



فهرست مطالب

- ۱-۱۶ ■ تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی گونه دارونی آویشن کوهی *Thymus Kotschyanus* (Boiss and Hohen) با بهره‌گیری از مدل‌سازی ترکیبی
سمانه نظری، زینب جعفریان، سید جلیل علوی، علی اصغر نقی پور برج
- ۱۷-۳۲ ■ ارزیابی خطر فرسایش بادی دشت ابرکوه با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست
عاطفه جبالی، اصغر زارع‌جاهوکی
- ۳۳-۴۸ ■ تأثیر محلول‌بازی سلنیوم و سیلیسیم بر برخی صفات‌های فیزیولوژیک و عملکرد گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) در شرایط تنش خشکی
سیدرضا مهدوی اردکانی، کانم کمالی علی‌آباد، حمید سودایی‌زاده، فرهاد دهقانی
- ۴۹-۶۶ ■ کاربرد مدل فضای ویژگی Albedo - TGSI در بررسی وضعیت بیابانی شدن مرکز استان خوزستان
ساره هاشم کلگردی، عباسعلی ولی، محمد رضا شریفی
- ۶۷-۸۶ ■ شناسایی و اولویت‌بندی عامل‌های مؤثر بر مشارکت جوامع روستایی در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی (مطالعه موردی: منطقه محمدشاه‌کرم شهرستان زهک استان سیستان و بلوچستان)
عباس خاک‌سفیدی، بهزاد صاحب‌زاده، زهرا نصرت‌پناه
- ۸۷-۱۰۲ ■ تأثیر استفاده از بندسارهای سنتی بر ویژگی‌های خاکی در منطقه جنوب سبزوار
مرضیه اکبری، محمدتقی دستورانی، علی‌اکبر عباسی، فرشته رحیمی آغ‌چشمه

به نام خدا
نشریه مدیریت بیابان

فصلنامه علمی انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران
این نشریه طی مجوز شماره ۳/۱۲۶۸۸۵ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری منتشر می‌شود.

سال ۱۴۰۰

شماره ۳

دوره ۹

- صاحب امتیاز: انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران
□ ناشر: انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران
□ مدیر مسئول: محمدرضا اختصاصی، استاد دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد
□ سر دبیر: سید جمال‌الدین خواجه‌الدین، استاد بازنشسته دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
□ مدیر داخلی: حسن خسروی، دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

- هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):
محمدرضا اختصاصی، استاد دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد
حسین آذرنیوند، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
ناصر باغستانی میبدی، دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد
احمد پهلوانروی، دانشیار دانشکده آب و خاک دانشگاه زابل
حسن خسروی، دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
سید جمال‌الدین خواجه‌الدین، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
محمدتقی دستورانی، استاد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد
سعید سلطانی، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
امیر همایون صفارزاده، دانشیار، دانشگاه Kyushu، ژاپن
علی طالبی، استاد دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد
سادات فیض‌نیا، استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
محسن محسنی‌ساروی، استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
حسین ملکی‌نژاد، دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

ویراستار فارسی: علی اکبر نظری سامانی، دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
ویراستار چکیده‌های انگلیسی: محمد زارع، دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

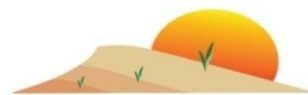
مدیر اجرایی: عاطفه جبالی
تایپ و صفحه‌آرایی: عاطفه جبالی

- آدرس دفتر مجله:
یزد، دانشگاه یزد، پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران
صندوق پستی: ۷۴۱-۸۹۱۹۵
تلفن و فکس: ۰۳۵-۳۸۲۱۰۶۹۸
پست الکترونیک: jdm.isadmc@yahoo.com

□ تیراژ: ۱۰۰ نسخه

داوران مقالات این شماره:

دکتر علی آذره، دکتر مرتضی اکبری، دکتر فاطمه برزگری، دکتر محمد بی‌طرف، دکتر حامد جنیدی، دکتر حسن خسروی، دکتر فاطمه دانشمند، دکتر فرهاد ذوالفقاری، دکتر محمدعلی زارع‌چاهوکی، دکتر مهشید سوری، دکتر احسان شهرباری، دکتر علی طالبی، دکتر حمیدرضا عباسی، دکتر مهسا عبدالشاه نژاد، دکتر حمیدرضا غفاریان مالمیری، دکتر یاسر قاسمی آریان، دکتر خلیل قربانی، دکتر ناصر مشهدی، دکتر حمیدرضا ناصری.



فهرست مطالب

- ۱-۱۶ ■ تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی گونه داروئی آویشن کوهی *Thymus Kotschyanus* (Boiss and Hohen) با بهره‌گیری از مدل‌سازی ترکیبی
سمانه نظری، زینب جعفریان، سید جلیل علوی، علی اصغر نقی‌پور برج
- ۱۷-۳۲ ■ ارزیابی خطر فرسایش بادی دشت ابرکوه با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست
عاطفه جبالی، اصغر زارع‌چاهوکی
- ۳۳-۴۸ ■ تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم و سیلیسیوم بر برخی صفات‌های فیزیولوژیک و عملکردی گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) در شرایط تنش خشکی
سیدرضا مهدوی اردکانی، کاظم کمالی علی‌آباد، حمید سودایی‌زاده، فرهاد دهقانی
- ۴۹-۶۶ ■ کاربرد مدل فضای ویژگی Albedo - TGSi در بررسی وضعیت بیابانی شدن مرکز استان خوزستان
ساره هاشم گلوگردی، عباسعلی ولی، محمد رضا شریفی
- ۶۷-۸۶ ■ شناسایی و اولویت‌بندی عامل‌های مؤثر بر مشارکت جوامع روستایی در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی (مطالعه موردی: منطقه محمدشاه‌کرم شهرستان زهک استان سیستان و بلوچستان)
عباس خاک‌سفیدی، بهزاد صاحب‌زاده، زهرا نصرت‌پناه
- ۸۷-۱۰۲ ■ تأثیر استفاده از بندسارهای سنتی بر ویژگی‌های خاکی در منطقه جنوب سبزوار
مرضیه اکبری، محمدتقی دستورانی، علی‌اکبر عباسی، فرشته رحیمی آغ‌چشمه

راهنمای نگارش مقاله برای چاپ در نشریه علمی مدیریت بیابان

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

رعایت شیوه‌نامه زیر در نگارش مقاله‌هایی که برای چاپ به نشریه مدیریت بیابان ارسال می‌گردد ضروری است.

۱- نوع مقاله

مقاله‌های پژوهشی اصیل، دارای نوآوری و حاصل کار پژوهشی نویسنده یا نویسندگان مرتبط در یکی از زمینه‌های تحقیقاتی زیر که به زبان فارسی نوشته شده و برای نخستین بار منتشر می‌شوند، جهت چاپ مورد بررسی هیأت تحریریه نشریه قرار خواهد گرفت:

- اکوسیستم مناطق بیابانی
- ارزیابی بیابان زایی
- پایش بیابان زایی
- روش‌های نوین بیابان‌زدایی
- پوشش گیاهی و کشاورزی در مناطق بیابانی
- تخریب سرزمین، بیابان‌زایی
- مدیریت آب در مناطق بیابانی
- تغییر اقلیم و اثرات آن در بیابان زایی
- ژئومرفولوژی بیابان
- فرسایش بادی و ریزگردها

- مقاله ارسال شده به این نشریه نباید در نشریه دیگری چاپ یا هم‌زمان برای سایر نشریه‌ها ارسال شده باشد.

• مشخصات بخش‌های مختلف مقاله:

۱) برگ شناسه (معرفی نویسنده یا نویسندگان): شامل نام، نام خانوادگی، مرتبه علمی و نشانی کامل محل کار و شماره تلفن‌های ثابت و همراه نویسنده (گان) است که به فارسی و لاتین نوشته شده و به همراه نشانی پست الکترونیک نویسنده مسئول به همراه مرتبه علمی و محل خدمت نویسنده (گان) در فایل جداگانه‌ای ارائه می‌شود. در این فایل عنوان مقاله به فارسی و ترجمه انگلیسی آن نیز قید گردد.

۲) عنوان مقاله: عنوان باید کوتاه و جامع بوده و از ۱۵ واژه تجاوز نکند و مفهوم اصلی پژوهش را نشان دهد. عنوان در ابتدا و وسط صفحه اول درج می‌شود.

۳) چکیده: چکیده باید مجموعه فشرده و گویایی از مقاله با تأکید بر تشریح مسئله، روش کار و نتایج مهم و ارزیابی آنها بوده و از ۳۰۰ واژه بیشتر نباشد. از به کار بردن نام‌های خلاصه شده، ارائه منبع، فرمول، جدول و شکل در چکیده خودداری شود.

۴) واژگان کلیدی: حداکثر ۶ کلمه به ترتیب اولویت آورده شود و با "؛" از هم جدا گردند و معادل خارجی آن‌ها نیز در زیر چکیده انگلیسی مقاله و به همان ترتیب درج شود. به‌منظور بیشتر دیده شدن مقاله در جستجوهای رایانه‌ای، این کلمات نباید در عنوان مقاله تکرار شوند.

۵) مقدمه: شامل طرح مسئله، شرح موضوع، اهمیت، فرضیه‌ها، مرور پژوهش‌های انجام شده و هدف از پژوهش است.

۶) مواد و روش‌ها: شامل مواد و وسایل به کار رفته، شرح کامل روش‌های آزمایش و چگونگی اجرای پژوهش، مشخصات منطقه مورد مطالعه، طرح آماری و روش‌های ارزیابی است. از هر گونه کلی‌گویی در این بخش باید پرهیز شود.

