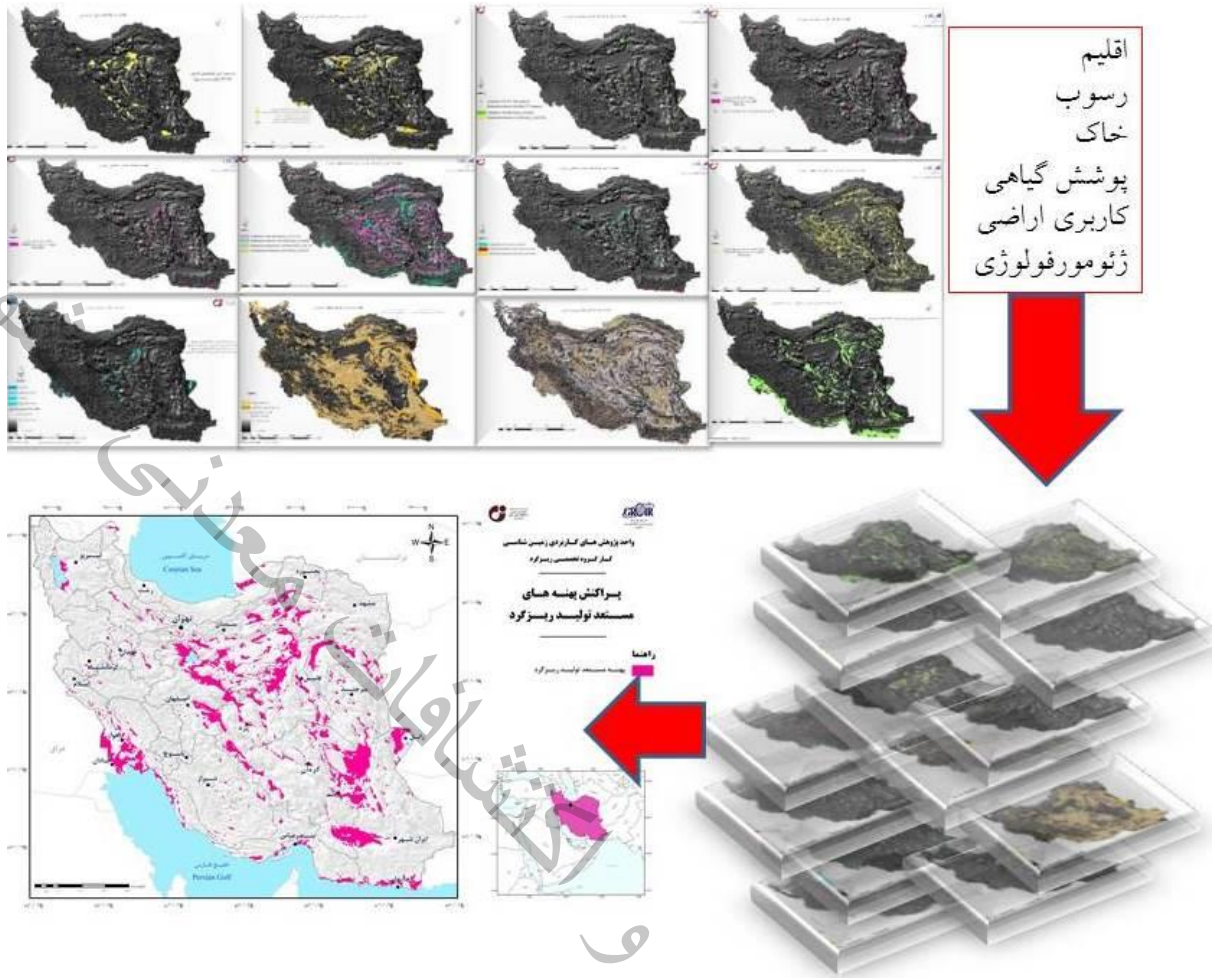
نمودار ۹ لایه‌های اطلاعاتی موثر در شناسایی پهنه‌های مستعد تولید ریزگرد

در ابتدا نقشه واحدهای رسوبی کواترنری دشت‌ها تحلیل گشته و به این ترتیب واحدهایی که به لحاظ ویژگی‌های رسوب‌شناسی قابلیت تولید بار معلق ریزدانه در هوا (ریزگرد) را داشتند شناسایی شده و به عنوان مبنای کار قرار گرفتند (شکل ۳۳). این نقشه پراکنش مجموعه‌ای از رسوبات ریزدانه مستعد تولید ریزگرد را نشان می‌دهد که تحت شرایط مختلف رسوب‌شناسی، کاربری اراضی، اقلیمی، نوع پوشش زمین و پوشش گیاهی، رده‌های خاکشناسی و قابلیت‌ها و محدودیت‌های خاک قرار داشتند. به همین دلیل در مراحل بعد به صورت دوگانه و یا چندگانه تمام لایه‌های اطلاعاتی تلفیق و تحلیل شدند. شکل ۳٤ نمای شماتیکی از مراحل تلفیق را نشان می‌دهد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



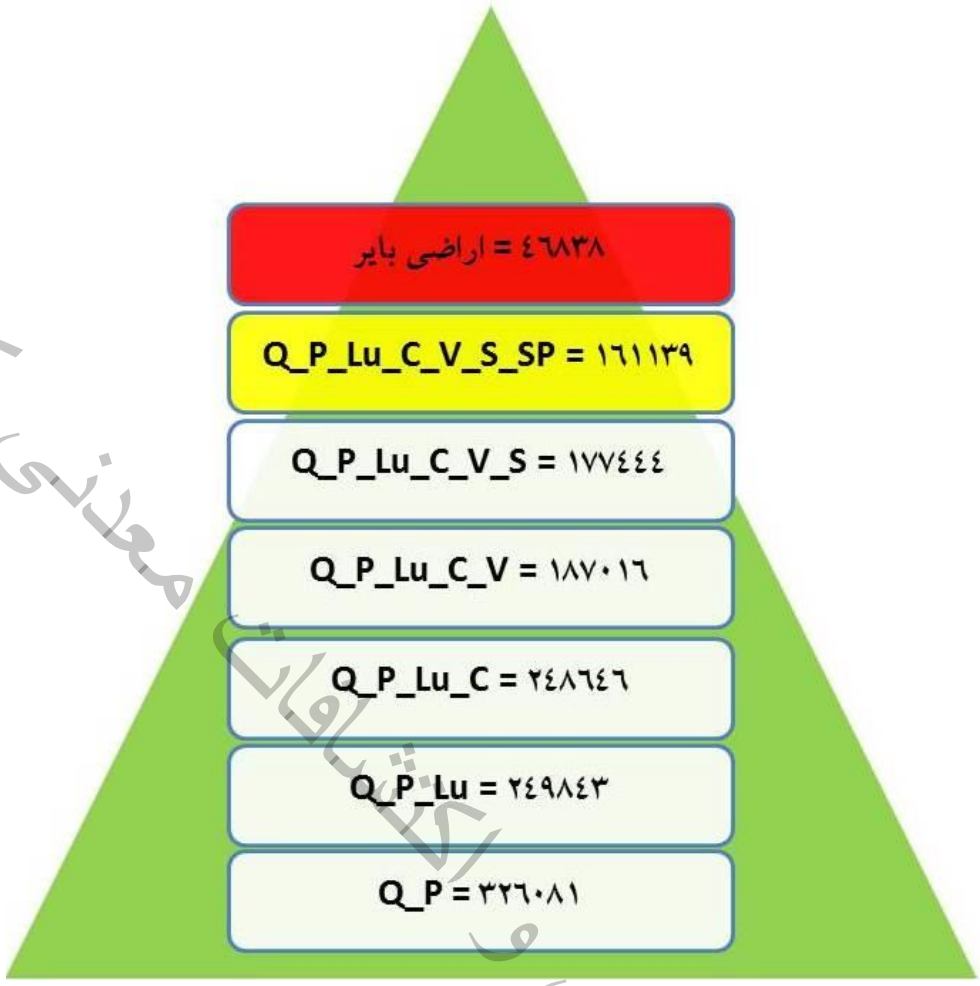
شکل ۳۳ پراکنش نهشته‌های کواترنری ریزدانه در دشت‌های کشور



شکل ۳٤ نمای شماتیک مراحل تلفیق

در نمودار ۱۰ مراحل کاهش مساحت پهنه‌های مستعد تولید ریزگرد تا مرحله تعیین اولین اولویت یعنی اراضی بایر و بدون پوشش که به لحاظ همه عوامل موثر ذکر شده بیشترین استعداد را دارند، نمایش داده شده است. ضمن اینکه نقشه‌های نهایی با بازدیدهای میدانی از چند محل شاخص شامل جنوب جلگه خوزستان، اراضی خشک شده حاشیه دریاچه ارومیه، جنوب تهران، کویر مرکزی، منطقه سگزی اصفهان، کرمان و جازموریان و جنوب بیرجند صحت‌سنجی شدند. شکل‌های ۳۵ تا ۳۷ پهنه‌های مستعد را به تفکیک عوامل موثر نشان می‌دهد. همچنین شکل ۳۸ اولین اولویت (اراضی بایر) را نمایش می‌دهد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



نمودار ۱۰ مراحل کاهش مساحت پهنه‌های مستعد تولید ریزگرد تا مرحله تعیین اولین اولویت یعنی اراضی بایر و بدون پوشش

Q: واحدهای کواترنری

P: دشت‌ها و پلایاها

Lu: کاربری اراضی

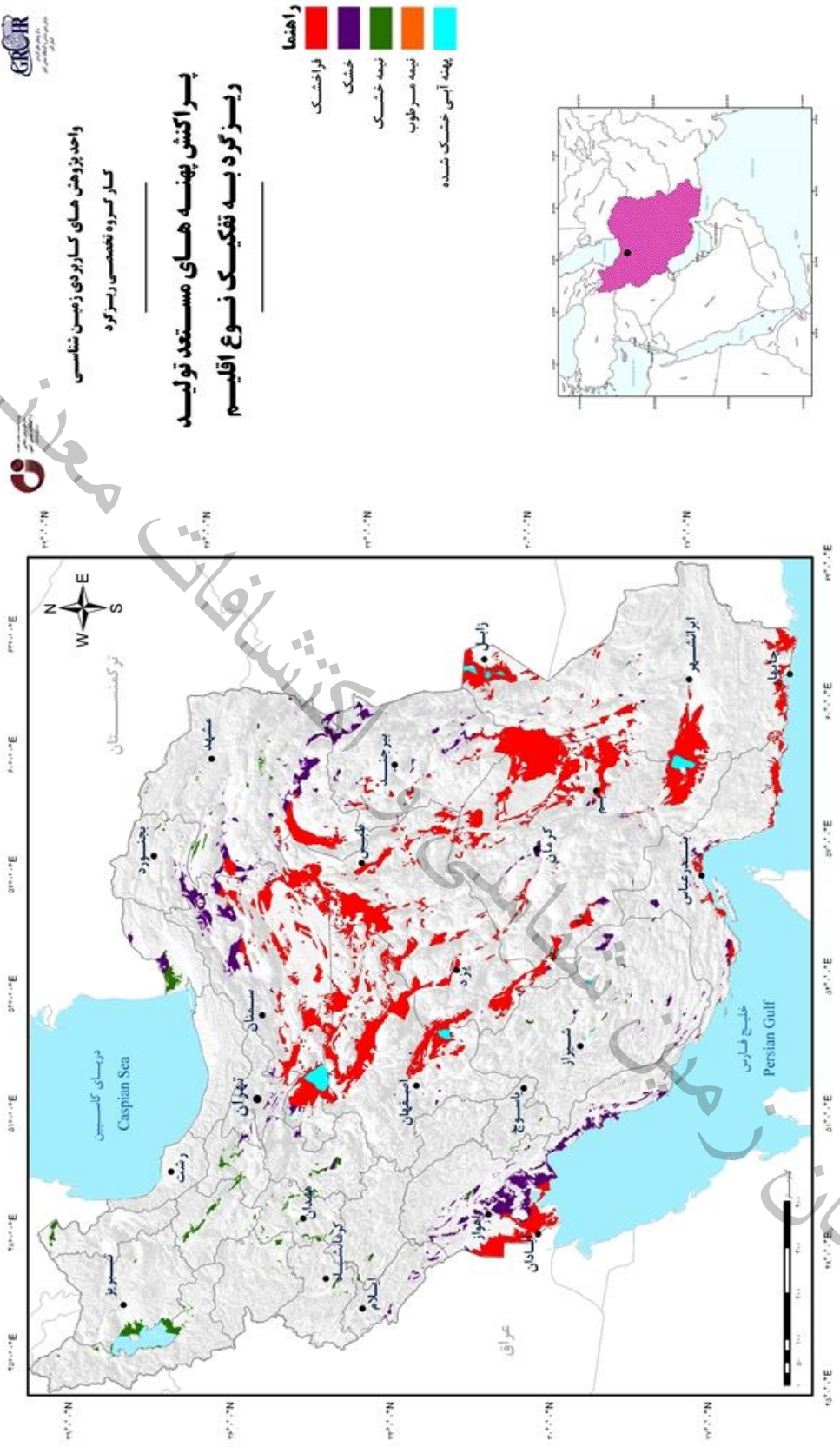
C: پهنه‌بندی اقلیمی

V: پوشش زمین و پوشش گیاهی

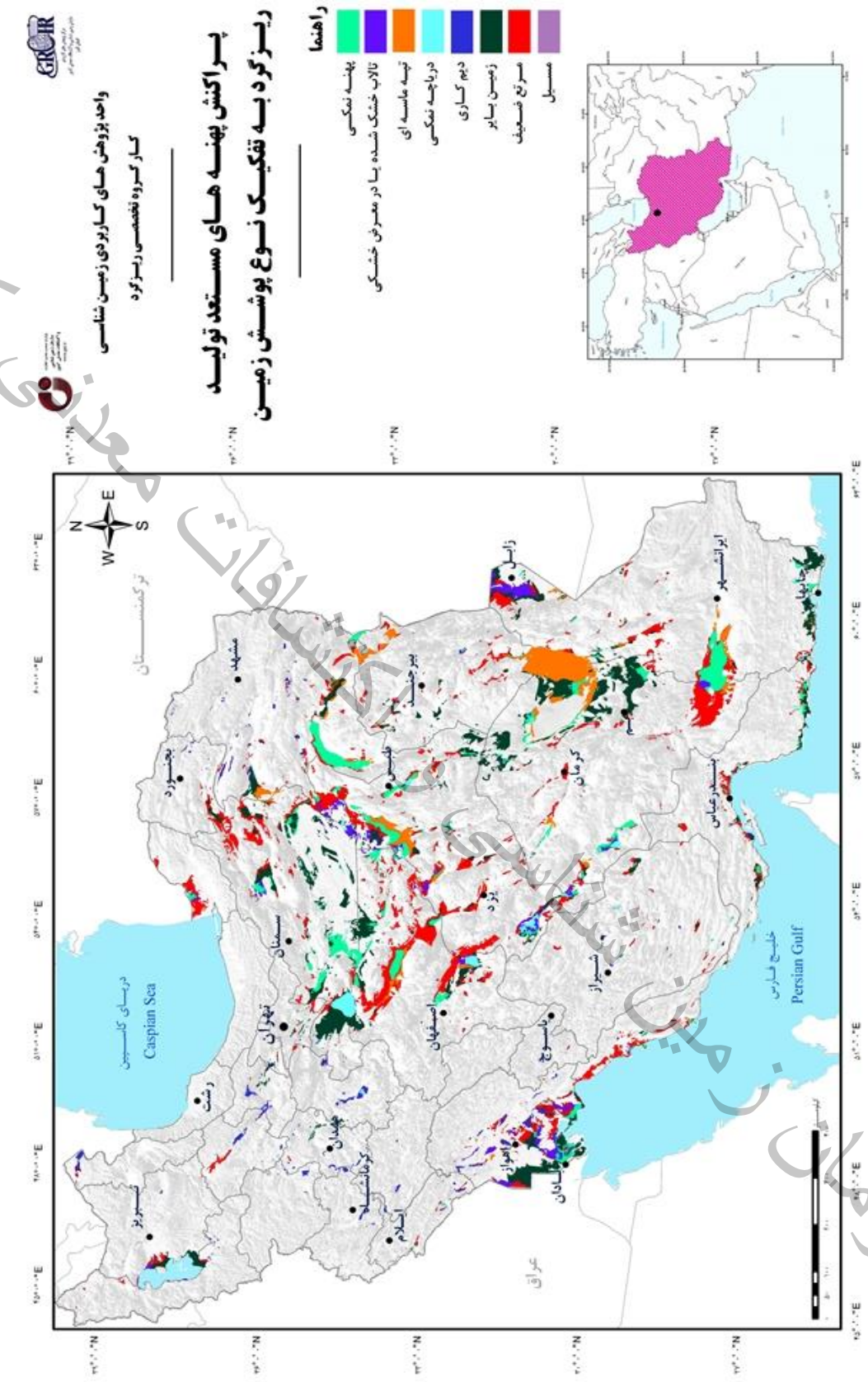
S: خاکشناسی

SP: قابلیت‌ها و محدودیت‌های خاک

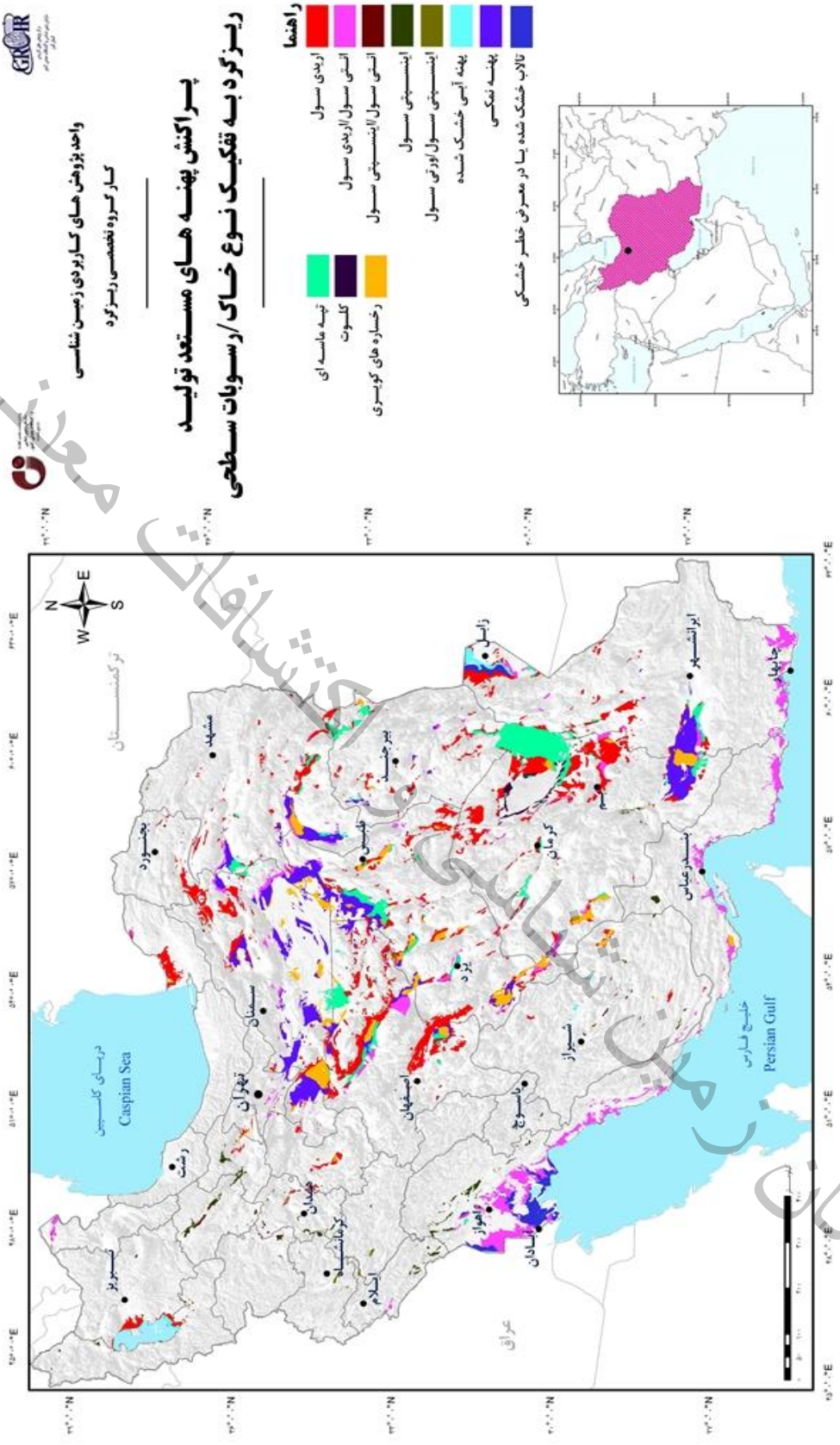
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



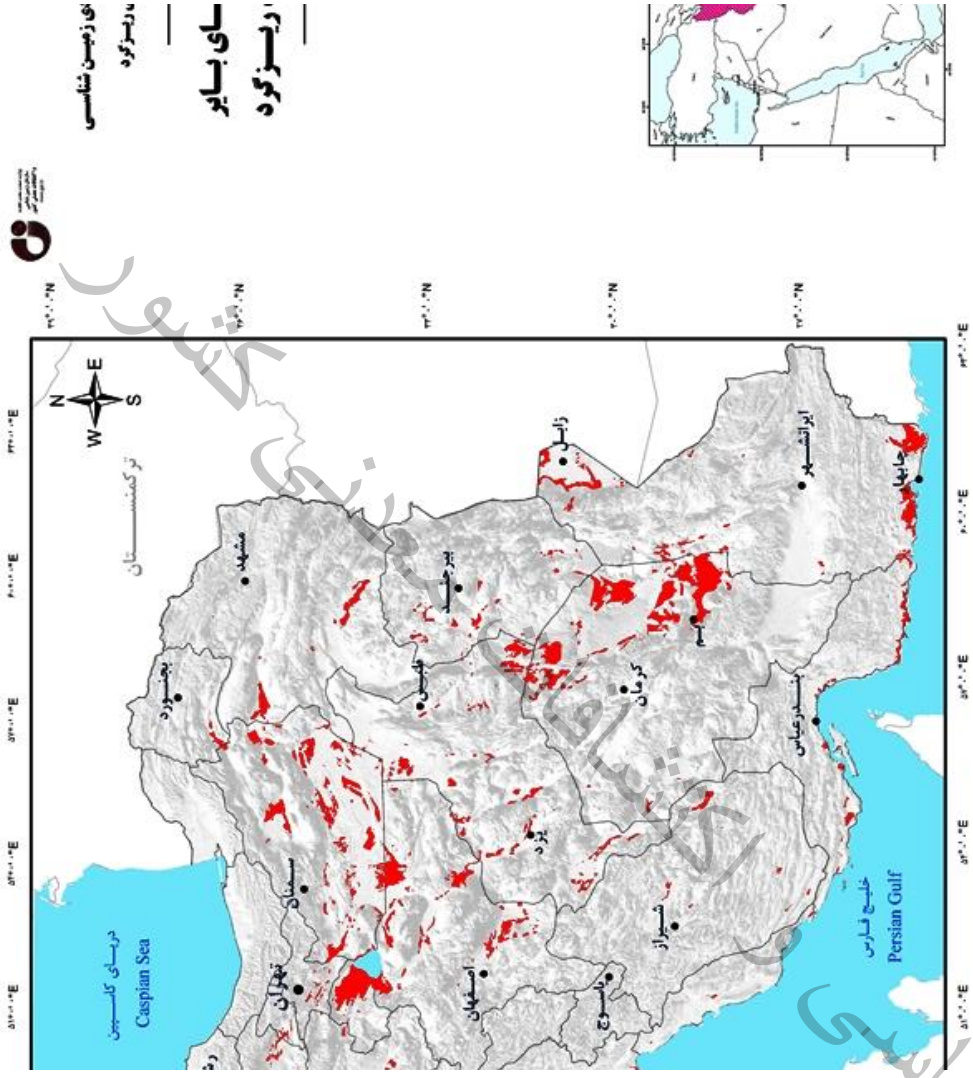
شکل ۳۵ پراکنش پهنه‌های مستعد به تفکیک نوع اقلیم



شکل ۳۶ پراکنش پهنه‌های مستعد به تفکیک نوع پوشش زمین



شکل ۳۷ پراکنش پهنه‌های مستعد به تفکیک نوع خاک و یا رسوب سطحی

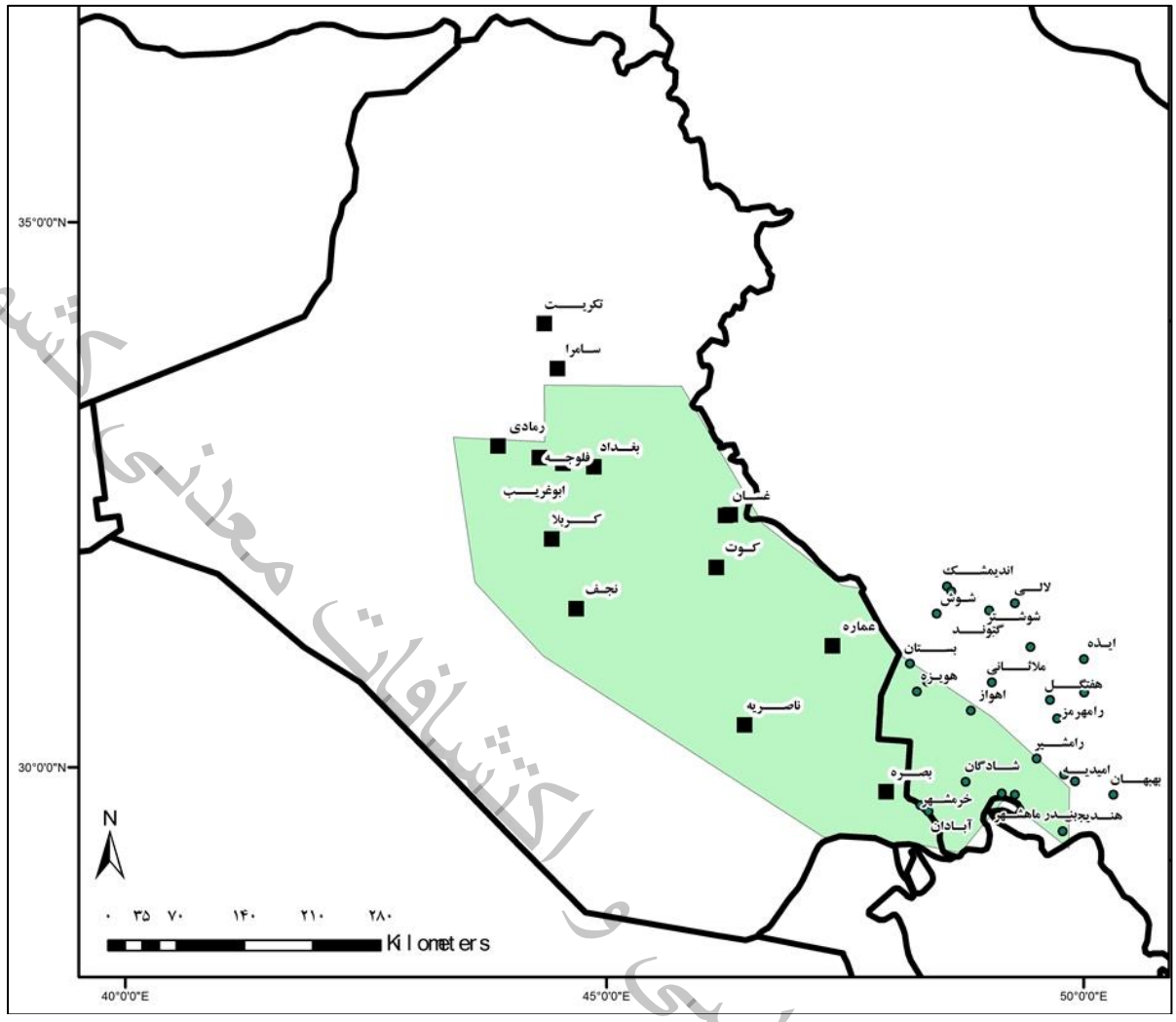


شکل ۳۸ پراکنش اولویت اول در برنامه اجرا شامل پهنه‌های مستعد و بایر (بدون هیچگونه محافظ سطح)

۳-۲-۲-مطالعه منطقه بین‌النهرین و امتداد آن در ایران (جنوب و غرب خوزستان)

نتایج ارائه شده از برآورد منشاءهای احتمالی ریزگردهای وارد شده به کشور از سمت غرب حاصل از مطالعات سازمان زمین‌شناسی کشور و همچنین سایر مطالعات انجام‌شده نشان دادند که پراکنش این مناطق در ۵ کشور خارجی عراق، عربستان، کویت، اردن و سوریه می‌باشد.

سطح وسیع (بالغ بر یک ملیون کیلومتر مربع)، پراکنش در کشورهای مختلف و شرایط امنیتی کنونی به ویژه در شمال و غرب عراق و شرق سوریه (که ازجمله کانون‌های مهم نیز می‌باشند)، در عمل امکان دسترسی مستقیم به تمامی این سطوح را بسیار دشوار می‌سازد. جهت رفع این مسائل و ارائه برنامه‌های عملی، منطقه مورد مطالعه در ابتدا به منطقه بین‌النهرین عراق و امتداد آن در غرب و جنوب خوزستان محدود شد تا به این ترتیب امکان اجرایی شدن مطالعات منشاءیابی و اجرای برنامه‌های مهار فراهم آید (شکل ۳۹).



شکل ۳۹ منطقه مطالعاتی بین‌النهرین و اراضی پیرامون آن در جنوب‌شرق عراق و غرب و جنوب خوزستان با اولویت اول (باتوجه به مطالعات منشاءیابی و امکان دسترسی) و با مساحت ۱۴۵ هزار کیلومتر مربع

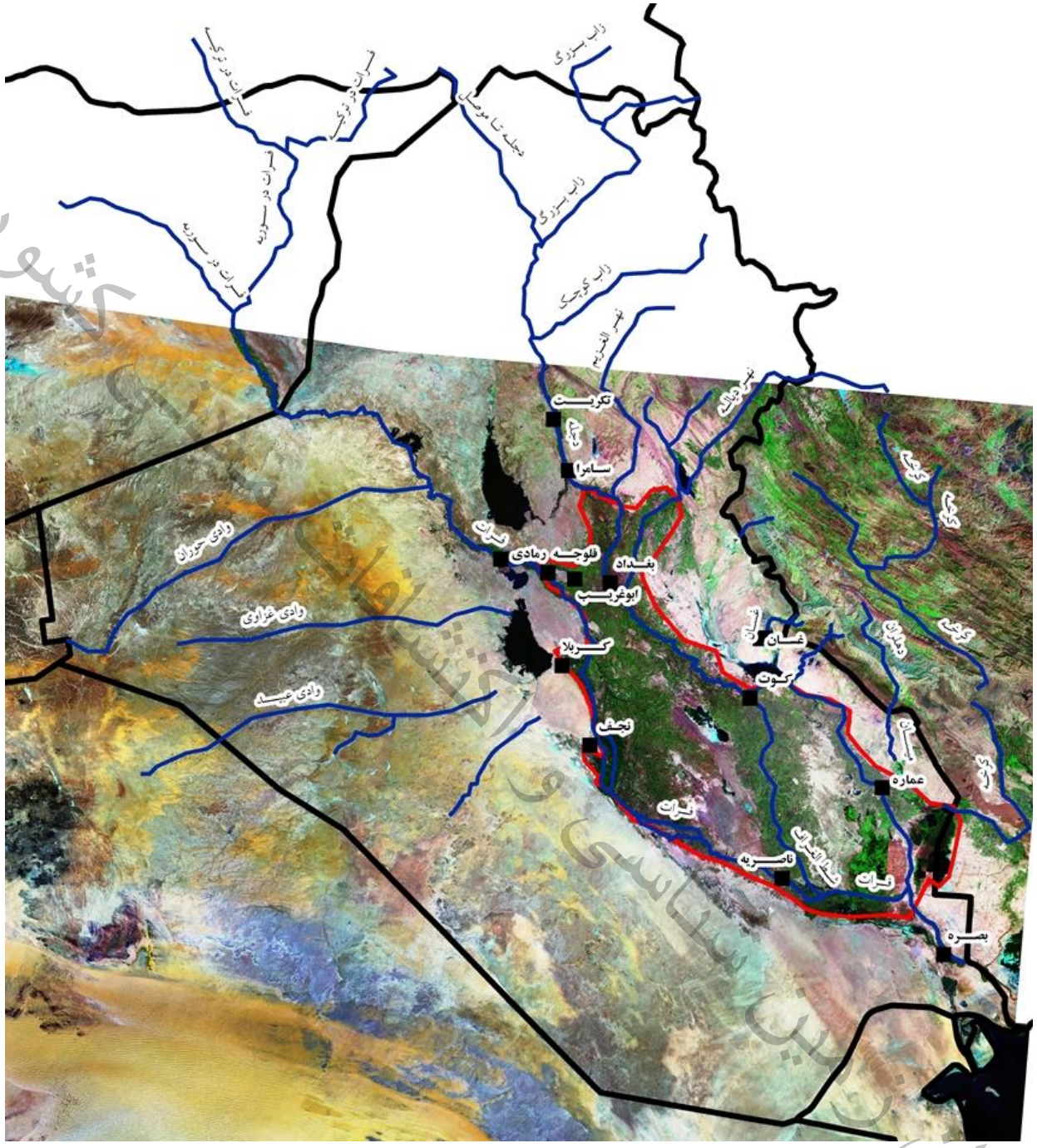
منطقه بین‌النهرین یکی از مراکز مهم تمدن بشری و به ویژه از خواستگاه‌های کشاورزی در دنیا می‌باشد که توسط رودخانه‌های دجله و فرات سیراب می‌شود ضمن اینکه منابع آب سرچشمه گرفته در ایران نیز حدود ٦٪ از آب منطقه را تامین می‌نماید. جنوب و غرب جلگه خوزستان نیز امتداد بین‌النهرین در ایران را شکل می‌دهند که سه رودخانه بزرگ کارون، کرخه و جراحی منابع آب اصلی تامین آب این بخش می‌باشند (شکل ٤٠). ویژگی‌های پستی و بلندی حاکی از آنست که منطقه از اراضی همواری تشکیل شده (شکل ٤١) که نوع پوشش آنها به طور کلی شامل کشاورزی، مرتع، تالاب‌ها و مراتع فقیر و اراضی بدون پوشش بیابانی می‌باشد (شکل ٤٢). این اراضی پوشیده از رسوبات ریزدانه و معمولا شور هستند (شهبازی و همکاران ۱۳۹۲) و درصورت خشکی، بسیار حساس به فرسایش بادی می‌باشند (Shahbazi et. al. 2014) (شکل ٤٣).