۷) نتایج: همه نتایج کیفی و کمی به دست آمده و توضیحات لازم در این قسمت ارائه می‌گردد. نتایج حاصل با تحقیقات قبلی مقایسه شده، در صورت نیاز می‌توان موضوعات را طبقه‌بندی و برای ارائه نتایج از جدول، منحنی، نمودار و یا تصاویر استفاده نمود.

۸) بحث و نتیجه‌گیری: در برگزیده جمع‌بندی خلاصه نتایج با توجه به هدف بررسی بوده و دست آوردها با توجه به یافته‌های سایر پژوهش‌ها، تجزیه و تحلیل شده و درباره آن‌ها بحث و نتیجه‌گیری صورت می‌گیرد. نگارنده (گان) در این قسمت می‌توانند توصیه‌ها و پیشنهادها را لازم جهت انجام بررسی‌های بعدی را نیز ارائه کند. نگارنده (گان) می‌توانند بخش بحث را همراه با نتایج تدوین نموده و عنوان "نتایج و بحث" را انتخاب نمایند. در این صورت بخش نتیجه‌گیری مقاله با عنوان "نتیجه‌گیری" به صورت کوتاه و فقط نتیجه‌گیری از نتایج پژوهش، تدوین می‌گردد.

۹) سپاسگزاری: در این قسمت از تأمین کنندگان بودجه و امکانات و اشخاص دیگر بجز نگارندگان، که در انجام تحقیق کمک کرده‌اند، سپاسگزاری می‌شود که اختیاری است.

یادآوری بسیار مهم: سرقت ادبی یک عمل غیر علمی و ناشایست و غیرقابل پذیرش برای این نشریه به‌شمار می‌رود. جهت جلوگیری از رخ دادن این پدیده زشت، در موقع خلاصه کردن کار دیگران و ارائه آن، لازم است یادداشت برداری با استفاده از کلمه‌ها و واژه‌ها به زبان خود نویسنده صورت گیرد و از به‌کار بردن عین جملات دیگران حتی با درج مأخذ آن، به طور جد خودداری گردد.

۱۰) منابع:

الف) منابع داخل متن:

منابع داخل متن فقط با ذکر شماره ردیف مقاله در لیست منابع انجام می‌گیرد که در داخل پرانتز باید یادداشت شود.

تأکید مجله بر عدم استفاده از نام مؤلفین یا پدیدآورندگان منابع در اول جملات است. لذا در متن از ذکر نام نویسندگان منابع خودداری شود. جملات با افعال مجهول نوشته شوند تا نیازی به ذکر نام نویسنده نباشد. در صورت الزام فقط در یک یا حداکثر دو مورد در مقاله استفاده از نام نویسندگان به‌صورت نام نویسنده و ذکر فقط سال انتشار آن به شکلی که در لیست منابع ذکر شده، در داخل پرانتز بلامانع است و در آخر همان جمله یا مطلب هم شماره همان رفرنس در داخل پرانتز ذکر گردد. اگر تعداد نویسندگان بیشتر از دو نفر باشند، بعد از نام نویسنده اول از "et al." استفاده شود.

در هر مقاله می‌توان از یک پایان نامه کارشناسی ارشد به‌عنوان منبع بهره جست.

ب) منابع انتهای متن:

لیست منابع در آخر مقاله باید به انگلیسی تدوین گردد و مقاله‌های فارسی هم طبق یادداشت‌های خود منبع به انگلیسی نوشته شوند. لذا منابع فارسی و انگلیسی به‌ترتیب نام خانوادگی نفر اول در یک لیست تدوین گردد. از ترجمه آزاد عنوان مقاله و دیگر مشخصات نگارندگان و نام نشریه خودداری نمایید تا از اتلاف وقت برای اصلاح مجدد آن جلوگیری شود. تمامی منابع به‌ترتیب حرف ابتدای نام خانوادگی نویسنده اول یا در صورتی که فاقد نگارنده باشد نام سازمان مربوطه، در

فهرست منابع مورد استفاده قرار گیرد. منابع به صورت پیوسته شماره‌گذاری و همین شماره در متن برای رفرنس دادن استفاده شود. در تنظیم فهرست منابع مورد استفاده از آوردن واژگان به صورت مخفف مانند "J" به جای Journal، یا، U و یا Univ به جای University و ... پرهیز شود. چنانچه از یک نگارنده چند منبع مورد استفاده قرار گیرد، ترتیب ارائه آنها بر حسب سال انتشار از قدیم به جدید است، لازم به ذکر است در صورتی که مقالات منفرد و مشترک از یک نگارنده وجود دارد، ابتدا مقالات منفرد و سپس بقیه آنها به ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب گردد. از به کارگیری عبارت "et al." در لیست مقالات به جای نام نویسندگان مقاله خودداری شود و اسامی تمامی نویسندگان به ترتیب ذکر شده در منبع مورد نظر آورده شده و نام کامل خانوادگی و حرف اول نام نویسندگان با ویرگول و قبل از نام آخرین نویسنده با & از یکدیگر تفکیک گردند. سال‌های شمسی تمام منابع فارسی مورد استفاده در مقاله به صورت سال میلادی ارائه گردد. در مورد منابعی که فارسی است، به منظور آگاهی خواننده عبارت "in Farsi" در انتهای منبع قبل از نقطه پایانی و در داخل پرانتز آورده شود.

روش ارجاع منابع مختلف:

✓ کتاب تألیفی:

Author, A. A., & Author, B. B. (Year). *Title of book*. Location: Publisher.

✓ کتاب ترجمه شده:

Author, A. A., & Author, B. B. (The translation Year). *Title of book*. Translator, A. A., Location: Translation Publisher.

✓ مقاله:

Author, A. A., Author, B. B., & Author. C. C. (Year). Title of article. *Title of Journal*, volume (Issue), page-numbers.

✓ پایان نامه:

Author, A. A. (Year). *Title of Thesis*. Degree, University: Placed Published.

✓ منابع اینترنت:

Author, A. A. (2013). *Title of webpage: Subtitle if needed*, Retrieved Month day, year, from source.

NCAA Committee on Sportsmanship and Ethical Conduct. (2012). *Operations plan: Strategic planning and budgeting for the 2012 and 2013 Academic Years*. Retrieved February 9, 2012, from

<http://www1.ncaa.org/membership/governance/assoc-wide/sportsmanship/ethics/index.html>

نکته: رعایت اصول تایپی در استفاده از نقطه، کاما و فاصله بین کاراکترها و غیره دارای اهمیت است و باید با دقت رعایت گردد.

- کنترل شود که کلیه منابع استفاده شده در متن مقاله، در لیست منابع ذکر شده باشند و یا منابع ذکر شده در لیست منابع در متن به عنوان رفرنس استفاده شوند.

۱۱- برگ چکیده به لاتین:

چکیده مقاله به زبان انگلیسی به همراه برگردان کامل عنوان و کلمات کلیدی در یک فایل بدون مشخصات نام و محل کار یا دانشگاه نگارندگان ارسال گردد.

• شیوه نگارش:

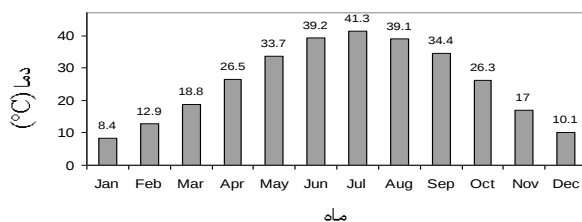
مقاله روی صفحه A4 با حاشیه‌های بالا و پایین ۲۰ میلیمتر و راست و چپ ۲۰ میلیمتر با قلم نازنین بولد (B Nazanin) فونت ۱۱، در قالب نرم افزار Word 2003 تایپ گردد. فاصله بین خطوط به صورت یک فاصله‌ای (Single space) انتخاب گردد. تعداد صفحه‌های مقاله با در نظر گرفتن جدول‌ها، شکل‌ها، نتایج، فهرست منابع نباید از ۱۶ صفحه بیشتر باشد. از به کار بردن کلمات انگلیسی که معادل آنها در فارسی موجود است، در داخل متن اجتناب شود و در صورت لزوم واژه انگلیسی در پاورقی با ذکر شماره تایپ شود. سطر اول هر پاراگراف به میزان ۵/۰ سانتیمتر فرو رفتگی داشته باشد. نوع و اندازه قلم‌ها، طبق جدول زیر رعایت شود.

B Nazanin 12	واژگان کلیدی فارسی	B Nazanin 14-Bold	عنوان فارسی مقاله
Times New Roman 10	واژگان کلیدی لاتین	Times New Roman 13-Bold	عنوان لاتین مقاله
B Nazanin 13	متن فارسی	B Nazanin 11	اسامی فارسی نویسندگان
Times New Roman 11	واژگان لاتین داخل متن	Times New Roman 10-Bold	اسامی لاتین نویسندگان
B Nazanin 11 - Bold	عنوان جدول‌ها و شکل	B Nazanin 13- Bold	عناوین فرعی متن فارسی
B Nazanin 10	متن جداول	B Nazanin 11	متن چکیده فارسی
Times New Roman 11	منابع لاتین	Times New Roman 10	متن چکیده لاتین
B Nazanin 12	منابع فارسی	B Nazanin 10	پاورقی فارسی
Times New Roman 12- Italic	نام‌های علمی	Times New Roman 9	پاورقی لاتین

جدول، شکل‌ها، نتایج را خیلی دقیق‌تر و واضح‌تر از متن نمایش می‌دهند. اطلاعات ارائه شده در جدول‌ها نباید به صورت منحنی و یا به شکل دیگری در مقاله تکرار شوند. شماره و عنوان جدول در بالای جدول ذکر گردد. هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط به خود باشد. چنانچه تمام ارقام جدول دارای واحد یکسان باشد، می‌توان واحد را در عنوان جدول ذکر نمود. توضیحات عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه گردد. نتایج بررسی‌های آماری باید به یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شود. جدول تنها در محیط Word طراحی و از ایجاد ارتباط یا Link نمودارها با دیگر فایل‌ها خودداری شود.