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

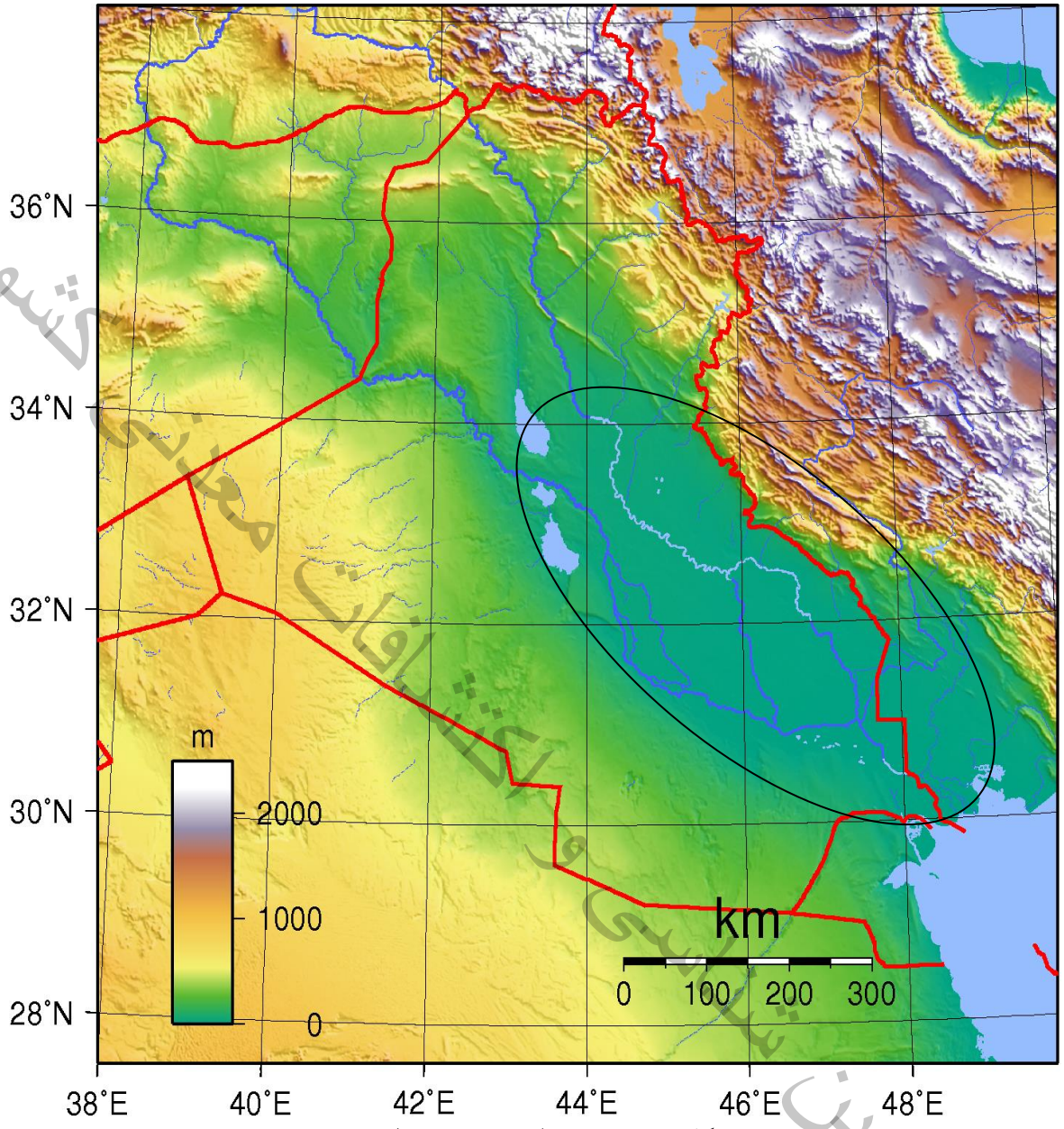
در سال‌های اخیر به ویژه از اوایل دهه ۷۰ هجری شمسی، مجموعه‌ای از عوامل از جمله احداث سد و برداشت در بالادست (به ویژه احداث سدهای متعدد بر روی سرشاخه‌های دجله و فرات در ترکیه و کنترل جریان ورودی به سوریه و عراق[۱])، وقوع خشکسالی‌های مکرر در منطقه، وقوع جنگ‌های متعدد و ناامنی در عراق و رهاسازی اراضی کشاورزی سبب شده تا کل این منطقه حاصلخیز و تالاب‌های منحصر به فرد آن، روند رو به خشکی را طی کنند. چنانکه طبق آمارها (UNEP 2001) در یک بازه زمانی حدود ۳۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۵۲) تنها ۱٤٪ از تالاب‌های منطقه بین‌النهرین در عراق باقی ماندند. شکل‌های تا ویژگی‌های عمومی این منطقه به تصویر آمده است.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

[۱] براساس آمار وزارت آب جمهوری عراق تنها ۸٪ از آب‌های موجود در این کشور در داخل کشور تولید می‌شود. ۷۵ درصد آب کشور عراق از ترکیه و باقی آن به طور تقریبا مساوی از ایران و سوریه منشاء می‌گیرد (Al Ansari 2013).



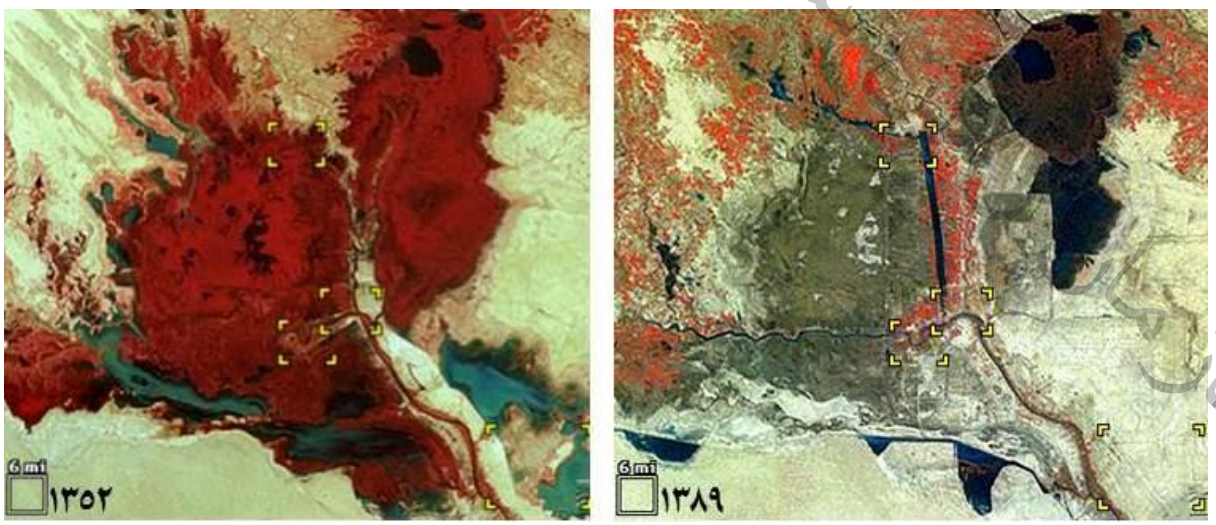
شکل ٤٠ منطقه بین‌النهرین (داخل خط قرمز) در جنوب عراق و غرب خوزستان و مجموعه رودخانه‌ها و آبراهه‌های تامین کننده آب آن



شکل ٤١ پستی و بلندی اراضی منطقه

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

شکل ٤٢ کاربری اراضی در عراق



شکل ٤٣ تغییرات سطح تالاب‌های جنوب‌شرق بین‌النهرین (هورالعظیم، تالاب‌های بین دجله و فرات و هور الحمار)
(سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۸۹)

آبی تیره: آب قرمز تیره: پوشش تالابی قرمز روشن: اراضی کشاورزی

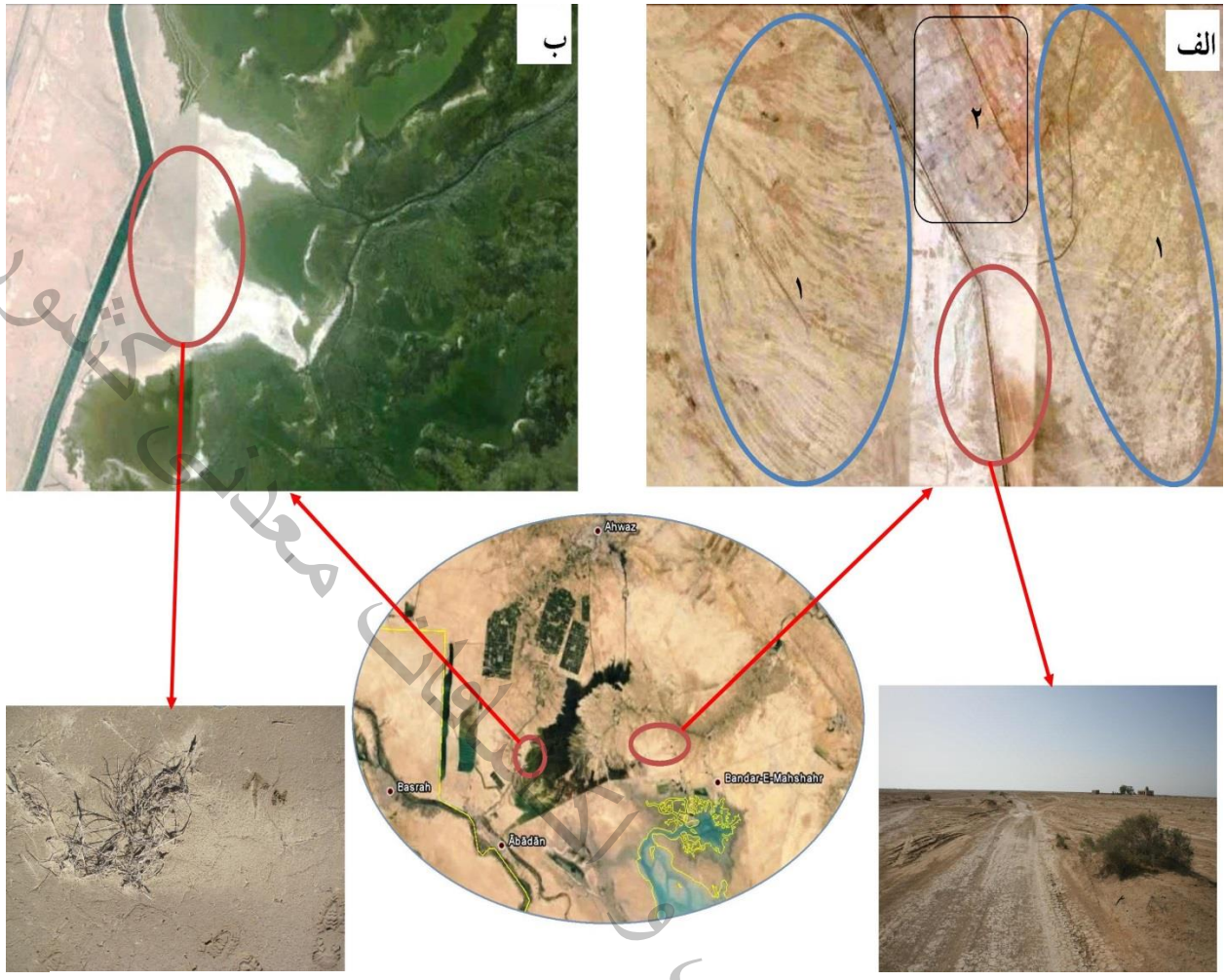
براساس بررسی‌های انجام شده در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (درویشی خاتونی و لک ۱۳۹۳، Shahbazi et. al. 2014)، کانون‌های ریزگرد جلگه خوزستان و منطقه بین‌النهرین عراق را می‌توان به چهار نوع اصلی تقسیم‌بندی کرد که عبارتند از:

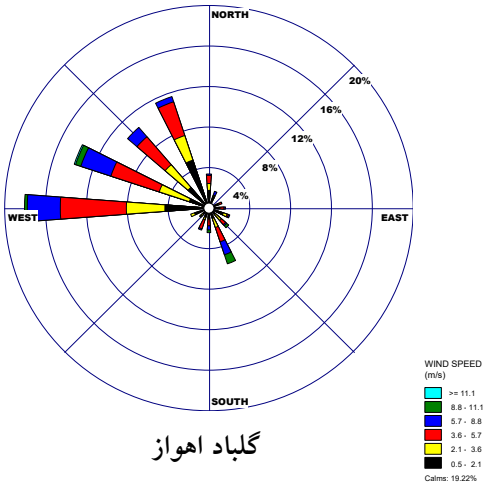
۱- آبراهه‌ها و کانال‌های آبی خشک شده
۲- اراضی کشاورزی رها شده (به دلیل خشک شدن آبراهه‌ها و کانال‌های آبی)
۳- حاشیه خشک شده تالاب‌ها (به دلیل خشک شدن آبراهه‌ها و کانال‌های آبی) و
٤- مخروط‌افکنه‌ها

نحوه شکل‌گیری کانون‌های گرد و غبار در جنوب و غرب جلگه خوزستان و داخل جلگه بین‌النهرین مشابه هم می‌باشد که یک منطقه نمونه از آن در شکل‌های ٤٤ و ٤٥ نشان داده شده است. همچنین نحوه شکل-گیری این کانون‌ها در اراضی مجاور در حاشیه‌های شمال‌شرقی و جنوب‌غربی بیشتر مشابه انواع آن در بیابان‌های داخلی ایران است. این کانون‌ها به طور غالب از خشکرودها، دشت‌های بدون پوشش و مخروط-افکنه‌ها تشکیل شده‌اند (شکل ٤٦).

پس از شناسایی انواع کانون‌ها و نحوه شکل‌گیری آنها در منطقه نیاز به پهنه‌بندی اراضی و تفکیک واحدهای کاری همگن به منظور تهیه نقشه پراکنش این کانون‌ها برای برداشت نمونه و اجرای برنامه‌های هدفمند مهار در هر پهنه باتوجه به ویژگی‌های اختصاصی هر پهنه می‌باشد که به این منظور از تحلیل دورسنجی برای بخش‌های مختلف استفاده شده است. شکل‌های ٤٧ تا ٤٩ نمونه‌ای از این تحلیل‌ها را برای منطقه هورالعظیم تا هورالحمار در دو فصل خشک و مرطوب نشان می‌دهد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور





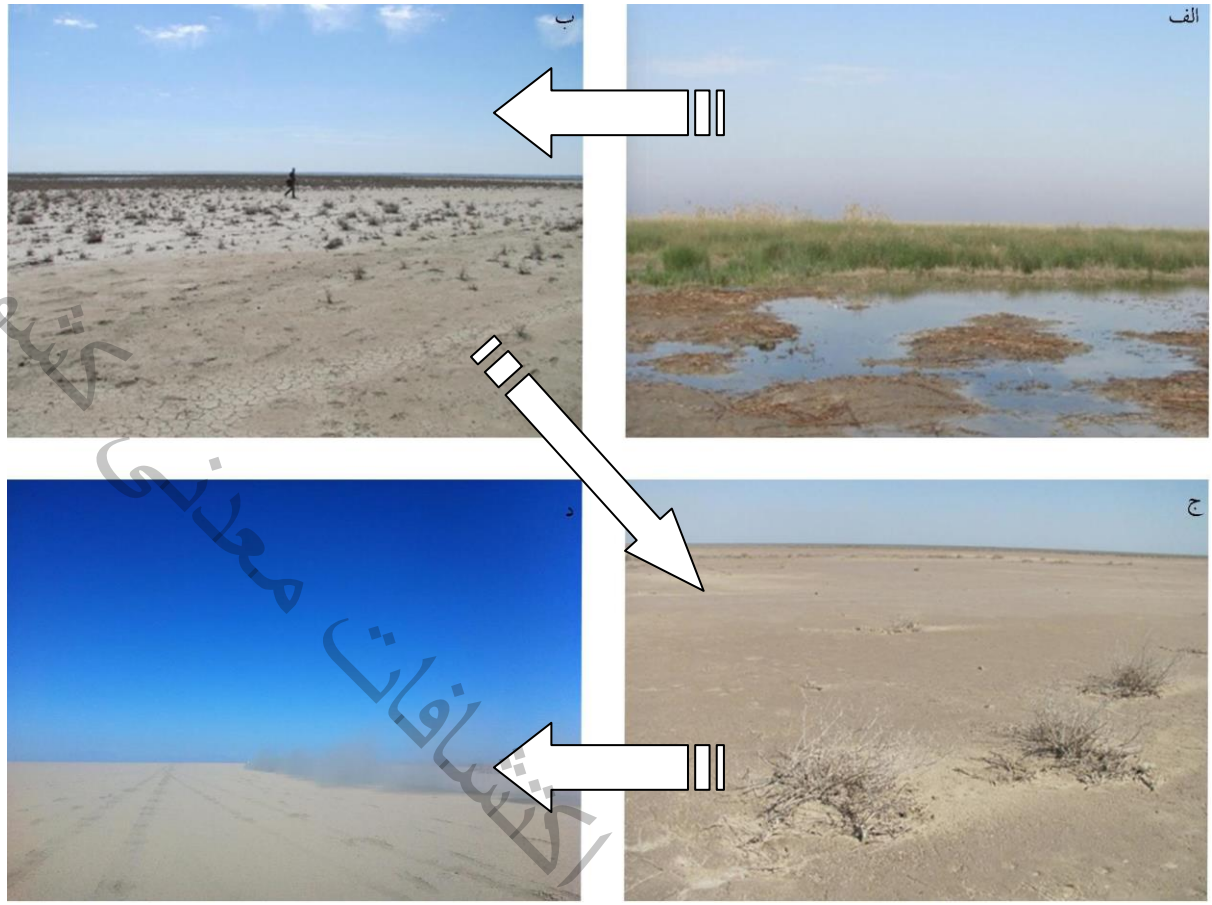
گلباد اهواز

شکل ٤٤ سه نوع کانون‌های گرد و غبار در جنوب جلگه خوزستان (Shahbazi et. al. 2014) در ارتباط با گلباد منطقه

الف ۱: شبکه آبراهه‌های خشک شده والف۲: اراضی کشاورزی رها شده (تحت تاثیر بادهای شمال‌غرب و جهت غالب حرکت ریزگرد به سمت جنوب و جنوب‌شرق)

ب: حاشیه خشک شده تالاب (تحت تاثیر بادهای جنوب شرق و جهت غالب حرکت ریزگرد به سمت شمال و شمال-غرب)

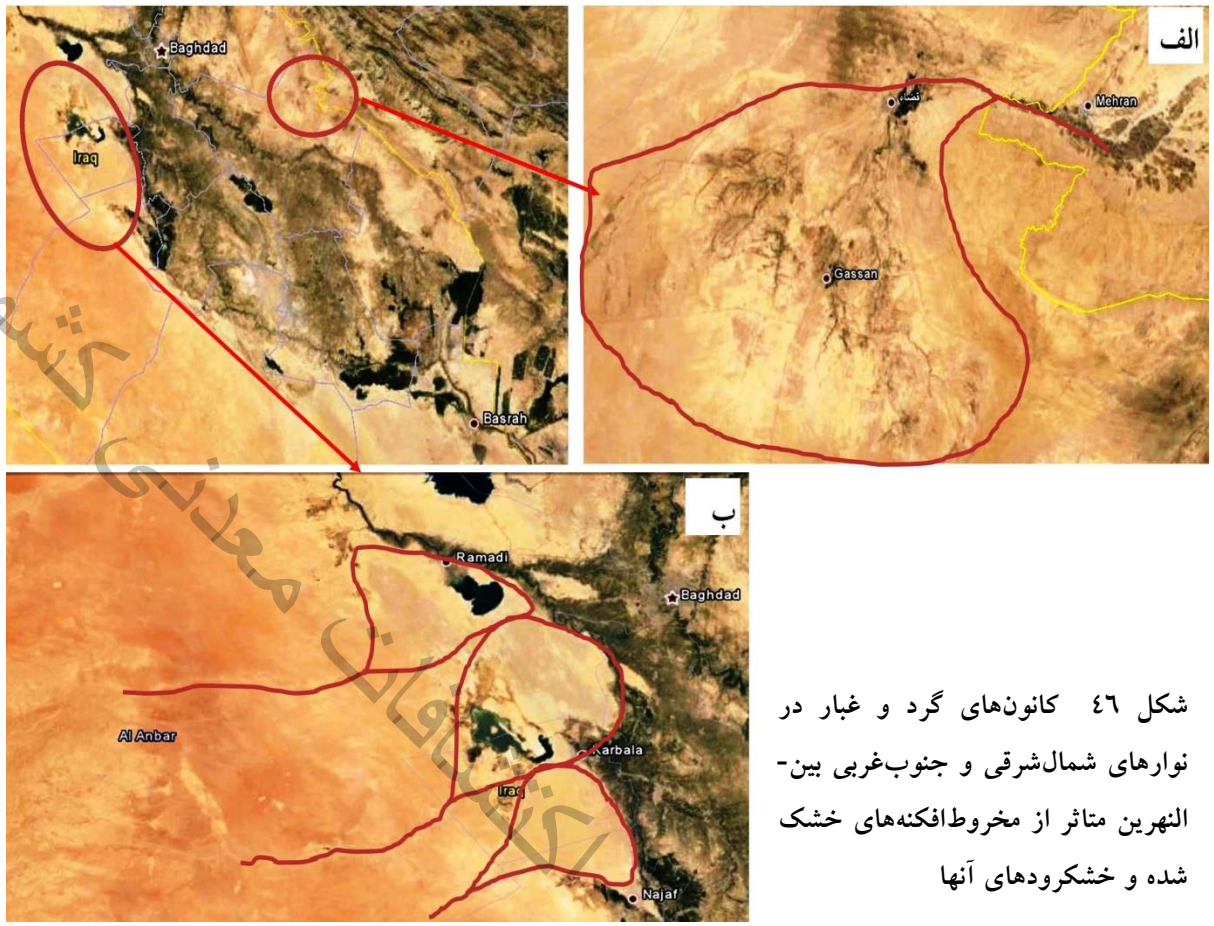
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



شکل ٤٥ مراحل مختلف تبدیل یک تالاب به یک منطقه برداشت ریزگرد (Shahbazi et. al. 2014)

(الف، ب و ج: در جنوب جلگه خوزستان در حاشیه تالاب شادگان، تاریخ عکسبرداری: بهمن و اسفندماه ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ و ج: بخش مرکزی جازموریان در جنوب شرق کشور، تاریخ عکسبرداری: آبان‌ماه ۱۳۹۳)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



شکل ٤٦ کانون‌های گرد و غبار در نوارهای شمال‌شرقی و جنوب‌غربی بین-النهرین متاثر از مخروط‌افکنه‌های خشک شده و خشکرودهای آنها

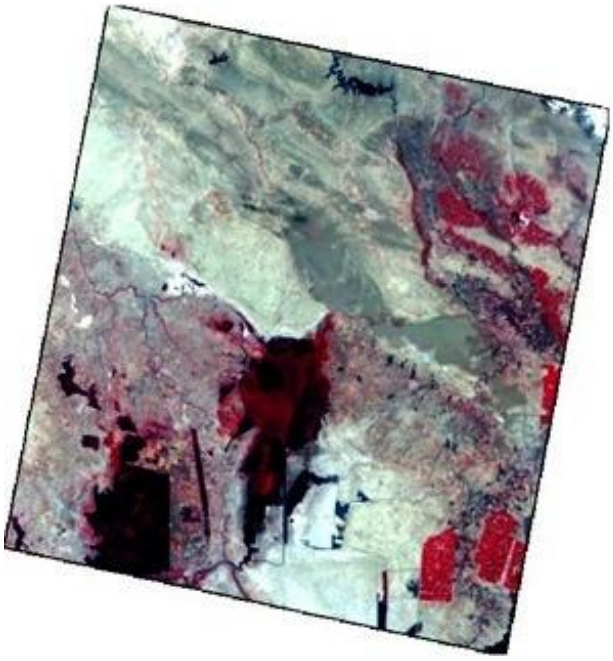
الف: مخروط‌افکنه رودخانه مهران پس از عبور از مرز و ورود به خاک عراق در منطقه غسان

ب: مخروط‌افکنه‌های خشکرودهای وادی عبید و وادی غزاوی در غرب نجف و کربلا

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

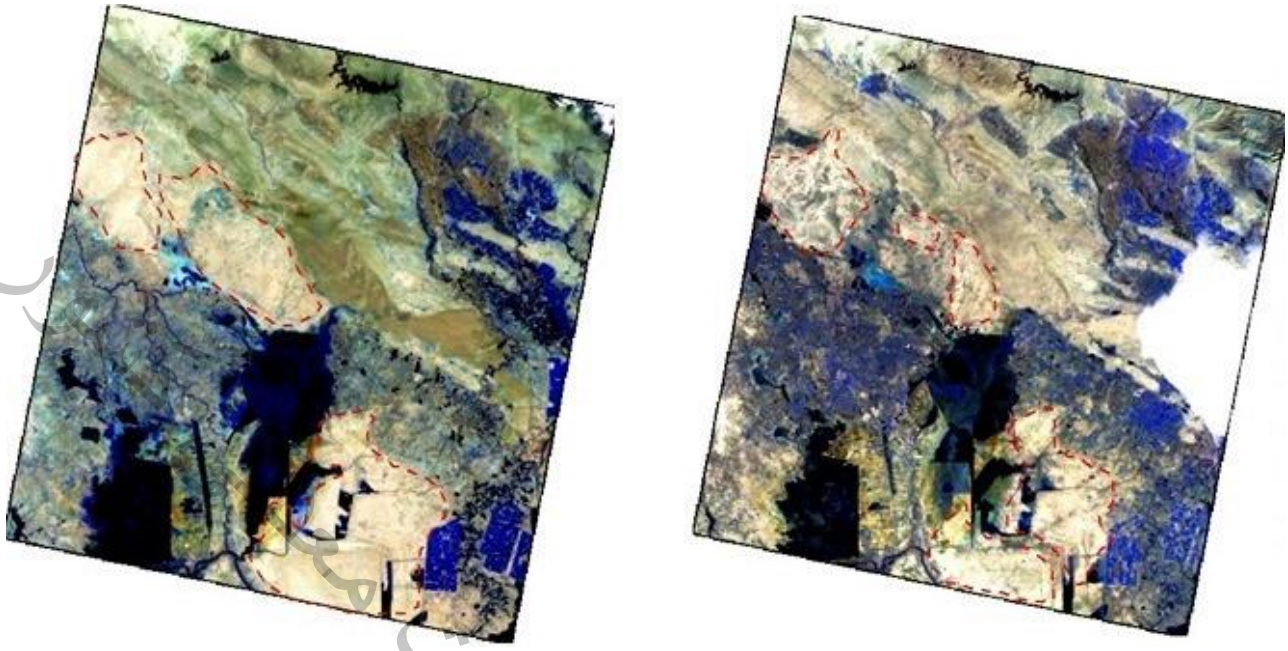
تصویرماهواره لندست۸،تاریخ۲دی ۱۳۹۳(۲۲دسامبر) تصویرماهواره لندست۸،تاریخ۲۴تیر۱۳۹۳(۱۵جولای)

شکل ٤٧ پوشش گیاهی بابازتاب سبز، نواحی تبخیری با رنگ فیروزه ای و نواحی مرطوب وآبی به رنگ تیره تا سیاه



تصویرماهواره لندست۸،تاریخ۲دی ۱۳۹۳(۲۲دسامبر) تصویرماهواره لندست۸،تاریخ۲۴تیر۱۳۹۳(۱۵جولای)

شکل ٤٨ ترکیب باندی ٥٤٣ ونمایش پراکندگی پوشش گیاهی با بازتاب رنگی قرمز (صحنه اطلاعاتی ۳۸-۱٦٦)

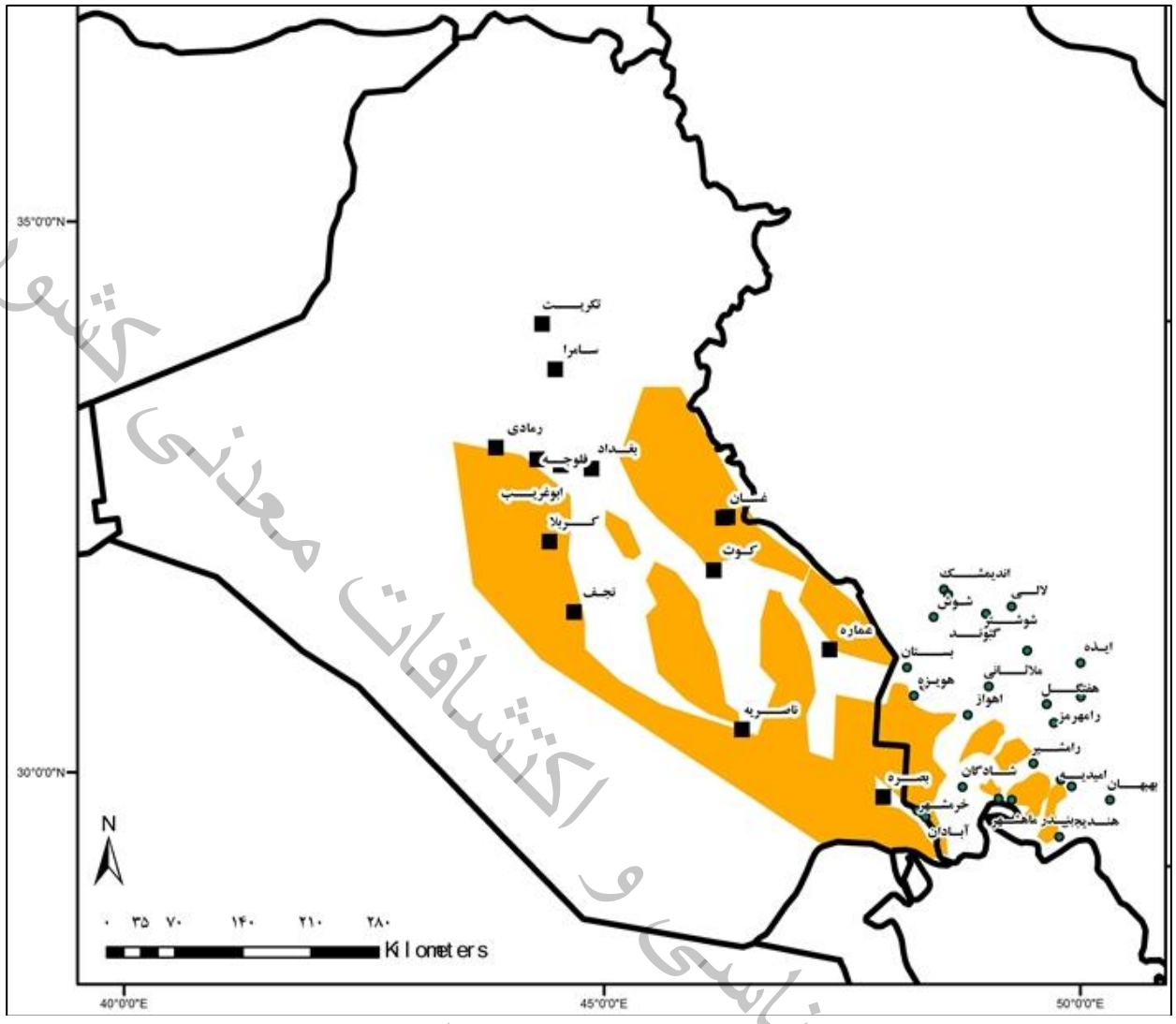


تصویرماهواره لندست۸،تاریخ۲دی ۱۳۹۳(۲۲دسامبر) تصویرماهواره لندست۸،تاریخ۲٤تیر۱۳۹۳(۱۵جولای)

شکل ٤۹ ترکیب باندی ۷٦۵ و نمایش پهنه‌های رسی با خط‌چین (صحنه اطلاعاتی ۳۸-۱٦٦)

در محدوده جنوب و غرب جلگه خوزستان اطلاعات پایه قابل استنادی در کشور موجود بود که با استناد به آنها نقشه‌های پایه تهیه گردید و سپس در ادامه با پیمایش زمینی (شکل‌های ۵۱ تا ۵۵)، جزئیات بیشتر استخراج شد. ولی عدم دسترسی به داده‌های پایه و همچنین عدم امکان پیمایش و بازدیدهای میدانی در عراق سبب شد تا اطلاعات مربوط به این منطقه بیشتر بر پایه بایگانی‌ها و پردازش سنجش از دور صورت پذیرد.

به همین دلیل تلفیق نتایج مربوط منجر به تهیه نقشه کانون‌های تولید ریزگرد در این منطقه شده‌است (شکل ۵۰) که سطوح وسیع‌تری را پوشش داده و نیاز است تا درصورت امکان یا اطلاعات بیشتری از کشور عراق دریافت شود و یا امکان حضور کارشناسان این کشور یا کارشناسان داخلی در محل‌های مورد نظر برای تدقیق داده‌ها فراهم آید. براساس همین اطلاعات باتوجه به نقشه شکل ۳۸، مساحت کانون‌های بالقوه در این منطقه حدود ۹۰ هزار کیلومتر مربع (٦۲٪ کل منطقه) می‌باشد که از این مساحت ۹۸۰۰ کیلومترمربع آن (۷٪ کل منطقه و ۱۰٪ کانون‌های بالقوه) در ایران (جنوب و غرب جلگه خوزستان) و مابقی در عراق (بین-النهرین و پیرامون آن) واقع شده است.



شکل ۵۰ کانون‌های بالقوه تولید ریزگرد در بین‌النهرین عراق و امتداد آن در جنوب و غرب جلگه خوزستان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

شکل ۵۱ همکاری مشترک سازمان زمین‌شناسی ایران و سازمان زمین‌شناسی بلژیک
(جنوب جلگه خوزستان و غرب تالاب شادگان اسفند۱۳۹۱)

شکل ۵۲ همکاری مشترک سازمان زمین‌شناسی ایران و سازمان زمین‌شناسی بلژیک
(جنوب جلگه خوزستان، شمال خرمشهر اسفند۱۳۹۱)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

شکل ۵۳ همکاری مشترک سازمان زمین‌شناسی ایران و سازمان زمین‌شناسی بلژیک
(جنوب‌شرق جلگه خوزستان، شمال بندر امام خمینی اسفند۱۳۹۲)

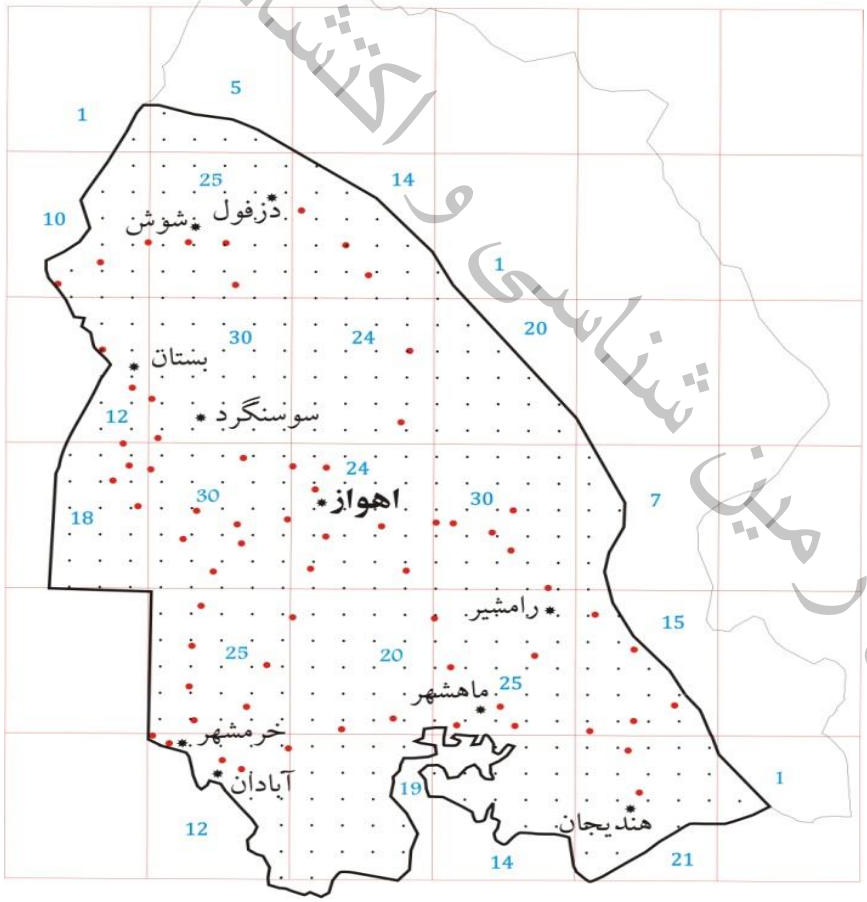
شکل ٥٤ نمونه‌ای از رسوبات منفصل در مناطق منشاء جنوب جلگه خوزستان

شکل ۵۵ نمونه‌ای از رسوبات متفصل حاوی نمک در مناطق منشاء جنوب جلگه خوزستان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳-۳- نمونه‌برداری و آنالیز

شکل ٥٦ شبکه نمونه‌برداری از خاک و رسوبات سطحی را نشان می‌دهد. چنانکه در توضیح روش کار ارائه شد، هدف از نمونه‌برداری، کسب اطلاعات کامل از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سطح اراضی مستعد تولید ریزگرد می‌باشد. همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها امکان ارزیابی عددی و ریاضی منشاءها را فراهم می‌آورد. درحال حاضر نمونه‌برداری از پهنه‌های مستعد استان خوزستان رو به اتمام است. نمونه‌های نوار غربی و شمالی اراضی خشک شده یا در معرض خشکی حاشیه دریاچه ارومیه پایان یافته و با برداشت نمونه از مناطق غربی استان‌های ایلام و کرمانشاه، نمونه‌برداری از نوار غربی کشور پایان می‌یابد. در ادامه و در ضمن آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌های نوار غربی، نمونه‌برداری از نوار مرکزی کشور شامل مناطق جنوبی استان‌های قزوین، البرز، تهران و سمنان و همچنین اصفهان در دستور کار قرار دارد.