شکل‌های هر مقاله شامل منحنی، نمودار، عکس و نقشه بوده و همه به طور یکسان به عنوان شکل شماره‌گذاری شوند. شکل‌ها باید به صورت سیاه و سفید و با کیفیت بالا باشد. عنوان هر شکل در پایین آن درج گردد. عکس‌ها باید واضح، مطالب آنها خوانا و دارای مقیاس باشند. در تهیه نقشه‌ها به جای رنگ از علامت "نماد" استفاده گردد. ذکر مأخذ عکس‌ها یا شکل‌های اقتباس شده که از منابع دیگر، الزامی است. فایل‌های اصلی شکل‌ها با فرمت Excel, JPEG, Tiff یا PDF

جهت چاپ نهایی به نشریه ارسال گردد. شکل‌ها و جداول مطابق نمونه بدون کادر تنظیم شود.



شکل ۱. نمونه فرمت شکل‌های مورد نظر مجله مدیریت بیابان

- جداول بایستی بدون خطوط عمودی و به صورت نمونه ذیل تهیه گردند. جدول‌ها را شماره گذاری کرده و شماره را در اول عنوان قید و در متن رفرنس دهید.

جدول ۱. نمونه جدول مورد نظر مجله مدیریت بیابان

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
یزد	۵۴° ۲۴'	۳۱° ۵۴'	۱۲۳۰
بندر عباس	۵۶° ۲۲'	۲۷° ۱۳'	۱۰
بندر انزلی	۴۹° ۲۸'	۳۷° ۲۸'	-۲۶/۳
اهواز	۴۸° ۴۰'	۳۱° ۲۰'	۲۲/۵
شهرکرد	۵۰° ۵۱'	۳۲° ۲۰'	۲۰۶۱/۴

- معادلات باید به ترتیب از ابتدا تا انتها شماره‌گذاری شده و در متن مقاله قبل از معادله رفرنس داده شوند. شماره معادلات باید در انتهای سمت راست و در امتداد سطر حاوی معادلات در داخل پرانتز قید شود. مثال:

$$E = m \cdot c^2 \quad (۱)$$

- کلیه عامل‌های دو طرف علامت مساوی در ذیل معادلات با ذکر واحد آن معرفی شوند.
- واحدهای استفاده شده در متن مقاله باید در سیستم متریک (SI) باشد.
- مقالات بایستی با نرم افزار Word 2003 ارسال و از انجام هرگونه تنظیمات اضافی در فایل خودداری شود.
- رعایت نیم فاصله در کلمات ترکیبی و جمع مانند بیابان‌زایی، بیابان‌ها، اندازه‌گیری، شده‌اند، می‌شود، می‌توان و ... ضروری است.
- نقطه و ویرگول بدون هیچ فاصله‌ای در انتهای کلمات قرار گرفته، اما بین آنها و کلمه بعدی یک فاصله نیاز است.
- شماره پاورقی‌ها در هر صفحه باید به صورت مجزا از دیگر صفحه‌ها آیند.
- در روش نوین نگارش از پرانتز استفاده نمی‌شود و مطلب مستقیماً در متن بیان می‌گردد. از نوشتن مطلب در پاورقی و نیز در داخل پرانتز خودداری نمایید.
- مقاله در فرمت تک ستونی تدوین و ارسال شود و از تدوین آن در دو ستون خودداری گردد.
- **عدم رعایت شیوه نامه فوق موجب تأخیر در پذیرش و رفت و برگشت‌های مکرر و زمان‌بر مقاله خواهد شد.**
- مقاله ارسالی به دفتر نشریه پس از طی مراحل داوری مسترد نمی‌شود.
- هیأت تحریریه در رد و ویرایش مقالات مجاز است.
- مسئولیت صحت مطالب به عهده نویسندگان است.
- مجله مدیریت بیابان به صورت سیاه و سفید چاپ خواهد شد. لذا از ارائه شکل و نمودار رنگی خودداری شود.

● فایل‌های ارسالی شامل:

- (۱) متن اصلی مقاله بدون اسامی نویسندگان با فرمت Word 2003
 - (۲) یک صفحه شامل عنوان فارسی و انگلیسی مقاله به همراه اسامی، سمت و آدرس نویسندگان و نویسنده مسئول
 - (۳) تعهدنامه امضا شده توسط تمامی نویسندگان
- ارسال این تعهدنامه برای آغاز بررسی اولیه الزامی است و در صورت عدم بارگذاری تعهدنامه به همراه مقاله، مقاله ارسالی بررسی نخواهد شد.
- ارسال تعهدنامه مبنی بر (۱) عدم چاپ مقاله ارسالی به هر شکل در گذشته، (۲) عدم ارسال مقاله به دیگر نشریه‌ها تا تعیین تکلیف در این نشریه و (۳) اطلاع تمامی نویسندگان از ارسال مقاله به دفتر نشریه الزامی است.
- فایل‌های مذکور بایستی در سامانه نشریه به آدرس www.jdmal.ir در بخش ارسال مقاله ثبت گردد.

نشانی پستی دفتر مجله مدیریت بیابان : یزد، دانشگاه یزد، پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران کدپستی:

۸۹۱۹۵-۷۴۱

تلفکس: ۰۳۵-۳۸۲۱۰۶۹۸

رایانامه: jdm.isadm@yahoo.com

راهنمای نگارش مقاله بر اساس شیوه نامه APA در سایت انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی قابل دسترس است.

نویسندگان محترم بعد از پذیرش مقاله در سامانه نشریه موظف هستند مبلغ سه میلیون و پانصد هزار ریال را به شماره حساب ۲۰۰۷۵۱۷۳۰۳ بانک تجارت شعبه دانشگاه یزد، کد شعبه ۲۰۰۷۵، نام صاحب حساب: انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی، واریز نمایند.

The Impact of Climate Change on The Geographic Distribution of *Thymus Kotschyanus* (Boiss and Hohen) Using Ensemble Modelling

S. Nazari¹, Z. Jafarian², S.J. Alavi³, A.A. Naghipour⁴

1. Ph.D. Student of Rangeland Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
 2. Professor, Department of Range Management, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
 3. Associated Professor, Department of Forestry, Natural Resources and Marin Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.
 4. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
- * Corresponding Author: z.jafarian@sanru.ac.ir



[10.22034/JDMAL.2021.526831.1338](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.526831.1338)

Received date: 05/06/2021

Accepted date: 26/07/2021

Abstract

This study aimed at predicting the effect of climate change on the geographic distribution of *Thymus kotschyanus* Boiss and Hohen in Mazandaran province. Species presence data were recorded via the Global Positioning System (GPS). The distribution of *T. kotschyanus* Boiss and Hohen under current and future climatic conditions 2050 and 2070 (1428- 1448 Solar) applying two scenarios of RCP 4.5 and RCP 8.5 climate change by using the GCM data series of general circulation models BCC-CSM1-1, CCSM4 and MRI-CGCM3 and the five species distribution models such as Generalized Linear Model, Generalized Additive Model, Classification Tree Analyses, Generalized Boosting Model and Random Forest methods was investigated. For this purpose, layers of environmental factors, including six bioclimatic and two physiographic variables, were used as inputs to species distribution models. Among the environmental variables, precipitation seasonality, precipitation in the coldest quarter, and isotherm had the greatest impact on habitat suitability. The assessment of the modelling indicated that the Generalized Additive Model and Generalized Boosting Model had better predictions of climate habitat than the other models. The results also indicate that climate change will change the range size of the *T. kotschyanus* Boiss and Hohen, and will move toward higher elevations in the future. The results of the present study may be used to plan habitat protection for the medicinal species of *T. kotschyanus* Boiss and Hohen, as well as its restoration and rehabilitation in the vast regions of the country.

Keywords: Medicinal species; Global circulation models; Habitat suitability; Species distribution models





تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی گونه داروئی آویشن کوهی *Thymus kotschyanus* (Boiss and Hohen) با بهره‌گیری از مدل‌سازی ترکیبی

سمانه نظری^۱، زینب جعفریان^{۲*}، سید جلیل علوی^۳، علی اصغر نقی‌پور برج^۴

۱. دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲. استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳. دانشیار، دانشکده جنگلداری، منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

۴. استادیار، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

* نویسنده مسئول: z.jafarian@sanru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴

doi: [10.22034/JDMAL.2021.526831.1338](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.526831.1338)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف پیش‌بینی تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی گونه داروئی آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss and Hohen) در استان مازندران انجام شد. اطلاعات مربوط به داده‌های نقاط مشاهده گونه توسط سامانه موقعیت‌یاب جهانی ثبت شد. پراکنش گونه آویشن کوهی در شرایط حال حاضر و آینده ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ میلادی (۱۴۲۸-۱۴۴۸ شمسی) تحت تأثیر تغییر اقلیم بر اساس دو سناریوی RCP 4.5 و RCP 8.5 با سری داده مدل‌های گردش عمومی CCSM4، BCC-CSM1-1 و MRI-CGCM3 و با استفاده از پنج مدل پراکنش گونه‌ای شامل مدل خطی تعمیم‌یافته، مدل جمعی تعمیم‌یافته، تحلیل طبقه‌بندی درختی، مدل رگرسیون تقویت شده و روش جنگل تصادفی بررسی شد. برای این منظور لایه‌های عوامل محیطی شامل شش متغیر زیست-اقلیمی و دو متغیر فیزیوگرافی به عنوان ورودی مدل‌های پراکنش گونه‌ای به کار رفت. از بین متغیرهای محیطی به ترتیب تغییر فصلی بارندگی، مجموع بارندگی سردترین فصل سال و شاخص هم‌دمایی بیشترین تأثیر را در مطلوبیت رویشگاه گونه داشت. ارزیابی مدل‌های اجرا شده، نشان داد که مدل جمعی تعمیم‌یافته و رگرسیون تقویت‌شده نسبت به دیگر مدل‌ها، پیش‌بینی قابل اعتمادتری برای تعیین رویشگاه اقلیمی دارد. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم محدوده پراکنش گونه را تغییر داده و به سمت ارتفاعات بالاتر در آینده جابجا خواهد کرد. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند برای برنامه‌ریزی برای حفاظت از رویشگاه گونه داروئی آویشن کوهی و همچنین احیاء و بازسازی آن در بخش وسیعی از کشور به کار رود.