شکل ٥٦ شبکه نمونه‌برداری در جلگه خوزستان (شامل ۳۵۰ نمونه)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

٤-برنامه‌ریزی اجرایی مهار

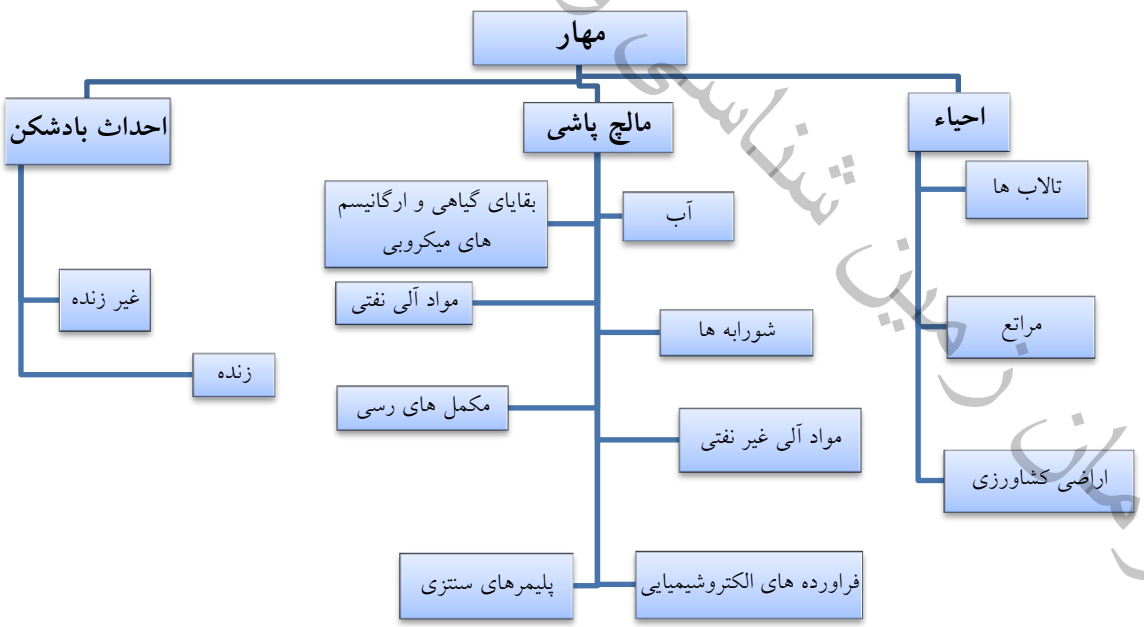
مهار ریزگرد مجموعه‌ای از برنامه‌های عملی و سخت‌افزاری هستند که به‌منظور جلوگیری از جابجایی ذرات رسوب یا خاک توسط باد و تولید ریزگرد اجرایی می‌شوند. این برنامه‌ها با سه هدف اصلی به شرح زیر اجرا می‌شوند:

- افزایش میزان چسبندگی بین ذرات و تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر
- کاهش سطوح تماس باد با سطح زمین
- کاهش سرعت باد به پایین‌تر از میزان آستانه فرسایش در یک منطقه

خود برنامه‌ها را نیز می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم بندی نمود:

- طرح‌های احیا (مراتع، اراضی کشاورزی، تالاب‌ها و ...)
- مالچ پاشی (نفتی، شیمیایی، گیاهی، سنگریزه‌ای و ...)
- و احداث بادشکن (زنده و غیر زنده)

که برای اجرای آنها در یک منطقه نیاز است در ابتدا مشخصات خاک‌شناسی و رسوب‌شناسی، ویژگی‌های زیرسطحی (پروفیل خاک، آب زیرزمینی و زیرسطحی و ...) و همچنین تاثیرات زیست‌محیطی بر جوامع محلی نواحی منشاء رسوب، شناسایی شده و سپس براساس این مشخصه‌ها نوع طرح(های) اجرایی مناسب با هر پهنه، تدوین و اجرا شود. نمودار ۱۱ روش‌های مختلف یک برنامه مهار را نشان می‌دهد.



نمودار ۱۱ روش‌های مختلف برنامه مهار

در این گزارش سعی شده تا در ابتدا روش‌های مختلف موجود براساس منابع مرور و بررسی شده تا در ادامه و مطابق با ویژگی‌های طبیعی سطوح مستعد یک یا ترکیبی از آن روش‌ها برای مهار اعمال شود.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

٤-١-احیاء

-تالاب ها

با توجه به اینکه، از بین بردن تالاب‌ها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در حوضه‌های آبریز بین‌النهرین (میان‌رودان)، کرخه و کارون و همچنین تمامی حوزه‌های آبخیز داخلی از ارومیه گرفته تا بختگان و هامون، خشک شدن تالاب های عراق بویژه هورالعظیم و هورالهویزه، یکی از مهم‌ترین عوامل گسترش ریزگردها در خاورمیانه می باشند. با توجه به اهمیت این موضوع، باید با انجام مدیریت آب، حق آبه‌های این تالاب‌ها تأمین شود تا رطوبت زمین بالا رفته وگرد و غبار کاهش پیدا کند. احیای تالاب ها موجب می‌شود که زیستگاه انسانی و کشاورزی فعال باشد و روشی برای حفظ اکوسیستم و جلوگیری از فرسایش خاک و حرکت شن‌های روان است.

-مراتع

هی (He) و همکاران (۲۰۰۷)، مناسب ترین روش در کاهش سرعت باد و تثبیت ماسه های روان را ایجاد پوشش گیاهی بر روی تپه های ماسه ای عنوان کردند. پوشش گیاهی به طور مؤثری حرکت ماسه های روان را کاهش داده، بنابراین تحرکات ماسه ها در سطح زمین کم شده و ماسه زار تثبیت می شود. در ایران، جنگلکاری به منظور تثبیت ماسه های روان، برای اولین بار در سال ۱۳۳۸ در ابعاد محدود در منطقه الباجی اهواز شروع گردیده، سپس در سطح گسترد ه ای با جنگلکاری تاغ در نواحی مرکزی کشور و سمر در جنوب توسعه یافت. آنچه امروز تحت عنوان تثبیت شن با استفاده از گونه های گیاهی معرفی می شود سابقه ای حدود ٤٠ سال دارد که با کاشت گیاهانی چون تاغ آغاز و همچنان ادامه دارد (اختصاصی، ۱۳۸۲). برای جنگل کاری به منظور تثبیت ماسه های روان، در مرکز و شرق کشور، تاغ و در جنوب و جنوب غرب از سمر(کهور پاکستانی) *Prosopis juliflora* و در سنوات اخیر از گونه های مختلف آکاسیا خصوصا آکاسیای چتری استفاده شده است. جوانشیر و همکاران (۱۳۷۵) با مطالعه مناطق رویشی سیاه تاغ، سفید تاغ، گز و پده، به این نتیجه رسیدند که سفید تاغ در مدت شش سال از زمان کشت، رشد بیشتری نسبت به سیاه تاغ در خاک های سبک داشته است. آنها اعلام کردند که گونه سفید تاغ در خاک های شنی با جذب شوری کمتر و رشد بیشتر، مناسب تر از سیاه تاغ است.

مهمترین نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش بادی، ایجاد ناهمواری است که بدین وسیله سرعت و تلاطم باد را در نزدیکی سطح خاک کاهش می دهد (رفاهی، ۱۳۷۸). در این میان، گیاهی فرسایش بادی را بیشتر کنترل می کند که مقدار پوشش گیاهی زیادتری را در زمانی از سال که زمین حساس به فرسایش است تولید نماید (Fryrear, 1995). صفائی قهنویه و همکاران (۱۳۸۹) احیای بیولوژیک مناطق خشک و بیابانی با گونه های درختی و درختچه ای را دارای فواید چندی از جمله تثبیت خاک، جلوگیری از

فرسایش، تولید هیزم، تیر و الوار برشمردند. قربانیان و همکاران (۱۳۸۹)، برای استفاده از شرایط بهینه موجود جهت استقرار *Haloxylon ammodendron* کاشت توأم گونه های مناسب را پیشنهاد نمودند. محمدی و همکاران، ۱۳۸۹ بیان داشتند که قیچ به لحاظ توان رویاروئی با خشکی و کم آبی، تأمین علوفه دامی و مهمتر از همه حضور در همه فصول سال به علت دائمی بودن، امکان حضور در شرایط رویشگاهی که مستعد فرسایش بادی است را داراست. محمدی و همکاران (۱۳۸۹) ارتفاع، تراکم و قدرت افزایش رشد ارتفاعی و افقی گیاه *Ammothamnus lehmanni* را از مهمترین ویژگی های مناسب آن جهت مهار فرسایش بادی برشمردند. سازگاری به خشکی، مقاومت در برابر شوری و قلیائیت خاک، دارا بودن سیستم ریشه ای عمیق و قوی، دارا بودن قدرت ذخیره آب در اندام هوائی و تولید تاج پوشش زیاد و متراکم، از ویژگی های گیاهان مناسب احیاء ماسه زارهای مناطق خشک می باشد (کنشلو،۱۳۸۰). در شهرستان جاسک استان هرمزگان، با توجه به شرایط اقلیمی، کمی یا فقدان نزولات جوی و وزش مداوم توفان های ماسه (دباغ، ۱۳۸۱) ، نیاز به گونه ای است که علاوه بر مقاومت به خشکسالی، سریع الرشد بوده و بتواند قبل از مدفون شدن توسط ماسه های روان، به حد مورد قبولی از رشد برسد (اکبریان، ۱۳۸٤).

-اراضی کشاورزی

اصل اساسی در کنترل فرسایش استفاده صحیح از زمین است. در روش های کنترل فرسایش بادی سعی می‌شود با افزایش زبری سطح خاک، سرعت باد در سطح خاک کاهش یابد و یا سرعت آستانه‌ای فرسایش بیشتر شود. برای کاهش فرسایش در زمین های کشاورزی می‌توان از روش‌های مختلف زراعی بهره گرفت. در اقدامات زراعی برای کنترل فرسایش خاک از پوشش گیاهی زنده یا از بقایای محصولات کشاورزی استفاده می کنند تا با کاهش تنش برشی باد، از خاک حفاظت کنند.

وقتی که پوشش گیاهی به حد کافی بلند و متراکم باشد، سرعت آستانه برای انتقال ذرات افزون می شود و خاک فرسایش نمی‌یابد. ریشه‌ها از راه کمک به استحکام مکانیکی خاک، از فرسایش آن جلوگیری می کنند (رفاهی، ۱۳۷۸).

شخم بیش از حد، به ویژه در خاک‌هایی با بافت سبک، موجب شکسته شدن خاکدانه‌ها شده، زبری سطح خاک را کاهش می دهد و خاک در معرض فرسایش بادی قرار می‌گیرد. به ویژه اگر کاه و کلش سطح خاک از بین رفته باشد یا به عبارت دیگر، پوشش مالچی کاهش یافته باشد. برای جلوگیری از تخریب ساختمان، عملیات کشت و زرع در خاک‌های غیرچسبنده باید محدود شود و تعداد ردیف های شخم نیز باید کاهش یابد.

عملیات کشت بدون شخم، که بذرپاشی به طور مستقیم در داخل کاه و کلش بقایای محصولات قبلی انجام می گیرد، هزینهٔ کارگر و هدر رفت خاک را کاهش داده و رطوبت و مواد آلی خاک را افزایش می‌دهد و ساختمان خاک بدون تغییر باقی می‌ماند.

به طور کلی می توان به روش های زیر فرسایش را در زمین های کشاورزی کاهش داد:

۱- استقرار و پایداری یک پوشش گیاهی خوب به طوری که بیشتر زمان سال زمین دارای پوشش باشد.

۲- استفاده از کشت متناوب به خصوص در مورد کشت های نواری به گونه ای که بخش های بدون پوشش دارای پوشش شوند.

۳- بر جای گذاشتن باقی محصول پس از برداشت.

٤- عمود قرار دادن نوارها نسبت به جهت باد غالب.

۵- استفاده از کود حیوانی

٦- استفاده از مالچ شنی

۷- استفاده از محصولات پلی مری (برای کشت های گران قیمت)

٤-۲- مالچ

مالچ یا پوشش خاک یک ابزار سریع و کوتاه مدت برای کنترل گرد و خاک می باشد. این ماده به صورت پوشش در سطح تپه ها و مناطق فرسایش پذیر پاشیده می شود و تا ۸۰٪ قادر است که مقدار فرسایش را کاهش دهد. از جمله مهمترین مالچ‌ها آب (آب شیرین، آب بازیافتی و آب دریا)، نمک و شورابه ها (کلرید کلسیم و کلرید منیزیم)، مواد آلی نفتی (امولسیون آسفالت، اسپری های نفتی و ...)، مواد آلی غیر نفتی (روغن های گیاهی، ملاس، چربی های حیوانی، لیگنین سولفونات و ...)، پلیمرهای سنتزی (پلی وینیل استات، وینیل آکریلیک، پلی لاتیس)، فرآورده های الکتروشیمیایی (آنزیم، محصولات یونی مثل کلرید آمونیوم)، روغن سولفوناته، مکمل های رس (بنتونیت، مونت موریلونیت) و بقایای گیاهی و ترکیبات آنزیمی سیلیکاته را می‌توان نام برد که برخی از آنها از جمله مورد اخیر از تکنولوژی بسیار جدید برخوردار بوده و تأثیرات مخرب زیست‌محیطی آنها نیز کم می‌باشد و برخی دیگر همچون مالچ‌های نفتی با وجود ارزانی، تأثیرات سوء زیست‌محیطی به همراه دارند.

-بقایای گیاهی و ارگانیسم های میکروبی

مالچ های آلی که از قدیم استفاده می شوند شامل علف خشک، کاه و کلش، پوست درخت، چوب خرد شده، برگ، علف چیده شده، خاک اره و کمپوست که این مواد به سهولت در دسترس هستند. این نوع مالچ ها علف های هرز را کنترل می کنند و همچنین می توانند مواد مغذی و آلی به خاک اضافه کنند، خاک را

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

در برابر فرسایش حفاظت کنند، باعث بهبود بافت خاک، بهبود ظرفیت و نگهداری رطوبت و البته باید توجه داشت که در هنگام استفاده از این گونه مواد (در مواردی که از کربن غنی هستند) مانند خاک اره و چوب خرد شده باید به مقدار کافی نیتروژن به خاک اضافه کرد.

شکل ۵۷ مالچ پاشی از طریق برگ و ساقه های خشک

شکل ۵۸ افزایش مواد آلی با استفاده از ارگانیسم‌های میکروبی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

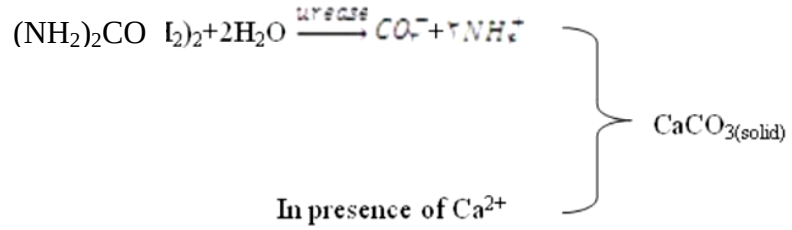
-رسوب گذاری زیستی کربنات کلسیم در خاک های ماسه ای و تأثیر آن بر افزایش مقاومت خاک

زیست فن آوری زمینی (Biogeotechnology) یکی از شاخه های جدید مهندسی ژئوتکنیک بر اساس استفاده از روش های زیستی در مسائل مهندسی ژئوتکنیک می باشد که تا به حال، محدود به کاربرد درختان یا گیاهان پوششی برای کنترل فرسایش خاک، حفاظت شیب، جلوگیری از گسیختگی شیب و کاهش تراوش آب به داخل شیب بوده است. با توجه به پتانسیل های میکروارگانیسم ها در ژئوتکنیک عمده کاربردهای آن بر انسداد زیستی پاکسازی زیستی و سیمانی شدن زیستی تمرکز دارد.

در پروژه هایی که نیاز به افزایش مقاومت و ظرفیت باربری زمین می باشد با توجه به شرایط حاکم از روش های مختلفی مانند اجرای پی های عمیق، مسلح کننده ها و یا مواد افزودنی و ... برای تقویت زمین استفاده می شود. با توجه به افزایش روزافزون پروژه های عمرانی، نیاز به کاهش معایب و یا ایجاد روش های سازگارتر با محیط زیست است که بتوان با هزینه ی پایین و آسیب کمتر به محیط زیست حداکثر راندمان را کسب کرد. روش سیمانی شدن زیستی از جمله جدیدترین روش هایی است که با استفاده از باکتری ها اقدام به ساخت بلورهای کربنات کلسیم به منظور ساخت محصولات دگرگون شده با مقاومت بالا می شود. این فرآیند می تواند خاک یا ذرات ریز دیگر (مواد متخلخل) را بدون از هم گسیختگی ساختار اولیه تثبیت کند. در این روش کاهش نفوذپذیری و هزینه ی اجرایی پایین می باشد. همچنین از لحاظ سازگاری با محیط زیست نیز مناسب بوده و دامنه ی گسترده ای از مواد و میکروارگانیسم ها می توانند بدون پیامد های زیست محیطی مضر در این روش استفاده شوند.

در این میان پژوهش های دیگر نیز بر روی کاربردهای غیر از مقاوم سازی خاک از جمله ترمیم مقاومت بتن با استفاده از میکروارگانیسم ها (Ramachandran et al., 2001) و اصلاح آلودگی خاک انجام شد. مقاوم سازی سطحی خاک در مناطقی که در آنها خطر گسترش شن های روان و بیابانزایی وجود دارد و نیز خاک هایی که مستعد تولید غبار و ریزگرد ها هستند را با این روش می توان به گونه ای اصلاح نمود که پیامدهای زیست محیطی این وقایع را به حداقل رساند.

روش انتخاب شده در این مطالعه بر اساس هیدرولیز اوره و تشکیل رسوب کربنات کلسیم در حضور یون Ca^{2+} می‌باشد (Whiffin et al., 2007).



پس از ته نشینی رسوب تشکیل شده، پوشش و اتصالی بین ذرات خاک ایجاد می شود که باعث افزایش مقاومت فشاری نمونه ها می شود. بنابراین علاوه بر باکتری، باید مواد واکنش دهنده یعنی اوره و یون کلسیم نیز در محیط وجود داشته باشند، که از طریق تزریق محلول های شیمیایی مورد نیاز تأمین می شوند .باکتری واکنش گر نیز در غالب خاک های طبیعی وجود دارد و همچنین با روش های مناسب می-توان آن را جدا سازی و کشت خالص مورد نیاز را تهیه نمود. هیدرولیز شیمیایی اوره (در غیاب کاتالیزور) یک فرآیند بسیار کند است که آنزیم اوره آز این واکنش را تقریباً 10^{14} برابر سریع تر می نماید. روش به-سازی زیستی بر اساس مدیریت واکنش‌های شیمیایی با سرعت بخشیدن به واکنش ها و تولید رسوب نسبتاً مقاوم می‌باشد. می‌توان گفت عوامل زیستی نقش یک واسطه برای افزایش سرعت واکنش را دارند.

پس از بررسی باکتری‌های دارای پتانسیل به‌سازی خاک و انتخاب باکتری مناسب، تغییر میزان مقاومت قابل دستیابی و میزان مواد مصرفی مورد ارزیابی قرارگرفت. روند مقاومت‌گیری خاک نیز در طول زمان با استفاده از این روش در یک سری ستون‌های آزمایشگاهی بررسی و تأثیر دانه‌بندی خاک نیز بر روند به-سازی به طور جداگانه مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین با استفاده از یک باکتری بومی روند سیمانی‌شدن آزمایش شد. نتایج بیانگر این است که حداکثر ۲۸ روز زمان برای رسیدن به مقاومت نهایی نیاز می‌باشد و دانه بندی خاک در توزیع باکتری، گیر افتادن آن و نحوه تزریق مواد، تأثیر به سزایی دارد. حداکثر مقاومت به دست آمده در این مطالعه حدود ۸۰۰ kPa می‌باشد، این مقدار با استفاده از باکتری بومی جداسازی شده حدود ۶۰۰ kPa می‌باشد. این مطلب بیانگر این است که باکتری‌های مختلفی در خاک وجود دارند که پتانسیل به‌سازی زیستی را داشته و می‌توانند متناسب با کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار گیرند (کاهانی و همکاران، ۱۳۹۱).

-آب

آبیاری سطحی، راه حل کوتاه مدت ارزانی برای کنترل گرد و غبار است. آب با متراکم کردن ذرات سطح، گرد و غبار را مهار می کند. با این حال، تأثیرآن بستگی به دما و رطوبت دارد. آب می تواند برای یک دوره کوتاه زمانی نیم ساعت تا دوازده ساعت مؤثر باشد (فولی و همکاران، ۱۹۹۶).

تامپسون (۱۹۹۰) دریافت که آب در کنترل گرد و غبار در معادن زغال سنگ ۸۵٪ مؤثر بوده است. تأثیر آب در کنترل گرد و غبار در جاده‌ها و بسترهای ناهموار۴۰٪ تخمین زده شده است.

-شورابه ها

در آب و هوای گرم و خشک به علت سرعت تبخیر بالا، تأثیر آب خالص کم می باشد. گزارش می کند که آب دریا مؤثرتر از آب های شیرین است که به عنوان یک مهار کننده با توجه به حضور نمک به طور

گسترده استفاده می شود در این دسته از مهار کننده ها ترکیبات کلرید منیزیم و کلرید کلسیم وجود دارد (سندرز و Addo، ۱۹۹۳). نمک با جذب رطوبت از هوا سطح را مرطوب، نگه می دارد و از این طریق گرد و غبار را مهار می کند (فولی و همکاران.، ۱۹۹۶). اما کلرید سدیم در مناطق خشک مهار کننده خوبی نیست، زیرا تنها زمانی که رطوبت بیش از ۷۵٪ باشد آب را جذب می کند. مهار کننده دیگر کلرید کلسیم است که در شورابه های نمک طبیعی موجود است. توانایی کلرید کلسیم برای جذب آب از هوا تابعی از رطوبت نسبی و دمای محیط است. کلرید کلسیم در مکان هایی با رطوبت بالا و دمای پایین مؤثرتر است (فولی و همکاران،۱۹۹۶).

شکل ۵۹ سینی‌های تحت تیمارهای مختلف محلول ترکیبی کلرید منیزیم و کلرید کلسیم

این ترکیب که یکی از محصولات جانبی استحصال نمک در کویرهای مرکزی کشور می‌باشد به نام تلخ‌آبه شناخته می‌شود.

تحقیقات نشان داده که مقادیر کمتر از نیم لیتر (با چگالی ۱/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در هر متر مربع، فرسایش‌پذیری خاک را تا حدود بسیار معنی‌دار (بیش از ۹۰ درصد) کاهش می‌دهد (ناصری و همکاران ۱۳۹۲).

این مالچ به طور سنتی برای تثبیت راه‌های خاکی کاربرد داشته و از دهه ۲۰ میلادی در ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفته است.

آثار زیست‌محیطی و هزینه آن به نسبت مالچ‌های نفتی کمتر بوده ولی با توجه به حلالیت بالا و شسته شدن در مناطقی با بارندگی زیاد قابلیت استفاده آن محدود است.

این مالچ سبب افزایش معنی‌دار شوری خاک شده و به دلیل ایجاد خشکی فیزیولوژیکی، جوانه زنی بذر گیاهان را با مشکل مواجه می‌سازد (ناصری و همکاران ۱۳۹۳).

Bolander (a۱۹۹۹) گزارش می کند که کلرید کلسیم در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، به عنوان مثال، شروع به جذب آب در رطوبت نسبی ۲۹٪ و در ۳۸ درجه سلسیوس شروع به جذب آب در رطوبت نسبی ۲۰٪ می کند.

کلرید منیزیم مؤثرتر از کلرید کلسیم است، زیرا کشش سطحی را افزایش می دهد و زمانی که خشک است دارای سطح سخت تری است. دارای نقطه انجماد پایینی (۳٤ C°-) است و به عنوان یک عامل یخ زدایی استفاده می شود. کلرید منیزیم در رطوبت نسبی ۳۲٪ در جذب آب از هوا مستقل از دما است. در درجه حرارت بالاترنسبت به کلرید کلسیم رطوبت پسند تر باقی می ماند ، بنابراین برای آب و هوای خشک مناسب تر است. در مقایسه با آب، نمک در کنترل گرد و غبار اگر رطوبت کافی در دسترس باشد مؤثر تر هستند. اثر نمک برای کنترل گرد و غبار به طور قابل توجهی با گذشت زمان کاهش می یابد. خواص کاهش گرد و غبار توسط کلرید منیزیم، حدود ۱۲ هفته می باشد. مشکل دیگر با نمک این است که آنها در محیط به آسانی پراکنده می شوند (فولی و همکاران.، ۱۹۹٦).

-مواد آلی نفتی

مواد آلی نفتی شامل امولسیون آسفالت، cutback solvents، اسپری نفتی، امولسیون آسفالت اصلاح شده و... می باشند. که این مواد نیز باعث متراکم شدن ذرات سطح می شوند. اما این مواد با محیط زیست سازگار نیست؛ ضمن اینکه عمری دو ساله دارند و هر دو سال یک بار باید در بیابان‌ها پاشیده شود. همچنین استفاده از آنها، رشد پوشش گیاهی راغیر ممکن می کند.

شکل ٦۰ عملیات مالچ پاشی مالچ نفتی

مالچ نفتی اولین بار برای تثبیت خاک و ماسه‌های روان در سال ۱۸۹۰ در مسیر راه آهن آسیایی روسیه استفاده شد. سابقه استفاده از این مالچ در ایران به سال ۱۳٤٦ در اراضی فتح آباد بویین‌زهراء بازمی-گردد (جعفریان ۱۳۸۵).

کاربرد این مالچ بیشتر در پهنه‌های درشت دانه‌تر (محتوی ماسه بیشتر) و یا تثبیت تپه‌های ماسه‌ای می-باشد و با توجه به ترکیب شیمیایی آن مخاطرات زیست‌محیطی نیز به همراه دارد.

مالچ نفتی سیاه رنگ است و رنگ آن باعث افزایش دمای خاک تا ۲۰ درجه سانتیگراد می‌شود. این موضوع میکرواقلیم‌های منطقه‌ای و در نتیجه بادهای منطقه‌ای ایجاد می‌کند که ایجاد این بادهای منطقه‌ای عاملی برای ورود ذرات خاک مخلوط با مالچ نفتی به شهرها و روستاهای نزدیک و در نتیجه عامل بروز بیماری-های تنفسی در افراد است. علاوه بر این با نشستن این ذرات روی محصولات کشاورزی، روزنه محصولات بسته و تنفس سلولی در آنها دچار اختلال می‌شود و در نتیجه حجم تولید محصولات کشاورزی کاهش پیدا می‌کند. همچنین مالچ نفتی در دمای ٦٠ درجه سانتی گراد پاشیده می شود که برای این کار به کمپینگ‌های حرارتی و تجهیزات سنگین برای پاشیدن نیاز دارد.

-مواد آلی غیر نفتی

مواد آلی غیر نفتی شامل لیگنین سولفونات، رزین (صمغ کاج)، مشتقات گیاهی و ملاس می‌باشند. لیگنین یک پلیمر معطر آمورف پیچیده‌ای است که به عنوان یک چسب برای الیاف سلولز در چوب عمل می‌کند. ۱۷-۳۳٪ وزن خشک چوب را شامل می شود و به هیدرولیز مقاوم است. لیگنین سولفونات به عنوان یک سیمان ضعیف ذرات خاک را به هم متصل می کند. لیگنین سولفونات ها در طول خشکی‌های طولانی مدت با رطوبت کم مؤثر هستند. اثر لیگنین سولفونات ها ممکن است در آب کاهش می یابد و یا به طور کامل نابود و در حضور باران سنگین حل شوند (Bolander، 1999a).

روغن های غیر اشباع شامل کلوفون، اولئیک و اسید لینولئیک است. محصولی از صنعت خمیر چوب است که از چوب کاج بدست می آید که در گریس، رنگ آلکیدی رزین، مشمع کف اتاق، صابون‌ها، قارچ کش، امولسیون آسفالت، فرمولاسیون لاستیک و ... استفاده می شوند. روغن های غیر اشباع باعث افزایش پیوند بین ذرات خاک می شود، با این حال، در بارندگی های طولانی مدت میزان تأثیر این محصول کاهش می-یابد (Bolander، 1999a).

روغن‌های گیاهی شامل عصاره بذر، میوه، و یا آجیل و... می‌باشند به طور کلی مخلوطی از گلیسریدها هستند برخی از نمونه های روغن های گیاهی روغن کانولا، روغن سویا، روغن دانه پنبه و ...می‌باشند. روغن های گیاهی با افزایش تراکم و پیوستگی ذرات سطح باعث مهار ریزگردها می شوند (Piechota, et al. 2002).

ملاس عصاره‌ای غلیظ، تیره و چسبناک، و یک محصول جانبی در روند تهیه شکر از چغندرقند و یا نیشکر است که شامل تقریبا ۲۰ درصد ساکارز، ۲۰ درصد قند احیا شده، ۱۰ درصد خاکستر، ۲۰ درصد شکر و ۲۰ درصد آب است و پس از باران های سنگین، ملاس در آب حل خواهد شد (سندرز و Addo، 1993). این نوع از مهار کننده های گرد و غبار پر طرفدارترین راهکار موقت اتصال بین ذرات سطح می-باشند (Bolander، 1999a).

محصولات پلیمر مصنوعی با خاصیت چسبندگی که دارند به اتصال ذرات گرد و غبار کمک می‌کنند. محصولاتی مانند پلی وینیل استات و وینیل اکریلیک در پلیمرهای مصنوعی استفاده می‌شود. در آزمایشگاه، تأثیر افزودن پلیمرهای مصنوعی بر متراکم شدن ذرات بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از پلیمرها مقاومت کششی خاک رس در جاده‌ها تا ده برابر افزایش یافته است.

-مکمل های رسی

نتایج تحقیق مجدی و همکاران نشان داد که مالچ‌های رسی در برابر باد مقاوم هستند، ولی زمانی که زیر بمباران ذرات موجود در جریان باد قرارگیرند، فرسایش می‌یابند. درتحقیق مذکور، تیمار ترکیبی از ۲۵۰ گرم شن و ۲۵۰ گرم خاک رس و ۲۵ گرم کاه بهترین تیمار برای تثبیت ماسه‌ها شناخته شد. بر اساس نظر دیوف و همکاران مقاومت لایه به خراشیدگی تشکیل شده در سطح، با افزایش میزان رس بیشتر می‌شود. میزان خاک فرسایش یافته در نمونه‌ای که ۱۰ تا ۲۰ گرم رس بنتونیت در هر یک کیلوگرم شن اضافه شده است، ۲۰ تا ۳۰ برابر نسبت به شاهد کاهش می یابد.

چارمن و مورفی بیان کردند که رس به طور معمول فرسایش پذیری خاک را کاهش می‌دهد، همچنین کاتیون کلسیم نقش مؤثری در به هم آوری کلوئیدهای خاک وکاهش فرسایش پذیری دارد. در این راستا حضیرئی و همکاران (۱۳۹۲) از مالچ‌های طبیعی با ترکیب رس و آهک به عنوان تثبیت کننده‌های ماسه‌های روان استفاده کردند. به منظور آماده‌سازی بستر تیمارها از ماسه‌های بادی دشت یزد- اردکان و از خاک دشت رسی اطراف میبد (به عنوان مالچ) استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی با نسبت های مختلف رس و آهک به اضافه یک لیتر آب آماده شد. سپس بر روی ماسه بادی داخل سینی های مخصوص دستگاه سنجش فرسایش بادی یا تونل باد به ابعاد ۱۰۰× ۳۰× ٤ سانتیمتر تیمارهای مالچ رس- آهک پاشیده شد. نتایج نشان داد که با افزایش رس، شاخص عای مقاومت فشاری، مقاومت به ضربه و سایش به طور نسبی افزایش می‌یابد. ولی از بین تیمارها نسبت ۲۰۰ گرم رس و ۱۰ گرم آهک در یک لیتر آب در مالچ ترکیبی رسی- آهکی می‌تواند به عنوان مناسب‌ترین تیمار به منظور تثبیت موقت ماسه‌های روان تا زمان استقرار نهال‌ها توصیه گردد.

-پوشش سنگی

در مناطقی که امکان کاشت پوشش گیاهی وجود ندارد، پوشش سنگی می‌تواند انتخاب مناسبی باشد. این پوشش مانند مالچ عمل می‌کند و در مناطق مستعد فرسایش به عنوان پوششی مناسب از بلند شدن خاک منطقه در اثر فرسایش جلوگیری می‌نماید. میزان و اندازه‌های سنگ‌های مورد استفاده در پوشش سنگی بستگی به قدرت فرسایش پذیری منطقه دارد.

می توان با انتقال و پهن کردن و سپس غلتک کردن ریگ ها در مناطقی که منشاء تولید گرد و غبار هستند با این پدیده برخورد کرد که این امر علاوه بر هزینه کم، عوارض مختلف مالچ پاشی نظیر بوی بد، ازبین رفتن گیاهان و ... را ندارد.

-پلیمرهای سنتزی

مالچ پلیمری پلی لاتیس

پلی لاتیس پلیمری با پایه مواد طبیعی آب دوست است که وقتی آب به آن اضافه می گردد به علت رقیق شدن زنجیره‌ها یا مارپیچ‌های آن از همدیگر جدا شده و پیوند های هیدروژنی شکسته می‌شود و زنجیره‌ها بدون تأثیر هر نیرویی به شکل آزادانه در حرکتند. بنابراین جایگاه‌های واکنش‌های الکترواستاتیک درون شبکه‌ای همراه با کریستال‌های معدنی فعال می‌شود. پلی‌لاتیس رقیق شده با جایگاه‌های واکنش الکترواستاتیک کاملا فعال، وقتی در مجاورت ذرات رسوب قرار می گیرند، درگیر واکنش از نوع کووالانسی می‌شوند که می تواند ذرات را به هم بچسباند. این شبکه پلیمری الکترولیتی یک نوع شبکه پایدار و محلول در آب بوده و با حرارت نیز شکسته نمی‌شود. محلول پلی لاتیس دارای چکالی نزدیک به آب، بدون بو و رنگ است. روان بودن، گرانروی یا لزجت پائین و قابلیت پمپ شدن بالا از ویژگی‌های هیدرومکانیکی آن می‌باشد. دارای منافذ ریز توپر با آب و از نظر وزن و حجم شبیه ژل می‌باشد. این شبکه‌ها اول به شکل روان است که با گذشت زمان و با از دست دادن آب سخت و شکننده می‌شوند. به واسطه داشتن آب جز شبکه‌های آبدوست تقسیم بندی می‌شوند. تجزیه شیمیایی پلی‌لاتیس نشان‌دهنده منومرهای گلوکز، اسید منوگلوکرونیک، پلی ساکارید و مواد معدنی می‌باشد و مواد مصنوعی (بجز مواد کاتیونی که در هنگام عملیات صحرائی به عنوان کراسنگ کننده به پلی‌لاتیس اضافه می‌شود) در ساختار پلی لاتیس وجود ندارد. بنابراین در طبیعت کاملا تجزیه پذیر و زیست سازگار می‌باشد.

برای استفاده از پلیمر پلی‌لاتیس ابتدا بایستی با آب مخلوط گردد، بنابراین آن چه در محیط استفاده می‌شود محلولی است که ۹۸ درصد آن آب و مابقی از نانو حلقه های بیوپلیمری و یکسری مواد معدنی در قالب یون‌های غلیظ شده تشکیل شده است. به دلیل ویسکوزیتی یا لزجت کم، به صورت مایع روان بوده و چگالی آن نزدیک به آب است. روان بودن مناسب این پلیمر امکان پمپاژ آن به عنوان یک مالچ غیرنفتی را با استفاده از پمپ های مربوطه فراهم می آورد.

نتایج پژوهشی میدانی نشان از کارایی بالای این پلیمر در تثبیت شن و خاک دارد. طبق گزارشی که از این پژوهش در ویژه نامه زمستان ۱۳۹۳ مجله «پژوهش های محیط زیست» به چاپ رسیده است، پلی‌لاتیس پلیمری است که ۹۸ درصد آن از آب تشکیل شده و قادر است پس از اسپری شدن به سطح مورد نظر، با

ذرات ماسه و خاک واکنش داده و باعث چسبیده شدن آن ها به یکدیگر شود. بنابراین گزارش علمی، چنین اقدامی باعث مقاومت شن و خاک در مقابل بادهایی با سرعت بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت می‌گردد.