واژگان کلیدی: گونه داروئی؛ مدل‌های گردش عمومی؛ مطلوبیت رویشگاه؛ پراکنش گونه‌ای



■ مقدمه

امروزه تغییر اقلیم به عنوان یک نگرانی بزرگ، توجه سیاست‌گذاران و دانشمندان را به خود جلب کرده است و به تهدیدی جدی برای بوم‌نظام‌ها تبدیل شده‌است. سوزاندن سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی، تخریب جنگل و صنعتی شدن جوامع از جمله عوامل مؤثر در انتشار گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شوند (۹) و روند تغییر اقلیم را تسریع می‌کنند. بر اساس گزارش هیأت بین الدول تغییر اقلیم^۱، دوره ۳۰ ساله اخیر را می‌توان گرم‌ترین دوره ۸۰۰ سال گذشته دانست، به‌طوری که گرمای کره زمین $1/5^{\circ}\text{C}$ بین سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۵۲ میلادی افزایش می‌یابد (۳۶، ۳۷). درک رابطه بین گونه گیاهی و اقلیم، مفهوم کلیدی در بوم‌شناسی و حفاظت است (۴۱). تغییر اقلیم یکی از عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی است و باعث انقراض برخی گونه‌ها یا گسترش و پراکنش گونه‌های دیگر می‌شود (۳۷). مدل‌های پراکنش گونه‌ای^۲ با استفاده از داده‌های زیست اقلیمی و خروجی‌های مدل‌های گردش عمومی جو به عنوان یک ابزار قدرتمند برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی شناخته شده‌اند (۵، ۲۹، ۶۰). این مدل‌ها از روش‌های آماری مبتنی بر رابطه بین وقوع گونه‌ها و متغیرهای زیست اقلیمی استفاده می‌کنند (۲۸). مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها به ابزاری کلیدی در حفاظت، بوم‌شناسی، تکامل، کنترل گونه‌های مهاجم و مطالعات حیات وحش تبدیل شده است (۲۱، ۶۶، ۶۹).

مدل خطی تعمیم‌یافته^۳ رگرسیون چندگانه مدرن و انعطاف‌پذیری است که از توابع پیوند و واریانس برای تطبیق با توزیع‌های غیر نرمال متغیر پاسخ استفاده می‌کند (۴۶، ۲۷). مدل جمعی تعمیم‌یافته^۴ تعمیم نیمه‌پارامتریک مدل خطی تعمیم‌یافته است که در آن توابع جمعی و مؤلفه‌ها هموار هستند (۳۱). مدل جمعی تعمیم‌یافته مانند مدل خطی تعمیم‌یافته از تابع پیوند برای ایجاد رابطه بین میانگین متغیر پاسخ و یک تابع

هموار شده از متغیر یا متغیرهای توضیحی استفاده می‌کند (۲۷). تحلیل طبقه‌بندی درختی^۵ برای تجزیه و تحلیل داده‌های پیچیده بوم‌شناسی ایده‌آل و مناسب است. تحلیل طبقه‌بندی درختی یکی از روش‌های رگرسیون ناپارامتری است که درخت تصمیم‌گیری را بر اساس الگوریتم تقسیم‌بندی دوتایی بازگشتی رشد می‌دهد و این موضوع به درک تفسیر روابط کمک می‌کند (۷). مدل درخت رگرسیون تقویت شده^۶، ترکیبی از روش‌های آماری و یادگیری ماشین است که با استفاده از ترکیب مدل‌های متعدد به بهبود عملکرد تک مدل کمک می‌کند. این مدل از ترکیب دو الگوریتم مدل رگرسیونی و ترکیب مجموعه‌ای از مدل‌ها برای افزایش دقت مدل استفاده می‌کند (۱۶). روش جنگل تصادفی^۷، ترکیبی از پیشگوه‌های درختی است و دارای توانایی ترکیب تعاملات پیچیده میان متغیرهای مستقل است (۸). روش جنگل تصادفی با بهره‌گیری از روش تجمع تعداد زیادی درختان غیرهمبسته ایجاد می‌کند و از آن‌ها میانگین‌گیری می‌کند (۸).

مدل‌های اقلیمی تغییرها را بر پایه مجموعه‌ای از سناریوهای واداشت تابشی ناشی از فعالیت‌های انسانی شبیه‌سازی می‌کنند (۳۵). سناریوها با عنوان نماینده خطوط سیر غلظت^۸ برای شبیه‌سازی مدل اقلیمی استفاده می‌شوند (۳۵) و بر اساس میزان واداشت تابشی آن‌ها در سال ۲۱۰۰ نامگذاری شده‌اند. در سناریو RCP 4.5 بازتابش ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، بدون عبور از خط سیر تا $4/5 \text{ W/M}^2$ تثبیت می‌شود و بعد از سال ۲۱۰۰ ثابت می‌ماند. در سناریو RCP 8.5 واداشت تابشی ناشی از گازهای گلخانه‌ای، تا میزان $8/5 \text{ W/M}^2$ تا سال ۲۱۰۰ میلادی افزایش می‌یابد (۶۳). مدل BCC-CSM1-1 تدوین شده مرکز تحقیقات هواشناسی چین بر پایه چهار مدل جو، زمین، اقیانوس و یخ می‌باشد (۶۷). مدل CCSM4 تدوین شده مرکز پژوهش‌های هواشناسی آمریکا و از پنج مدل اتمسفری، اقیانوس، زمینی، زمین-یخ و دریا

5 Classification Tree Analyses: CTA

6 Generalized Boosting Model: GBM

7 Random Forest: RF

8 Representative Concentration Pathway

1 Intergovernmental Panel on Climate Change

2 Species Distribution Models

3 Generalized Linear Model: GLM

4 Generalized Additive Model: GAM

گونه آویشن کوهی با نام علمی *T. kotschyanus* Boiss and Hohen از خانواده Lamiaceae گیاهی بوته‌ای، پایا به ارتفاع ۳۰-۵۰ cm با تاج پوشش گسترده (۴۷) و یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای، حفاظتی، داروئی و صنعتی می‌باشد. دامنه رویش این گونه در ایران شامل اقلیم‌های نیمه‌خشک سرد و فرا سرد، مدیترانه‌ای سرد و فرا سرد، نیمه‌مرطوب و مرطوب سرد و فرا سرد می‌باشد (۴۷). فرم بالشتکی با تاج پهن و نسبتاً وسیع، به همراه ریشه‌های قوی و فشرده، سبب شده است که این گونه نقش مهمی در تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش آبی ایفا کند (۴۷). گل‌های فراوان و معطر آن موجب جذب زنبور عسل شده و از این نظر در صنعت زنبورداری گیاه حائز اهمیتی محسوب می‌شود. از این گیاه داروئی در درمان بسیاری از بیماری‌های گوارشی و اعصاب در صنایع داروسازی و همچنین برای مصارف بهداشتی، استفاده‌های فراوان می‌شود (۴۷). حفاظت از این گونه داروئی با ارزش و گسترش مناطق مستعد رویش این گونه کمک مؤثری به بهبود وضعیت اقتصادی مرتع‌داران و احیای دیم‌زارهای کم‌بازده خواهد کرد (۴۷). هدف پژوهش حاضر شناسایی پراکنش گونه داروئی *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در حال حاضر و پیش‌بینی پراکنش این گونه تحت تأثیر تغییر اقلیم آینده می‌باشد.

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان مازندران با مساحتی معادل ۲۳۷۵۶ km² بین طول جغرافیایی ۳۴° ۵۰' تا ۵۴° ۱۰' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵° ۴۷' تا ۳۶° ۳۵' شمالی واقع شده است. این منطقه از شمال به دریای خزر و از جنوب به وسیله کوه‌های البرز محدود می‌شود. آب و هوای استان مازندران را بر اساس خصوصیات دما، بارش و توپوگرافی منطقه می‌توان به دو نوع آب و هوای معتدل خزری و آب و هوای کوهستانی تقسیم کرد. به دلیل ویژگی‌های خاص جغرافیایی و فاصله کم بین مناطق کوهستانی و دریا، دارای بارش سالیانه نسبتاً قابل توجه می‌باشد. میزان بارندگی و رطوبت هوا در قسمت غرب استان بیشتر از شرق آن است. در طول دوره آماری ۵۰ ساله، میانگین بارش

یخ تشکیل شده است (۲۳). مدل MRI-CGCM3 زیر مجموعه‌ای از مدل MRI-ESM1 می‌باشد که در کشور ژاپن توسعه یافته است و متشکل از مدل‌های جو - زمین، آئروسول و یخ‌های اقیانوس است (۶۸). از آن جا که اختلافات اندک در شرایط اولیه یا پارامترهای مدل می‌تواند منجر به اختلاف زیادی در پیش‌بینی مدل شود (۶۲)، استفاده از ترکیبی از این مدل‌ها به جای تکیه به خروجی‌های حاصل از یک مدل مجزا پیشنهاد می‌گردد. عدم قطعیت در پیش‌بینی مدل‌های انفرادی می‌تواند با بررسی هم‌زمان نتایج چندین مدل کاهش‌یابد (۳). بسیاری از مدل‌سازان معتقدند که در بررسی‌های پیش‌بینی پراکنش گونه‌ای مدل‌های گروهی بر مدل‌های منفرد برتری دارند (۶۴، ۳۰).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های زیادی در رابطه با مدل‌سازی تغییرات پراکنش گونه‌ها در اثر تغییر اقلیم انجام شده است. نتایج بررسی دامنه پراکنش گونه داروئی *Salvia hydrangea* DC. Ex Benth از تیره Lamiaceae در زاگرس مرکزی تحت تأثیر تغییر اقلیم نشان می‌دهد که دامنه پراکنش گونه تا سال ۲۰۷۰ تغییر خواهد کرد (۲۴). در پژوهشی دیگر اثر تغییر اقلیم بر دو گونه *Primula sonchifolia* Franch و *Cyananthus lobatus* Wall ex Benth در هیمالیا نشان می‌دهد که گستره پراکنش این گونه‌ها در اثر تغییر اقلیم محدود خواهد شد (۳۲). نتایج مطالعه پراکنش گونه *Stipa hohenackeriana* Trin & Rupr در زاگرس مرکزی نشان می‌دهد که رویشگاه‌های مناسب این گونه تا سال ۲۰۷۰ تحت تأثیر اقلیم کاهش می‌یابد (۵۸). نتایج بررسی رویشگاه بالقوه گونه داروئی *Anchusa italica* Retzius در استان خراسان رضوی با استفاده از مدل تعمیمی تقویت‌شده نشان می‌دهد که متغیرهای اقلیمی میانگین دمای سالیانه، میانگین دمای روزانه و تغییرات فصلی بارش بیشترین تأثیر را بر توانایی این گونه برای اشغال رویشگاه‌های مناسب داشتند (۱۸).

شناسایی گیاهان داروئی و بهره‌برداری چند منظوره از مراتع علاوه بر بازده اقتصادی برای مردم بومی، سلامت اکوسیستم را در بر خواهد داشت، لذا مطالعه پراکنش گونه داروئی *T. kotschyanus* Boiss and Hohen نقش مهمی در حفظ و توسعه رویشگاه این گونه با ارزش دارد.

کننده) مواجه است (۱۲). شاخص تورم واریانس از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2} \quad (۱)$$

که در این رابطه VIF شاخص تورم واریانس و R ضریب تبیین مدلی است که در آن متغیر مستقل روی سایر متغیرهای دیگر برازش شده است.

در پایان ۸ متغیر شامل شاخص هم‌دمایی (BIO3)، میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل سال (BIO8)، میانگین دمای خشک‌ترین فصل سال (BIO9)، تغییرات فصلی بارندگی (BIO15)، مجموع بارندگی گرم‌ترین فصل سال (BIO18)، مجموع بارندگی سردترین فصل سال (BIO19)، شیب و مقادیر جهت جغرافیایی به عنوان متغیرهای محیطی وارد مدل شدند.

مدل‌های پراکنش گونه‌ای

از پنج روش مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای شامل مدل خطی تعمیم‌یافته، مدل جمعی تعمیم‌یافته، تحلیل طبقه‌بندی درختی، رگرسیون تقویت‌شده و روش جنگل تصادفی برای پیش‌بینی پراکنش فعلی گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen و همچنین ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر پراکنش آینده این گونه استفاده شد. مدل‌سازی‌ها با بهره‌گیری از بسته biomod 2 (۵۹) در محیط نرم افزار R انجام شد.

(الف)



شکل ۱. الف) موقعیت استان مازندران در ایران ب) نقاط حضور گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen

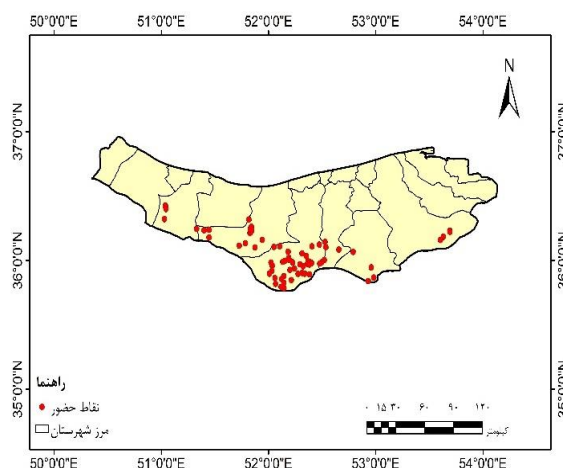
سالیانه ۷۹۶ mm و میانگین دمای هوای سالانه ۱۶°C می‌باشد که با حرکت از مناطق غربی به سمت مناطق شرقی بر میزان دمای هوا افزوده می‌شود (۳۸).

روش نمونه‌برداری و انتخاب متغیرهای محیطی

نقاط حضور گونه بر پایه بازدید از مناطق حضور گونه در سطح استان با استفاده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت گردید. نمونه‌گیری نقاط با دو شرط وجود حداقل ۱ km فاصله بین نقاط حضور و پرهیز از برداشت تک‌پایه‌ها به عنوان حضور گونه انجام شد و در نهایت ۷۱ نقطه حضور برای گونه ثبت شد (شکل ۱).

۱۹ متغیر زیست اقلیمی ریز مقیاس شده برای شرایط اقلیمی فعلی و آینده سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ میلادی با تفکیک مکانی ۱ km (۳۴) به‌دست آمد (جدول ۱). متغیر ارتفاع از مدل رقومی ارتفاعی SRTM^۱ (۱۷) با تفکیک‌پذیری ۳۰ m استخراج شد و لایه‌های شیب و جهت جغرافیایی با استفاده از آن و بسته Raster در محیط R تولید شدند (۳۳). برای بررسی هم‌خطی میان متغیرهای محیطی از فرآیند گام به گام و تخمین عامل تورم واریانس^۲ با استفاده از بسته usdm در محیط R استفاده شد و متغیرهای با مقدار عامل تورم واریانس کمتر از ۱۰ انتخاب شدند (۲۶، ۵۰). عامل تورم واریانس، شدت هم‌خطی چندگانه را در تحلیل رگرسیون ارزیابی می‌کند. VIF بزرگتر از ۱۰ نشان می‌دهد که مدل با مشکل همبستگی بین متغیرهای مستقل (پیش‌بینی

(ب)



جدول ۱. توصیف متغیرهای زیست - اقلیمی مورد استفاده در مدل سازی پراکنش گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen

نمایه متغیر	متغیر زیست اقلیمی	نمایه متغیر	متغیر زیست اقلیمی
BIO ₁	میانگین دمای سالانه	BIO ₁₁	میانگین دمای سردترین فصل سال
BIO ₂	میانگین دامنه دمای روزانه	BIO ₁₂	مجموع بارندگی سالانه
BIO ₃	شاخص همدمایی (Bio7/Bio2) × ۱۰۰	BIO ₁₃	مجموع بارندگی مرطوبترین ماه سال
BIO ₄	تغییرات فصلی دما	BIO ₁₄	مجموع بارندگی خشکترین ماه سال
BIO ₅	حداکثر دمای گرمترین ماه سال	BIO ₁₅	تغییرات فصلی بارندگی (ضریب تغییرات)
BIO ₆	حداقل دمای سردترین ماه سال	BIO ₁₆	مجموع بارندگی مرطوبترین فصل سال
BIO ₇	تغییرات دمای سالانه (BIO ₅ -BIO ₆)	BIO ₁₇	مجموع بارندگی خشکترین فصل سال
BIO ₈	میانگین دمای مرطوبترین فصل سال	BIO ₁₈	مجموع بارندگی گرمترین فصل سال
BIO ₉	میانگین دمای خشکترین فصل سال	BIO ₁₉	مجموع بارندگی سردترین فصل سال
BIO ₁₀	میانگین دمای گرمترین فصل سال		

متغیرهای پُررنگ شده، متغیرهای شرکت کننده در مدل پس از واکاوی همبستگی می باشند.

پراکنش گونه در شرایط اقلیمی مختلف

احتمال پراکنش گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen با استفاده از پنج مدل پراکنش گونه ای، تحت سه مدل گردش عمومی جو شامل BCC-CSM1-1، CCSM4 و MRI-CGCM3 و دو سناریو RCP 4.5 و RCP 8.5 برای سال های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ میلادی بررسی شد. به منظور اجتناب از خطای ناشی از یک مدل گردش عمومی، از میانگین گروهی سه مدل استفاده شد (۶۴، ۳۰).

ارزیابی مدل ها

برای افزایش دقت و کارایی مدل، هر کدام از مدل ها با ۱۰ بار تکرار انجام شد. در هر تقسیم تصادفی از ۷۰٪ داده های حضور برای تولید مدل و ۳۰٪ باقی مانده برای ارزیابی آن استفاده شد (۴). برای اندازه گیری صحت مدل های مختلف در پیش بینی پراکنش گونه از مقادیر

سطح زیر منحنی (AUC) در تحلیل ویژگی عملیاتی پذیرنده و آماره TSS^۱ استفاده شد که برای مشخص کردن کارایی مدل به کار می روند (۵۴). این دو شاخص با استفاده از جدول خطاهای اندازه گیری شده (جدول ۲) به برآورد عددی از توانایی مدل برای پیش بینی نقاط مناسب و نامناسب برای حضور گونه می پردازند. TSS این کار را با استفاده از رابطه (۱) انجام می دهد. مقادیر کمتر از ۰/۴ نشان دهنده توانایی ضعیف مدل در پیش بینی، ۰/۸ - ۰/۴ خوب و بیشتر از ۰/۸، عالی می باشد (۲).

$$TSS = \frac{(ad - bc)}{[(a + c)(b + d)]} \quad (2)$$

در مورد شاخص ROC، ابتدا باید دو مولفه نرخ مثبت صحیح^۲ طبق رابطه (۳) و نرخ مثبت غلط^۳ طبق رابطه (۴) محاسبه شوند.

جدول ۲. ماتریس تطابق نتایج حاصله از مدل های مورد استفاده.

واقعیّت زمینی	پیش بینی مدل	
	حضور گونه	عدم حضور
حضور گونه	a	B
عدم حضور گونه	c	D

$$TP = \frac{a}{a + c} \quad (3)$$

$$FP = \frac{b}{b + d} \quad (4)$$

(ب) گرایش به نامناسب: رویشگاه‌هایی که گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در حال حاضر در آن‌ها حضور دارد، ولی پیش‌بینی می‌شود که تغییر اقلیم موجب نامطلوب شدن شرایط اقلیمی برای این گونه شود؛ (ج) گرایش به مناسب: رویشگاه‌هایی که در حال حاضر گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در آن‌ها حضور ندارد، ولی پیش‌بینی می‌شود که تغییر اقلیم موجب مناسب شدن شرایط اقلیمی برای حضور این گونه می‌شود؛ (د) رویشگاه‌های نامناسب پایدار: رویشگاه‌هایی که پیش‌بینی می‌شود هم در شرایط اقلیمی فعلی و هم در شرایط اقلیمی آینده برای گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen نامطلوب‌اند و این گونه در آن‌ها حضور نخواهد داشت.

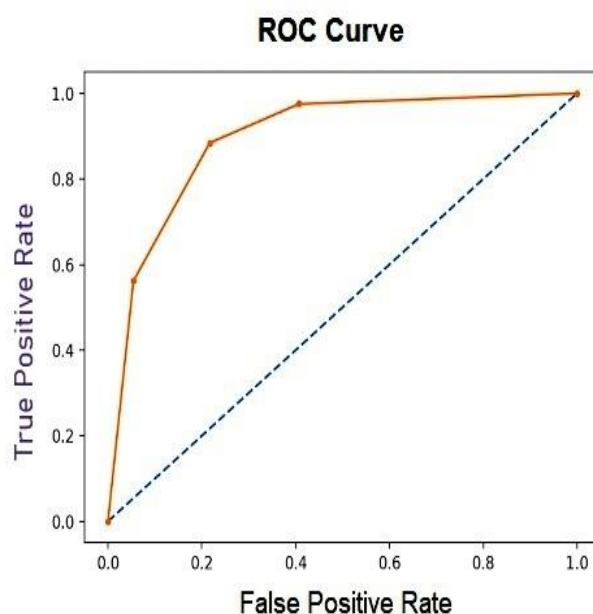
■ نتایج

معیارهای AUC ($>0/92$) و TSS ($>0/83$) برای همه مدل‌ها عالی ارزیابی شدند (جدول ۳). بر اساس معیارهای صحت‌سنجی مدل جمعی تعمیم‌یافته بیشترین مقدار TSS ($0/89$) و رگرسیون تقویت‌شده بالاترین سطح معیار AUC ($0/98$) را داشتند (جدول ۳).

هر چه مساحت زیر منحنی در شکل ۲ بیشتر و به ۱ نزدیکتر باشد، نشان دهنده قدرت بیشتر در پیش‌بینی صحیح مقادیر مورد نظر است (۲۰). مدل با AUC بین $0/7$ تا $0/8$ دارای دقت کم، بین $0/7$ تا $0/8$ دارای دقت متوسط، $0/8$ تا $0/9$ دارای دقت خوب و $0/9$ تا ۱ دارای دقت کامل است.

واکاوی تغییرهای اندازه محدوده پراکنش گونه حاصل از تأثیر اقلیم

برای واکاوی تغییر اندازه محدوده پراکنش^۱ گونه، نقشه‌های تغییرپذیری اندازه محدوده پراکنش *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در چهار گروه به‌دست آمد: الف) رویشگاه‌های مناسب پایدار: رویشگاه‌هایی که در حال حاضر گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در آن‌ها حضور دارد و پیش‌بینی می‌شود که در آینده نیز گونه در آن‌ها حضور داشته باشد؛



شکل ۲. نمودار ROC که برای محاسبه AUC به کار می‌رود

جدول ۳. میانگین مقادیر صحت سنجی مدل‌ها در بررسی پراکنش مکانی *T. kotschyanus* Boiss and Hohen

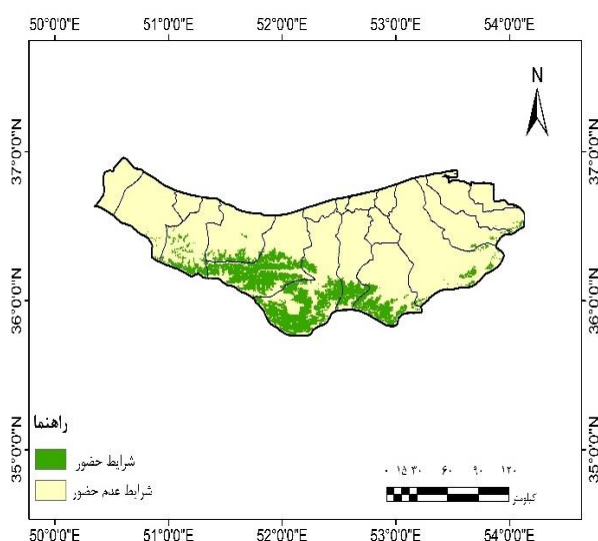
مدل	GLM	GAM	CTA	RF	GBM	میانگین
AUC	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۶
TSS	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۷

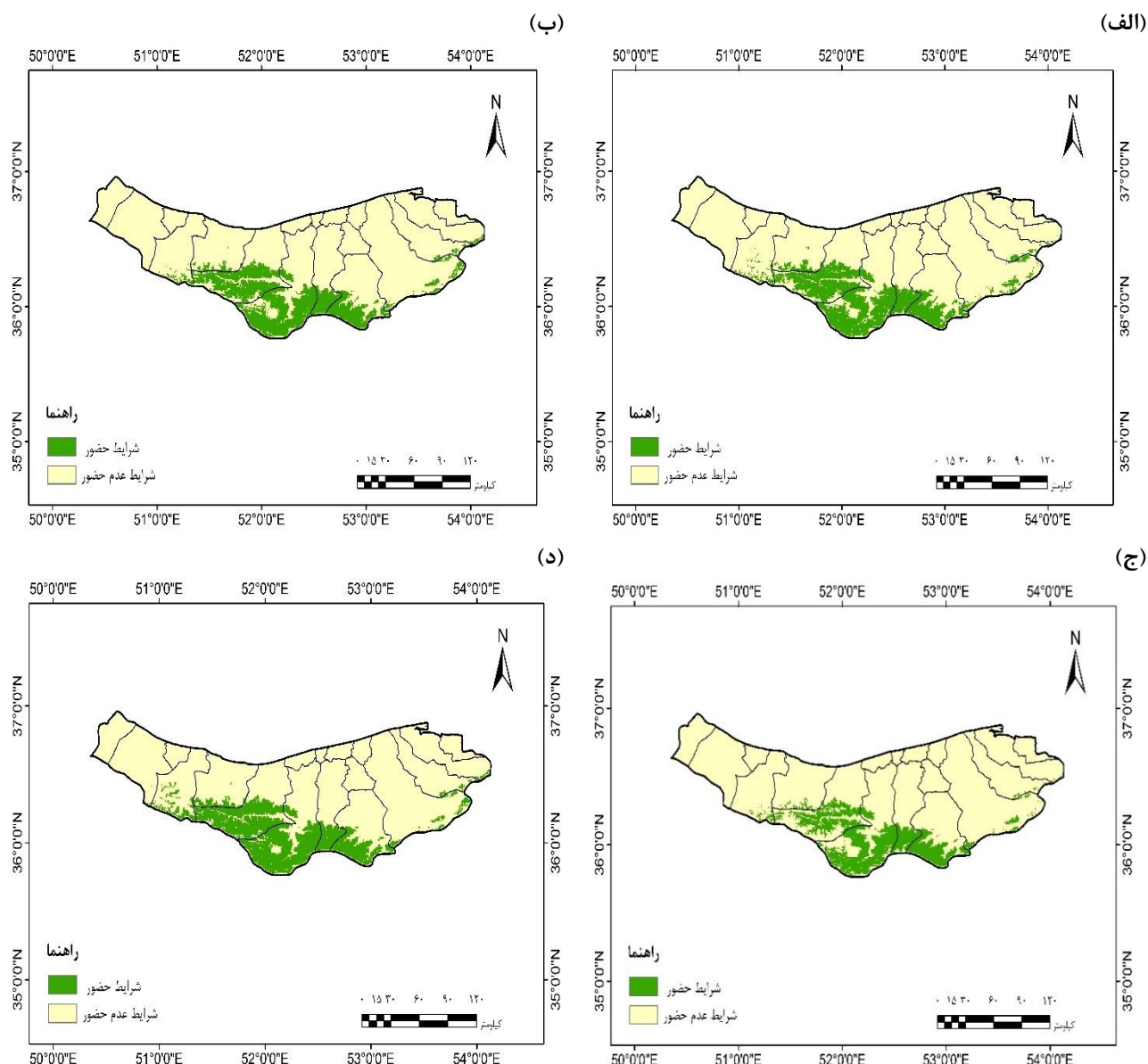
اهمیت نسبی هر یک از متغیرهای وارد شده به مدل در پیش‌بینی مناطق مطلوب برای حضور گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که به‌ترتیب تغییرات فصلی بارندگی، مجموع بارندگی سردترین فصل سال و شاخص هم‌دمایی بیشترین سهم را در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه داشتند (جدول ۴).

با استفاده از روش اجماع و جمع‌بندی نتایج حاصل از تمامی مدل‌ها، نقشه پراکنش گونه در حال حاضر تهیه شد (شکل ۳) همچنین نقشه پیش‌بینی پراکنش گونه تحت سناریوهای اقلیمی RCP 4.5 و RCP 8.5 و مدل‌های گردش عمومی CCSM4، BCC-CSM1-1 و MRI-CGCM3 برای سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ تهیه شد (شکل ۴).

جدول ۴. اهمیت نسبی متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی رویشگاه‌های مطلوب *T. kotschyanus* Boiss and Hohen و اهمیت نسبی آن‌ها

متغیرهای محیطی	عنوان به انگلیسی	اهمیت نسبی
تغییرپذیری فصلی بارندگی	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)	۰/۴۳
مجموع بارندگی سردترین فصل سال	Precipitation of Coldest Quarter	۰/۳۱
شاخص هم‌دمایی	Isothermality (BIO2/BIO7)(*100)	۰/۲۹
مجموع بارندگی گرم‌ترین فصل سال	Precipitation of Warmest Quarter	۰/۲۶
میانگین دمای خشک‌ترین فصل سال	Mean Temperature of Driest Quarter	۰/۱۴
شیب	Slope	۰/۰۷
میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل سال	Mean Temperature of Wettest Quarter	۰/۰۲
جهت شیب	Aspect	۰/۰۱

شکل ۳. نقشه رویشگاه مطلوب امروزی گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen بر پایه داده‌های حضور با استفاده از رویکرد اجماعی



شکل ۴. پراکنش گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen تحت تأثیر تغییر اقلیم در سال ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ در استان مازندران. (الف): پراکنش گونه در سال ۲۰۵۰ تحت تأثیر سناریوی RCP 4.5، (ب): پراکنش گونه در سال ۲۰۵۰ تحت تأثیر سناریوی RCP 8.5، (ج): پراکنش گونه در سال ۲۰۷۰ تحت تأثیر سناریوی RCP 4.5، (د): پراکنش گونه در سال ۲۰۷۰ تحت تأثیر سناریوی RCP 8.5.

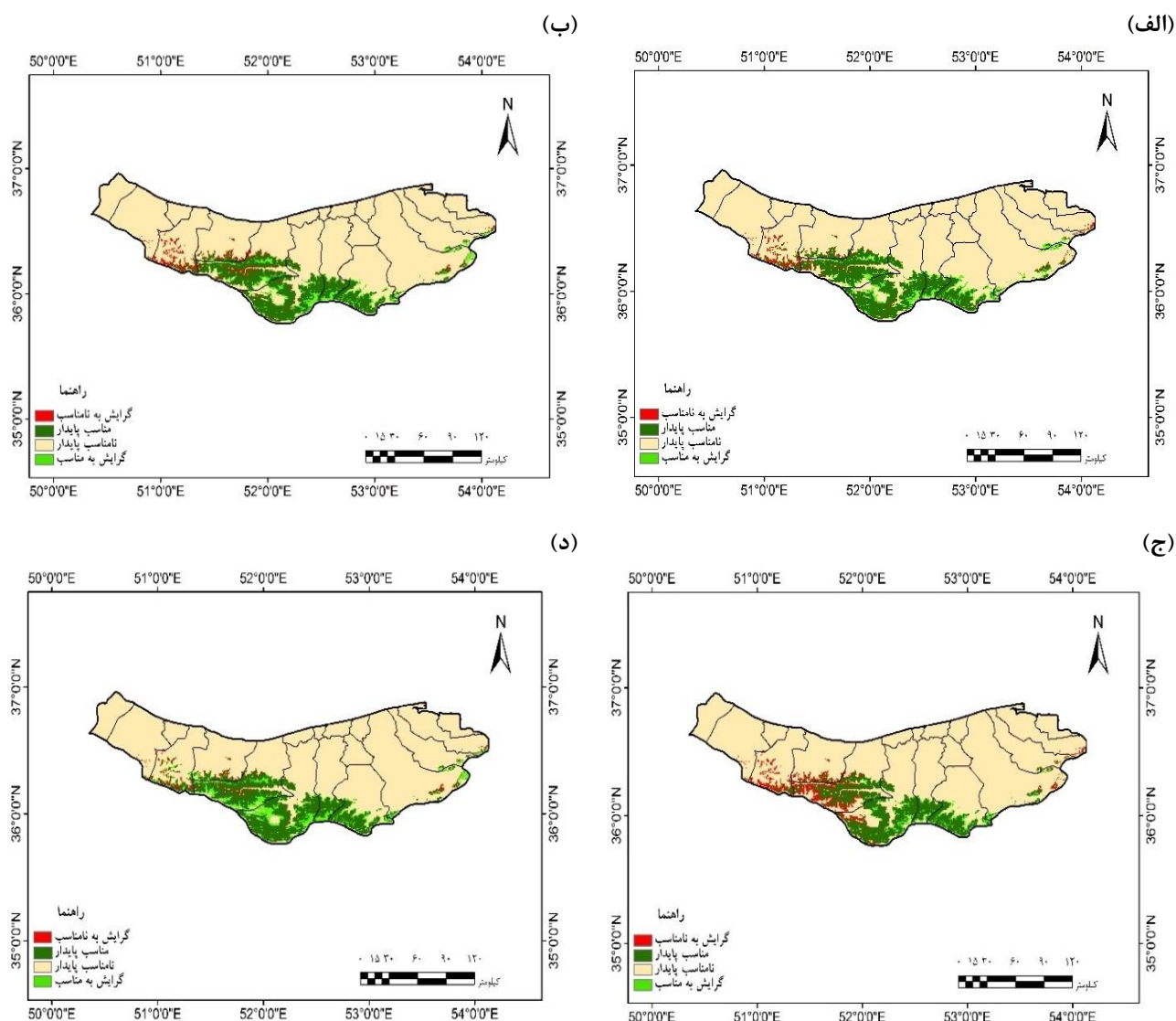
۲۰۷۰ (۸.۵) از رویشگاه‌های امروزی این گونه تا سال ۲۰۷۰ کاسته خواهد شد. رویشگاه‌های مطلوب به دست آمده در اثر تغییر اقلیم با سناریوی RCP 4.5 و سال ۲۰۵۰ معادل ۲۱٪/۱۹ و سناریو RCP 8.5 و سال ۲۰۷۰ معادل ۲۷٪/۹۴ خواهد بود (جدول ۵ و شکل ۵). تغییرات رویشگاه‌های مطلوب گونه تا سال ۲۰۵۰ و تحت سناریو RCP 4.5 در حدود ۱۲٪/۴+ خواهد بود و تا سال ۲۰۷۰ و تحت سناریو RCP 8.5، ۲۰٪/۳۵+ خواهد شد.

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر تغییر اقلیم می‌تواند پیامدهای قابل توجهی بر محدوده پراکنش رویشگاه‌های مطلوب گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در استان مازندران وارد سازد. برآوردهای حاصل از سناریوهای اقلیمی مختلف نشان داد که در حدود ۹٪/۱۵ (RCP 4.5) تا ۱۲٪/۰۵ (RCP 8.5) از رویشگاه‌های امروزی گونه به واسطه تغییر اقلیم تا سال ۲۰۵۰ از دست خواهد رفت. همچنین بر پایه این سناریوها، در حدود ۲۲٪/۸۵ (RCP 4.5) و حدود ۷٪/۵۹ در سناریو (RCP 8.5)

جدول ۵. نتایج تحلیل اندازه دامنه گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در استان مازندران زیر تأثیر تغییر اقلیم

سناریوی اقلیمی	حضور پایدار	غیاب پایدار	رویشگاه‌های مطلوب از دست رفته	رویشگاه‌های مطلوب به دست آمده	تغییرات رویشگاه‌های مطلوب	سال
	کیلومتر مربع	کیلومتر مربع	کیلومتر مربع	کیلومتر مربع	کیلومتر مربع	
RCP 4.5	۴۹۸۲	۲۶۲۷۴	۵۰۲	۱۱۶۲	۶۶۰	۲۰۵۰
RCP 8.5	۴۸۲۳	۲۶۴۱۱	۶۶۱	۱۰۲۵	۳۶۴	۲۰۵۰
RCP 4.5	۴۲۳۱	۲۶۸۲۱	۱۲۵۳	۶۱۵	-۶۳۸	۲۰۷۰
RCP 8.5	۵۰۶۸	۲۵۹۰۴	۴۱۶	۱۵۳۲	+۱۱۱۶	۲۰۷۰

*علامت مثبت (+) نشان‌دهنده افزایش و علامت منفی (-) نشان‌دهنده کاهش است.



شکل ۵. تغییرات اندازه محدوده پراکنش گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در استان مازندران در سال ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ میلادی در استان مازندران، (الف): تغییرهای اندازه محدوده پراکنش گونه تحت تأثیر تغییر اقلیم در سال ۲۰۵۰ و سناریو RCP 4.5، (ب): تغییرات اندازه محدوده پراکنش گونه تحت تأثیر تغییر اقلیم در سال ۲۰۵۰ و سناریو RCP 8.5، (ج): تغییرات اندازه محدوده پراکنش گونه تحت تأثیر تغییر اقلیم در سال ۲۰۷۰ و سناریو RCP 4.5، (د): تغییرات اندازه محدوده پراکنش گونه تحت تأثیر تغییر اقلیم در سال ۲۰۷۰ و سناریو RCP 8.5

یافته‌های واکاوی تغییر ارتفاع رویشگاه‌های مطلوب گونه مورد بررسی زیر تأثیر اقلیم، نشان داد که در شرایط فعلی، میانگین ارتفاع از سطح دریا برای رویشگاه‌های این گونه معادل ۲۶۸۲ m می‌باشد. از طرف دیگر در اثر تغییر اقلیم، میانگین ارتفاع از سطح دریا برای رویشگاه‌های مطلوب تا سال ۲۰۷۰ میلادی تحت سناریو (RCP 8.5)، معادل ۲۸۸۹ m خواهد شد.

■ بحث و نتیجه‌گیری

همه روش‌های مدل‌سازی استفاده شده برای پیش‌بینی پراکنش گونه دارای مقدار میانگین AUC بیشتر از ۰/۹ و TSS بالاتر از ۰/۸ بودند که نشان می‌دهد این مدل‌ها دارای دقت کافی برای پیش‌بینی پراکنش گونه در منطقه مورد مطالعه بودند. بر پایه معیارهای صحت‌سنجی مدل‌های GBM و GAM بیشترین کارایی را برای تعیین رویشگاه اقلیمی گونه داشتند. ثبات بالا و سادگی تعمیم به عنوان مزایای مدل GBM گزارش شده است (۱۱، ۶۵). در بررسی پیش‌بینی پراکنش *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در منطقه پلور مازندران، مدل GAM به عنوان مدلی کارآمد معرفی شده است (۳۹). در بررسی دیگری در مراتع ییلاقی مازندران، مدل GBM به عنوان مدلی کارآمد برای پیش‌بینی حضور گونه‌های غالب مرتعی معرفی شد (۴۰).

تغییرات فصلی بارندگی، مجموع بارندگی سردترین فصل سال و شاخص هم‌دمایی به ترتیب بیشترین سهم را در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen داشتند. نتایج بررسی پراکنش گونه نشان می‌دهد که بارش و دما، از عوامل مهم و مؤثر در پراکنش این گونه دارویی می‌باشند (۲۵). نتایج حاصل از مدل‌سازی، میانگین ارتفاع مناطقی که در حال حاضر گونه در آن حضور دارد را ۲۶۸۲ m نشان داد. نتایج مدل‌سازی در سال ۲۰۷۰ بر اساس سناریو RCP ۸/۵ در مناطق مستعد حضور گونه، این میانگین ارتفاع را ۲۸۸۹ m نشان داد. در مطالعاتی دیگر در منطقه واز مازندران ارتفاع پراکنش گونه ۲۲۰۰ m تا ۲۹۰۰ m گزارش شده است

(۱). بیشترین تراکم و گسترش *T. kotschyanus* Boiss and Hohen دامنه ارتفاعی ۱۷۵۰ m تا ۳۵۵۰ m ذکر شده است (۴۷). مهاجرت به سمت ارتفاعات بالا و گسترش منطقه‌ای دو مورد از تأثیرهای بارز تغییر اقلیم بر گیاهان بوته‌ای ذکر شده است (۴۸). محققان با بررسی پراکنش گونه‌های بوته‌ای نشان می‌دهد که در اثر تغییر اقلیم، گونه‌ها به سمت ارتفاعات حرکت کرده و دامنه پراکنش خود را گسترش می‌دهند (۲۲). ناهمگنی مناطق کوهستانی به صورت توپوگرافی پیچیده و متنوع می‌تواند رویشگاه‌های متنوع و پناهگاه‌هایی برای گونه‌های مختلف گیاهی فراهم کند (۵۷) و باعث جابجایی گونه‌ها به سمت ارتفاعات شود. در مطالعات دیگر نیز الگوهای مشابهی برای گسترش ارتفاعی پراکنش گونه‌ها زیر تأثیر اقلیم گزارش شده است (۵۸، ۴۹، ۲۴). البته این نکته قابل ذکر است که تغییرات ارتفاعی گونه‌های کوهستانی در پاسخ به تغییر اقلیم ممکن است در مناطق مختلف متفاوت باشد (۷۰) چرا که میانگین دمای سردترین فصل سال در زمستان ممکن است به عنوان مانعی بر جابجایی ارتفاعی گونه‌ها تأثیر گذاشته و سبب حرکت گونه‌ها به سمت ارتفاعات پایین گردد (۷۰). علاوه بر این ممکن است مهاجرت ناشی از گرم شدن در اثر تغییر اقلیم به ارتفاعات بالاتر، باعث تغییر در ترکیب گونه‌ای و افزایش رقابت در جوامع واقع در ارتفاعات شده و جمعیت‌های گیاهی کوچکتر را مجبور به حرکت به سمت ارتفاع پایین‌تر نماید (۴۳). گونه‌های گیاهی از طریق سازگاری، حرکت در جهات مختلف به منظور دستیابی به اقلیم مناسب (۱۳، ۵۲) و در بدترین حالت به صورت انقراض به تغییرات اقلیمی پاسخ می‌دهند (۵۳). با این وجود تحقیقات نشان دادند که همه گیاهان به یک اندازه به تغییرات اقلیمی حساس نیستند (۱۴، ۵۱). نتایج نشان داد که در مجموع، سطح رویشگاه گونه مورد نظر در آینده (سال ۲۰۵۰) در مقایسه با شرایط کنونی، در سناریو RCP ۴/۵ کاهش خواهد یافت و با سناریو ۸/۵ RCP و سال ۲۰۷۰ این کاهش رویشگاه کمتر خواهد بود و در مقابل رویشگاه‌های جدیدی در سناریو RCP ۸/۵ (در سال ۲۰۷۰ به دست خواهد آورد. واکنش گونه‌ها در

محدوده پراکنش گونه ها در مقیاس محلی و منطقه ای می تواند بر ترکیب جامعه، عملکرد بوم نظام و تنوع ژنتیک تأثیر بگذارد و گیاهان را نسبت به تغییرات مداوم زیست محیطی آسیب پذیرتر کند (۱۰، ۴۵، ۵۶).

با توجه به نتایج پژوهش حاضر و کاهش آشیان بوم شناختی و تغییر محدوده پراکنش *T. kotschyanus* Boiss and Hohen زیر تأثیر اقلیم، لزوم توجه برنامه ریزی های مدیریتی منطبق با این تغییرات، ضروری بنظر می رسد. *T. kotschyanus* Boiss and Hohen در مناطق اقلیمی مدیترانه ای، نیمه خشک، نیمه مرطوب و مرطوب و همچنین به واسطه ارزش داروئی و حفاظت خاک می تواند نقش بسیار مهمی در بهبود وضعیت مراتع کشور در این مناطق ایفا کند. همچنین بسیاری از بررسی ها نشان دادند که گونه های مختلف آویشن توانمندی خوبی برای وارد شدن به سامانه کشت و انتخاب در برنامه های اصلاحی دارند. لذا توجه مدیران منابع طبیعی به حفظ این گونه داروئی با ارزش ضروری بنظر می رسد. در پایان پیشنهاد می شود که در مدیریت عرصه های طبیعی از تصمیم گیری ها و شیوه های مدیریتی سازگار با تغییر اقلیم استفاده شود و همچنین پژوهش هایی برای بررسی تغییر اقلیم برای این گونه با ارزش داروئی و حفاظتی در نقاط دیگر کشور انجام شود.

پاسخ به تغییرات آب و هوایی می تواند متفاوت باشد (۴۲، ۵۵). در حالی که انتظار می رود بسیاری از گونه ها در اثر تغییر اقلیم رویشگاه های مناسب خود را از دست بدهند، برخی نیز پیش بینی می کنند که گونه ها در اثر تغییر اقلیم رویشگاه های جدیدی به دست آورده و محدوده های توزیع فعلی خود را گسترش دهند (۶۱). بررسی ها نشان می دهد که بوته ها با گسترش پراکنش خود، رویشگاه های مناسب خود را افزایش می دهند (۶، ۴۴) و به نظر می رسد گونه های بوته ای زیر فشار دی اکسید کربن، عملکرد بهتری نسبت به گونه های علوفه دارند (۱۵). بنابراین نتیجه مشاهده شده با پاسخ های فیزیولوژی یک گونه مطابقت دارد. نتایج بررسی پراکنش گونه داروئی DC. Ex *Salvia hydrangea* Benth از تیره Lamiaceae در زاگرس مرکزی نشان می دهد که دامنه پراکنش این گونه بوته ای زیر تأثیر اقلیم کاهش می یابد و فقط با سناریوی (RCP8.5) رویشگاه کمتری را نسبت به سناریوهای دیگر تغییر اقلیم از دست می دهد (۲۴) که با یافته های پژوهش حاضر مطابقت دارد. از طرفی با توجه به وجود آسانس گونه *T. kotschyanus* Boiss and Hohen می توان گفت که آسانس ها به گیاهان در شرایط تنش خشکی در ذخیره گرما و در نتیجه جلوگیری از آسیب دمای کم می کنند (۱۹). اگر چه تغییرات دامنه پراکنش، راهبرد مهم مقابله با تغییر اقلیم به شمار می رود، اما تغییر در

References

1. Akbarzadeh, M. (2003). Medicinal Plants of Labiatae Family in the summer rangelands of Vaz region in Mazandaran Province. *Medicinal and Aromatic Plants*, 19, 37-46. (in Farsi)
2. Allouche, O., Tsoar, A., & Kadmon, R. (2006). Assessing the accuracy of species distribution models: Prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Applied Ecology*, 43, 1223-1232.
3. Araujo, M. B., & New, M. (2007). Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in ecology & evolution*, 22 (1), 42- 47.
4. Araujo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11(9), 1504-1513.
5. Booth, T. H. (2018). Species distribution modelling tools and databases to assist managing forests under climate change. *Forest Ecology and Management*, 430, 196-203.
6. Brandt, J. S., Haynes, M. A., Kuemmerle, T., Waller, D. M., & Radeloff, V. C. (2013). Regime shift on the roof of the world: alpine meadows converting to shrublands in the southern Himalayas. *