طبق بیان محققین، این پلیمر که بسته به شرایط عمومی منطقه و میزان پاشش، دارای ماندگاری ۱۲ تا ۱۸ ماهه است مزیت های متعددی نسبت به مالچ های نفتی دارد که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: سازگاری با محیط زیست، امکان پاشش در تمام شرایط آب و هوایی، عدم نیاز به تجهیزات گرمکن و خاص برای پاشش، بی خطر بودن برای مجریان و کارگران هنگام پاشش، دسترسی آسان و ارزان، آب دوست و غیرقابل اشتعال، نفوذپذیر نسبت به آب باران و هدایت آن به لایه های پایینی. اما کمتر بودن دوره ماندگاری و قابلیت شکسته شدن در مقابل فشارهای نقطه ای از نقاط ضعف پلی لاتیس در مقابل مالچ‌های نفتی ذکر شده است.

مطالعات انجام شده در کاشان توسط مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور (۱۳۸۷) نشان داد که استفاده از پلی لاتیس به عنوان مالچ غیر نفتی در تلفیق با جنگل کاری گونه تاغ، موفقیت آمیز نبوده و قبل از رشد کامل نهال ها، با شروع فصل گرما، مالچ تخریب می‌گردد. این تحقیق منجر به شناسائی نقایصی از جمله خاصیت انعطاف پذیری بسیار کم و شکنندگی زیاد، مقاومت برشی بسیار کم سطوح مالچ پاشی شده و حساسیت زیاد پلی لاتیس در مقابل اشعه ماورا بنفش خورشید گردید. به گفته شرکت سازنده بعد از پاشش در کاشان ضخامت لایه را از یک به پنج میلی متر رسانده، مقاوت برشی خاک را از ۰/۸ به ۸ کیلو نیوتن بر متر مربع رسانده و انعطاف پذیری شبکه را افزایش داده است. تحقیقات تجربی اسمتس و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که اگر چه مالچ به طور مؤثر حفاظت سطح خاک را انجام می دهد، نوع خاک، نوع شیب و نوع مالچ تا حدودی اثر مالچ را در کاهش فرسایش خاک توسط آب تحت تأثیر قرار می‌دهد. پن سک و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی بر روی دو قطعه زمین مرتفع در شمال شرقی تایلند در یک شیب ملایم تحت شرایط خاک ورزی حداقل که در یکی دارای مالچ و در دیگری که فاقد مالچ بود درصد عملکرد ذرت و وضعیت فرسایش خاک را مورد بررسی قرار دادند. بعد از گذشت سه سال عملکرد در منطقه بدون استفاده مالچ پایین تر (۲/۲۷ میلی گرم در هکتار) نسبت به منطقه حفاظت شده با مالچ (۳/۹–۴/۲ میلی گرم در هکتار) گزارش شد تحقیقات تجربی هانگ و همکاران (۲۰۰۸) در مزارع گیاهان چوبی در مناطق نیمه گرمسیری استرالیا نشان دادکه مالچ ها تأثیری در ارتفاع درخت و ویژگی فیزیولوژیکی سطح برگ و همچنین تأثیری در میزان آب مورد استفاده در اکالیپتوس نداشته ولی مالچ میزان آب مورد استفاده در درخت صمغ را افزایش می دهد و باعث افزایش ارتفاع این درخت و توسعه فیزیولوژیکی سطح برگ آن می شود.

برای استفاده از پلیمر پلی لاتیس ابتدا بایستی با آب مخلوط گردد، بنابراین آن چه در محیط استفاده می‌شود محلولی است که ۹۸ درصد آن آب و مابقی از نانو حلقه های بیو پلیمری و یکسری مواد معدنی در قالب یون های غلیظ شده تشکیل شده است.

این ماده بعد از پاشش روی ماسه به داخل آن نفوذ می کند و با یکسری ترکیبات پیوند دهنده درون ماسه متصل شده و یک شبکه بیو پلیمری تشکیل می دهند. این شبکه ذرات موجود در ماسه را به هم وصل می کند و مانع از بلند شدن ماسه ها می شود.

نوحه گر و همکارن (۱۳۹۰) کارائی پلیمر پلی لاتیس در حفاظت خاک در مقابل فرسایش بادی را با توجه به شرایط شرجی بودن استان هرمزگان مورد بررسی قرار دادند تا در صورت کارائی، این ماده بتواند جایگزین مالچ نفتی گردد. بعد از گذشت تقریباً یک ماه بعد از پاشش ماده نانوئی به علت خشک شدن محلول پلی‌لاتیس در شرایط طبیعی ترک‌های بسیار باریک و کوچکی روی منطقه پاشش مشاهده گردید. که با گذشت زمان در منطقه پاشش وسعت این ترک ها بیشتر شد و به صورت پوسته-پوسته در منطقه نمایان گردید. با این وجود با توجه به تغییر نکردن وضعیت توپوگرافی، شیب و ثابت بودن اعداد شاخص در این منطقه می‌توان نتیجه گرفت استفاده از ماده نانویی اصلاح شده باتوجه به شرجی بودن (میانگین رطوبت نسبی سالانه ۵۶/۹ درصد) توانسته است با اتصال بین ماسه ها مانع از بادکندگی ماسه ها شود.

٤-۳-باد شکن ها

واژه بادشکن که در زبان فارسی برای کلماتی مانند windbreak و shelterbelt بکار برده می شود معمولا شامل دیواره هایی از چند ردیف درخت، بوته، سرشاخه و سایر مصالح مشابه است که به منظور حفاظت مزارع، جاده ها، تاسیسات، کانال های آبرسانی، کمربند سبز اطراف شهرهای مناطق بیابانی برای جلوگیری یا کم کردن اثرات فرسایش بادی و گرد و خاک، فرسایش خاک و در یک کلام برای کم کردن سرعت باد بکار می رود.

باد شکن‌ها موانعی هستند که به دو صورت زنده و غیر زنده در مسیر باد و در مناطق آسیب پذیر فرسایشی ایجاد می‌شوند و در کاهش سرعت باد نقش مهمی دارند. بادشکن‌های زنده مانند کاشت درختان به صورت ردیفی و بادشکن‌های غیر زنده شامل حصارها، دیوارها و موانعی هستند که توسط انسان ساخته می‌شوند. بادشکن‌ها و نوارهای حفاظتی باید از لحاظ ارتفاع، تراکم، خلل و فرج، شکل و عرض موانع گیاهی به طور مطلوب طراحی شوند.

ایجاد موانع در مسیر جریان باد با کاهش تنش برشی در قسمت پشت مانع و به دام انداختن ذرات در حال حرکت، به کنترل فرسایش بادی کمک می‌کنند، هر چند که ممکن است جریان آشفتگی که در قسمت پشت این موانع ایجاد می‌شود، اثر حفاظتی آنها را کاهش دهد. موانع نیمه متراکم کارامدترین موانع هستند، اگر

چه کاهش سرعت باد در این موانع کمتر از فنس‌های متراکم است، ولی جریان گردابی و آشفتگی در پشت این موانع کاهش می‌یابد.

شکل ٦١ احداث بادشکن غیرزنده

شکل ٦٢ احداث بادشکن زنده

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مانعی که عمود بر جهت باد غالب است تا فاصلهٔ ۲۰ برابر ارتفاع مانع در قسمت بادپناه، نیروی فرسایشی باد را تا بیش از ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. کاهش سرعت در فاصلهٔ نزدیک تر به مانع بیشتر است. در جاهایی که بادهای فرساینده از جهات مختلف می‌وزند، طراحی شبکهٔ شطرنجی بهتر است.

شکل۶۳ شبکه بادشکن شطرنجی

استقرار بادشکن‌ها فواید زیادی برای گیاهان دارد. این فواید عبارتند از: بهبود رابطهٔ آب و گیاه، افزایش راندمان آبیاری، کاهش آفات و امراض، و گسترش فصل رشد در سطح نوارهای حفاظتی که منجر به افزایش توسعهٔ محصولات، زودتر بالغ شدن گیاه و به دست آوردن سود قابل توجهی شود.
بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که بازدهی رشد محصولات در پشت بادشکن بیشتر است، اگر چه اثرهای روی عملکرد می‌تواند با توجه به نوع محصولات، شرایط و فصول تا حد زیادی متفاوت باشد.

-کاربرد گیاهان در معماری فضای سبز جهت کنترل فرسایش و تثبیت خاک

چهار بخش از گیاهان مانع فرسایش خاک توسط باد می شوند که عبارتند از : برگ‌های متراکم که مانع وزش باد می‌شوند، شاخه‌های متراکم که شدت باد را کنترل کرده و از شدت آن می‌کاهند، چند تنه بودن

درختچه ها و پوسته‌های زبر که شدت باد در موقع وزش از لابه‌لای آنها کاهش می‌یابد، ریشه‌های افشان در نزدیکی سطح زمین که سطح خاک را سخت به هم می‌چسباند (سید ابوالقاسم، ۱۳۸۹).

کمربند سبز، یکی از راهکارهای مهار گرد و غبار است. معمولاً برای اجرای طرح کمربند سبز از گونه‌های سازگار، ماندگار و مناسب با شرایط اقلیمی مورد نظر استفاده می‌شود که این طرح می‌تواند فضای سبز مناطق حاشیه‌ای شهر باشد، در این کمربندهای سبز انواع مجموعه‌های فضای سبز تفریحی، ورزشی و گردشگری ایجاد می‌شود. افزایش و توسعه پوشش گیاهی درختان، موجب کاهش میزان آلودگی ناشی از گرد و خاک می‌شود. کمربند سبز شهرها با هدف کاهش آلودگی هوا و افزایش لطافت آن ایجاد می‌شود. اجرای کمربند سبز در اطراف شهرها نقش بسیار زیادی در زیبایی و کاهش میزان آلودگی هوا دارد. ایجاد کمربند سبز علاوه بر تلطیف هوا، از ورود گرد و غبار و آلودگی به شهر جلوگیری می‌کند. کمربند سبز برای جلوگیری از ورود گرد و غبار و ریزگرد، تلطیف و تعدیل هوا مؤثر است.

پروژه‌های کمربند سبز در شهرها معمولاً با هدف ایجاد بادشکن و فیلتر طبیعی به‌منظور مقابله با پدیده گرد و غبار، شن‌های روان، بادهای موسمی و ایجاد اکوسیستم طبیعی پیش‌بینی می‌شوند. یکی از مهمترین تأثیرات این پروژه‌ها توسعه فضاهای سبز شهری و تولید اکسیژن است. علاوه بر این، گیاهان با فرایند تعریقی که انجام می‌دهند دمای محیط را تعدیل می‌کنند. به‌طوری‌که پوشش‌های گیاهی قادرند در گرم‌ترین روزهای تابستان دمای محیط پیرامون خود را تا چهار درجه سانتی‌گراد کاهش دهند و در عین حال ۵۰ درصد بر رطوبت هوا اضافه کنند. از دیگر تأثیرات عمده فضای سبز، جذب گرد و غبار است، به‌طوری‌که یک هکتار فضای سبز شهری از نوع درختی و پوشش چمنی و بوته‌ای قادر است در هر نوبت بارندگی ۶۸ تن گرد و غبار را جذب کند.

ایجاد کمربند سبز در اطراف شهرها می‌تواند در فروکش کردن گرد و غبار منطقه موثر باشد و تا حدی مشکل گرد و غباری که در شهرها مشاهده می‌شود و با وزش کم‌ترین باد، خاک فراوانی به هوا بلند می‌شود را کاهش دهد.

گردآوری اطلاعات در مورد انواع روش‌های مهار و کاربرد آنها در شرایط مختلف و همچنین مقایسه آنها با یکدیگر همچنان ادامه دارد و تلاش می‌شود تا در مرحله اجرای طرح بتوان مجموعه‌ای از این روش‌ها را براساس اصول استاندارد بین‌المللی و با نگاه به تجربه‌های داخلی به کار گرفت.

نتایج حاصل شده تا این بخش حاکی از آنست که مهار ریزگردهای داخلی و خارجی نیازمند تدوین طرحی اجرایی مشتمل بر همه انواع برنامه‌های اجرایی برشمرده شده می‌باشد. ازآنجاکه بحران اخیر ریزگرد در منطقه ناشی از سوء مدیریت داخلی و عدم همکاری کشورهای منطقه در مدیریت منطقه‌ای منابع آب می‌باشد، بدون شک جهت احیای اراضی تخریب شده نیاز به عزم منطقه‌ای و رایزنی‌های دیپلماتیک می‌باشد

تا حق‌آبه‌ها و رژیم تخصیص آنها، نیازهای اقتصادی-اجتماعی و اکولوژیکی جوامع پایین‌دست را برآورده سازد (شکل‌های ٦٤ و ٦٥).

نوع رسوبات، پراکنش آنها و فاصله آنها با مراکز جمعیتی و کشاورزی در منطقه، چه در مناطقی که از گذشته منشاء ریزگرد بوده‌اند و چه کانونهایی که در سال‌های اخیر ایجاد شده‌اند به گونه‌ایست که می‌توان در برخی از آنها از مالچ‌های نفتی، در برخی از مالچ‌های شیمیایی و در برخی از مالچ‌های گیاهی استفاده نمود.

شکل ٦٤ سدهای موجود در حوضه دجله و فرات (Al Ansari 2013)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

شکل ٦٥ سد آتاتورک در جنوب ترکیه و در سرشاخه‌های فرات با حجم مخزن ٤٨/٧ میلیارد متر مکعب (حجم مخزن کل سدهای ایران براساس آخرین اطلاعات دریافتی: ٤٨/٨ ملیارد متر مکعب)

به عنوان یک اصل کلی، هر نوع برنامه مهار که در میان مدت و یا بلند مدت همراه با استقرار پوشش گیاهی در پهنه‌های منشاء و برنامه‌های احیای اکوسیستمی (تالاب، مرتع، جنگل، کشاورزی و ...) نباشد، صرفا یک مسکن مقطعی است. به همین دلیل نیاز است تا همه این طرح‌ها در قالب برنامه‌های احیایی میان مدت و بلند مدت تدوین، طراحی و اجراء شود. این موضوع همکاری همه نهادهای داخلی، منطقه‌ای و بین‌المللی را می‌طلبد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۵-برنامه کاهش اثرات و مهار ریزگرد

نگاهی به تجربه های جهانی و ملی مرتبط با پدیده هایی همچون تغییر اقلیم و خشکسالی، بیابان زدایی، تخریب سرزمین و اکوسیستم ها، فرسایش خاک و رسوب و وقوع طوفان های گرد و غبار و همچنین آثار آنها بر زیست کره و پایداری جوامع انسانی نشان می‌دهد که این مسائل ذاتاً اموری چند تخصصی در حوضه علوم زمین هستند و جهت شناخت، مدیریت و آمادگی برای مواجهه با آنها، مراکز علمی-پژوهشی و اجرایی متعدد در قالب کارگروه‌های فرابخشی و به صورت زنجیره ای (و نه موازی) با هم همکاری می-نمایند. به این ترتیب شکل گیری کارگروه ملی ریزگرد گامی مهم و پایه ای در راستای مدیریت و مهار این پدیده بوده‌است.

هر برنامه اجرایی مهار ریزگرد نیازمند بازه‌ای از زمان برای عملی شدن می‌باشد و در این زمان ناگزیر باید مطالعات پدیده شناسی و برنامه‌های کاهش اثرات زیست‌محیطی، اقتصادی-اجتماعی و سلامت جامعه در قالب برنامه‌های پایش و هشدار انجام شود. در این طرح پیشنهاد می شود که تا زمان حصول به نتایج مطلوب و همچنین به‌منظور جلوگیری از تداخل وظایف و موازی کاری که بی شک موجب هدررفت سرمایه و زمان خواهد بود، کمیته ریزگرد در قالب سه گروه تخصصی "پدیده شناسی"، "پایش و هشدار" و "مهار" به فعالیت خود ادامه دهد. بدیهی است در این حالت ممکن است یک نهاد به فراخور نوع وظیفه در بیش از یک گروه تخصصی حضور داشته باشد، ضمن اینکه نهادهای مختلف در راستای اهداف کلان کارگروه، تبادل اطلاعات نیز خواهند داشت (جدول ۱).

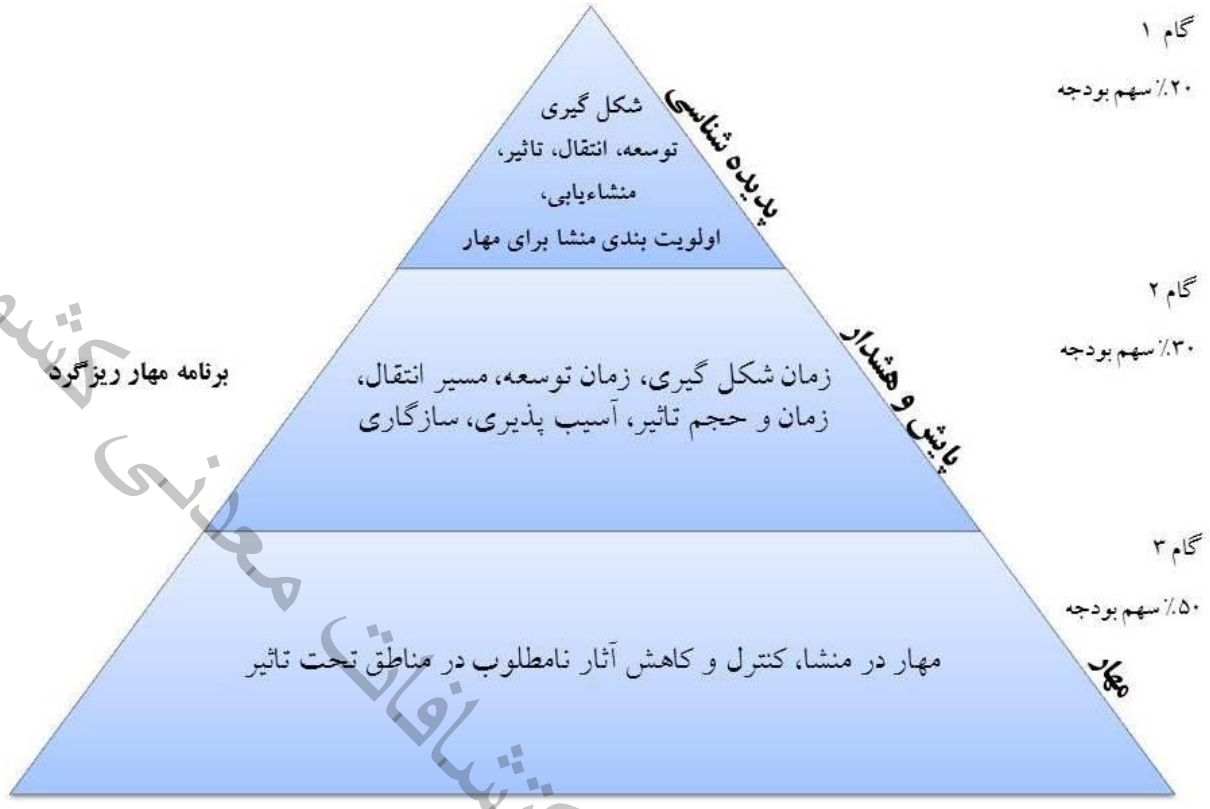
از سوی دیگر پیش‌بینی از حجم فعالیت‌ها در هر گروه تخصصی نیز در نمودار ۱۲ نمایش داده‌شده است. این نمودار سهم بودجه هر گروه تخصصی را نیز براساس حجم و نوع فعالیت‌ها ارائه داشته است. بدیهی است که فعالیت‌های پدیده‌شناسی، پایش و هشدار یک فرایند دایم می‌باشد و در مقابل مهار یک عملکرد محدود به یک زمان مشخص است. ولی باتوجه به اینکه حجم و نوع فعالیت‌های مهار بیشتر اجرایی و هزینه‌بر است، سهم بودجه‌ای بیشتری برای این بخش درنظر گرفته شده است.

البته توجه به پیوست بودجه ۱۳۹٤ و کنکاش در بودجه‌های تخصیص داده شده به طرح‌های مرتبط با موضوع ریزگرد نشان از آن دارد که این سهم‌ها چندان در تخصیص اعتبارات و هزینه‌کرد آنها (دست کم در سال‌های اخیر) دخیل نبوده‌است (جدول ۲). شاید هنوز زود باشد تا به سهم تخصیص یافته بودجه‌ها به نهادهای مختلف و همچنین گروه‌های تخصصی گوناگون متمایز نشده به عنوان عاملی موثر بر عدم موفقیت برخی برنامه‌های مهار گذشته، اشاره شود، ولی به طور مسلم می‌توان انعکاسی از نوع نگاه تصمیم‌گیران را در این جدول یافت.

جدول ۱ تقسیم وظایف پیشنهادی گروه‌های تخصصی مختلف به تفکیک وزارتخانه، سازمان و نهادهای مرتبط

گروه‌های تخصصی		
پدیده شناسی: **- فرایند شکل‌گیری** **- فرایند توسعه** **- فرایند انتقال** **- فرایند تاثیر** **- منشاءیابی** **- اولویت‌بندی منشا برای مهار**	**پایش و هشدار:** **- زمان شکل‌گیری** **- زمان توسعه** **- مسیر انتقال** **- زمان و حجم تاثیر** **- آسیب پذیری** **- سازگاری**	**مهار** **- مهار در منشاء** **- کنترل و کاهش آثار نامطلوب در مناطق تحت تاثیر**
✓ وزارت علوم (دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی) ✓ وزارت صنعت، معدن و تجارت (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی) ✓ وزارت راه و شهرسازی (سازمان هواشناسی) ✓ وزارت جهاد کشاورزی (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری) ✓ وزارت نیرو (مدیریت منابع آب ایران) ✓ سازمان حفاظت محیط زیست	✓ وزارت راه و شهرسازی (سازمان هواشناسی) ✓ سازمان حفاظت محیط زیست ✓ وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی ✓ وزارت جهاد کشاورزی ✓ وزارت راه و شهرسازی ✓ وزارت کشور ✓ سازمان مدیریت بحران ✓ جمعیت هلال احمر ✓ نیروی انتظامی ✓ صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران	✓ وزارت جهاد کشاورزی (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری) ✓ سازمان حفاظت محیط زیست ✓ وزارت نفت ✓ وزارت صنعت، معدن و تجارت (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی) ✓ وزارت نیرو (مدیریت منابع آب ایران) ✓ وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی ✓ وزارت امور خارجه ✓ سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



نمودار ۱۲ حجم فعالیت‌ها در هر گروه تخصصی به تفکیک اولویت گام‌ها و سهم بودجه

جدول ۲ تخصیص بودجه‌های مرتبط با موضوع ریزگرد در پیوست برنامه ۱۳۹٤ به گروه‌های تخصصی مختلف (در این جدول نام نهادهای دریافت کننده ذکر نشده‌اند)

	پدیده شناسی	پایش و هشدار	مهار
بودجه تخصیص یافته	-	ریال ۳۵۹،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰	ریال ۸،۷۸۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰
درصد	۰	٤	۹٦

به موازات برنامه‌های بلند مدت، نیاز است که برنامه‌های کوتاه‌مدت مواجهه و مدیریت بحران را نیز مدنظر داشت. بدون شک تا زمان اجرایی شدن یک برنامه جامع و همه‌جانبه‌نگر، این پدیده با شدت بیشتر و در سطوح جغرافیایی گسترده‌تر، رخنمون خواهد داشت. تحلیل از وقایع گذشته و نقش نهادهای مختلف در هنگام وقوع پدیده منجر به تهیه نمودار ۱۳ شد که در آن گام‌ها زمانی و نقش بخش‌های مختلف و بازه زمانی عملکرد هریک به تفکیک روشن شده است (جدول ۳).

نمودار ۱۳ حجم فعالیت‌ها در هر گروه تخصصی به تفکیک اولویت گام‌ها در برنامه کوتاه‌مدت مدیریت بحران

جدول ۳ بازه زمانی عملیاتی در هر گام مدیریت بحران در ارتباط با یک واقعه و سهم بودجه گام‌ها

گام	بازه زمانی عملیاتی	سهم از بودجه ٪
۱	از ٤٨ ساعت قبل از زمان وقوع	۱۵
۲	۲ ساعت قبل از وقوع تا پایان واقعه	۲۰
۳	در طول وقوع پدیده	٤۰
٤	پس از وقوع (در صورت نیاز)	۵
۵	پس از وقوع (تا ٤٨ ساعت)	۲۰

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

٦-جمع‌بندی

طرح حاضر مطابق با جدول زمان‌بندی ۵ ردیف اول را در نوار غربی کشور در دستور کار دارد و پس از ورود به ردیف ٦ در نوار غربی، ردیف‌های ٤ و ۵ برای نوار مرکزی کشور اجرایی می‌شود.

جدول ٤ شرح وظایف و زمان‌بندی طرح ملی و منطقه‌ای ریزگرد برنامه سال ۱۳۹٤ وزارت صنعت، معدن و تجارت (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

ردیف	عنوان	ماه ۱	ماه ۲	ماه ۳	ماه ٤	ماه ۵	ماه ٦	ماه ۷	ماه ۸	ماه ۹	ماه ۱۰	ماه ۱۱	ماه ۱۲	ماه ۱۳	ماه ۱٤	ماه ۱۵
۱	جمع آوری اطلاعات															
۲	جهت یابی و تعیین محدوده منشاء های بالقوه															
۳	پهنه بندی و تفکیک واحدهای کاری همگن															
٤	طراحی شبکه نمونه برداری															
۵	برداشت نمونه															
٦	آنالیزهای آزمایشگاهی															
۷	پردازش و تحلیل داده ها															
۸	گزارش نهایی															

جهت تهیه نمونه‌های ریزگرد مناطق تحت تاثیر داخلی، نیاز به شبکه‌ای از دستگاه‌های جمع کننده غبار در شهرهای مختلف داخلی است که ممکن است بتوان این نمونه‌ها را (باتوجه به استانداردهای مورد نظر) از شبکه دستگاه‌ها سازمان حفاظت محیط زیست تامین نمود و یا اقدام به تجهیز و راه‌اندازی شبکه‌های جدید کرد. در این‌خصوص و همچنین در مورد روش‌های مختلف مهار کانون‌ها نیاز است تا جهت جلوگیری از موازی‌کاری و اتلاف هزینه و زمان، وزارت صنعت، معدن و تجارت حضوری فعال در کارگروه ملی ریزگرد داشته باشد تا به این ترتیب امکان بهره‌برداری از امکانات و مشاوره با کارشناسان سایر نهادهای فعال (به‌ویژه در این دو موضوع) فراهم آید.

نمونه‌برداری از سطوح گسترده در کشور عراق چالش بزرگ طرح می‌باشد. ناگفته پیداست که این کشور هم‌اکنون با مسائل پیچیده امنیتی دست به گریبان است و این موضوع سبب شده تا مسائل زیست‌محیطی نظیر موضوع ریزگرد در اولویت‌های مسئولین آن کشور قرار نداشته باشد و البته امکان تامین امنیت

کارشناسان و حضور آنها در سطح این کشور نیز تضمین نشده است. در این خصوص توجه به تجربه سایر کشورها در حل این مشکلات نشان می‌دهد که می‌توان با اتکا به سایر ظرفیت‌ها (حضور پیمانکاران ایرانی در عراق، کاروان‌های زیارتی و ...) و همچنین رایزنی با کارشناسان آن کشور، حداقل نمونه‌هایی از سطح این کشور جمع‌آوری نمود تا به این ترتیب اطلاعاتی از نوع این رسوبات و درجه آلایندگی آنها به دست آورد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

منابع اصلی[1]

احمدی بیرگانی ح.، ۱۳۹۲، بررسی گرد و غبار وارده به غرب ایران و تعیین مسیر حرکت آن (مطالعه موردی شهرهای آبادان و ارومیه)، رساله دکتری دانشگاه تهران

احمدی، ح.، ۱۳۸۷، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد۲، بیابان-فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ص. ۷۰۶.

اختصاصی م.، ۱۳۸۲، تعیین حداقل انبوهی نهال تاغ جهت طراحی بادشکن های درختی و کنترل فرسایش بادی در شرایط ایران مرکزی، چکیده مقالات همایش ملی تاغ و تاغ کاری در ایران، سازمان جنگل ها و مراتع کشور، صص ۳-۲.

اکبریان م.، ۱۳۸٤، بیابان و بیابان زدائی در هرمزگان، بندرعباس، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان (داخلی)

پژوهشکده بی‌المللی ژئوانفورماتیک دانشگاه تهران، ۱۳۹۳، مطالعه و بررسی اولیه کانون‌های فعال گرد و غبارهای فراگیر در غرب آسیا (با تاکید بر طوفان‌های ورودی به ایران)

جعفریان و.، ۱۳۸۵، مالچ و مالچ‌پاشی در ایران، وزارت جهاد کشاورزی (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری)

جلالی ن.، ۱۳۸۸، طرح شناسایی چشمه‌های غبار در عراق و سوریه، مرکز تحقیقات مقابله با کم آبی و خشکسالی

جوانشیر ک.، دستمالچی، ح.، عمارتی ع.، ۱۳۷۵. بررسی اکولوژیک و اکوفیزیولوژیک در گونه های تاغ، پده و گز در بیابان های ایران، مجله بیابان ۱ (۲و ۳ و ٤): صص ۸۳-٦۷.

حضیرئی ف.، زارع ارنانی م.، ۱۳۹۲، بررسی تأثیر مالچ رسی- آهکی بر تثبیت ماسه های روان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۷، شماره ۲. ص ۳۸۰- ۳۷۳.

دباغ ع.، ۱۳۸۱، طرح تفضیلی اجرائی تثبیت شن و بیابان زدائی چنالی – سدیج و بیاهی، بندرعباس، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان

درویشی خاتونی ج. و لک ر.، ۱۳۹۳، منشاء و ترکیب ریزگردهای استان خوزستان با استفاده از ژئوشیمی رسوبی و تصاویر ماهواره‌ای، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

رفاهی ح.، ۱۳۷۸. فرسایش بادی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۲۲۰.

سید صدره ا.، ۱۳۸۹، معماری فضای سبز(محوطه سازی)، انتشارات سیمای دانش

صفائی قهنویه ا.، باباخانی س.، کریم زاده ح.، ۱۳۸۹، معرفی گونه های گیاهی مؤثر در کنترل فرسایش بادی، یزد، دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفا ن های گردو غبار

قربانیان د.، شرفیه ح.، مظفری م.، مسلم ا.، ۱۳۸۹. معرفی گونه های مناسب جهت کاشت همراه تاغ برای استفاده بهینه از فضای خالی بین بو ته ای و تقویت اکوسیستم مناطق دارای پراکنش تاغ، یزد، دومین همایش فرسایش بادی و طوفان های گرد و غبار

کاهانی م.، کلانتری ف.، بزاز زاده ر.، میرزایی ب.، ۱۳۹۱، رسوب گذاری زیستی کربنات کلسیم در خاک های ماسه ای و تأثیر آن بر افزایش مقاومت خاک. فصلنامه علمی محیط زیست شماره ۵۲.

کنشلو ه.، ۱۳۸۰، جنگل کاری در مناطق خشک، تهران، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور

محمدی ا.، متین خواه ح.، خواجه الدین ج.، ۱۳۸۹، شناسائی اکولوژی قیچ به عنوان گونه مؤثر در کنترل فرسایش بادی، یزد، دومین همایش فرسایش بادی و طوفان های گرد و غبار

[1] جزئیات بیشتر از منابع مورد استفاده در سایت پژوهش‌های کاربردی زمین‌شناسی، مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور موجود است که درصورت نیاز در اختیار مخاطبان قرار می‌گیرد.

ناصری ح. ر.، شبانی م.، کشتکار ا. ر.، ۱۳۹۲، بررسی کارایی محلول ترکیبی کلرید کلسیم و کلرید منیزیم جهت کنترل فرسایش بادی، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار

ناصری ح. ر.، شبانی م.، کشتکار ا. ر.، خادمی ع. ر.، ۱۳۹۳، ارزیابی اثر محصول معدنی SSR٤٠٠ برجوانه‌زنی *Haloxylon percicum*، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی

نوحه گر ا.، عباس زاده ف.، اکبریان م.، حاتمی گوربندی ح.، ۱۳۹۰، بررسی کارائی پلیمر پلی لاتیس در حفاظت خاک در مقابل فرسایش بادی مطالعه موردی گهردو سیریک در استان هرمزگان. پایان نامه کارشناسی ارشد، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری – دانشگاه هرمزگان – دانشکده منابع طبیعی

وزارت جهاد کشاورزی (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری)، ۱۳۸۲، برنامه کنترل فرسایش بادی و تثبیت ماسه های روان در کشور

Ahmadi G., 2015, Particle transport, deposition and removal, Department of Mechanical and Aeronautical Engineering, Clarkson University, Potsdam, NY 13699-5725

Al-Ansari N. A., 2013, Management of Water Resources in Iraq: Perspectives and Prognoses, Engineering, 2013, 5, 667-684.

Bagherzadeh Karimi M., 2010, South west wetlands of IRAN (Eastern Mesopotamian river basin) Introduction, Challenges, Needs, I.R.IRAN, Department of Environment, Country Report part 2.

Bolander A., 1999, Dust Palliative Selection Application Guide, United States Department of Agriculture.

Ginoux P., Prospero J. M., Gill T. E., Christina Hsu N. and Zhao M., 2012, Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS DEEP BLUE AEROSOL products, Reviews of Geophysics, 50, RG3005 / 2012, 1 of 36.

Foley G., Cropley S. and Giummara G., 1996, Road Dust Control Techniques – Evaluation of Chemical Dust Suppressant's Performance, ARRB Transport Research Ltd., Special Report 54, Victoria, Australia.

Fryrear D. W., 1995, Soil losses by wind erosion, Soil Sicience, 59, pp. 668-67.

Huang Zh., Xu Zh., Ti Blumfield J. and Ken B., 2008, "Effects of mulching on growth, foliar photosynthetic nitrogen and water use efficiency of hardwood plantations in subtropical Australia". School of Biomolecular and Physical Sciences, Griffith University, Nathan, Qld 4111, Australia. 3447-3454.

Lancaster N., 2005, Geomorphology of desert dunes.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005, Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, Island Press, Current State and Trends, Volume 1.

Pansak W., T.H. Hilger **,**G. Dercon**,** T. Kongkaew and G. Cadisch. 2008."Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways after establishing soil conservation systems in uplands of Northeast Thailand".Institute of Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany and Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 10900 Bangkok, Thailand.167-176.

Piechota T., Batista J., Stave K., James D., 2002, Potential Environmental Impacts of Dust Suppressants: "Avoiding Another Times Beach". University of Nevada, Las Vegas Environmental Protection Agency. An Expert Panel Summary Las Vegas, Nevada May 30-31.

Prospero J. M., Ginoux P., Torres O., Nicholson Sh. O. and Gill T.E., 2002, Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the NIMBUS 7 TOTAL OZONE MAPPING SPECTROMETER (TOMS) absorbing aerosol product, Reviews of Geophysics, 40, 1.

Ramachandran S. K., Ramakrishnan V., Bang S. S., 2001, "Remediation of Concrete Using Micro- Organisms." ACI Materials Journal, 98: p. 7.

Sanders T.G. and Addo J.Q., 1993, Effectiveness and Environmental Impact of Road Dust Suppressants, Mountain-Plains Consortium, MPC-94-28.

Shahbazi R., Feiznia S., Lak R. and Ahmadi H., 2014, *Chemical and Physical Characteristics and* Sedimentology of Southern Khuzestan Plain Surface Sediments, 32nd National & the 1st International Geosciences Congress, Tehran, Iran.

Shahbazi R., Feiznia S., Lak R. and Ahmadi H., 2014, Geomorphological Evidences of Effective Factors on the Formation of the Shadegan Marshes in Quaternary (the Playa of the Jarrahi Watershed, southern Khuzestan Plain), 32nd National & the 1st International Geosciences Congress, Tehran, Iran.

Shahbazi R., Feiznia S., Lak R., Baeteman C., Janssens R. and Ahmadi H., 2014, Investigation and Classification of Surface Sediments of the Southeastern Mesopotamian Plain (Southern Khouzestan Plain, Iran), International Conference on Atmospheric Dust, Castellaneta Marina (TA).

UNEP, 2010, The Mesopotamian Marshlands: Demise of an ecosystem, early warning and assessment technical Report.

Whiffin V. S., van Paassen L. A., Harkes M. P., 2007. "Microbial carbonate precipitation as a soil improvement technique". Jounrnal of Geomicrobiology, p. 6.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور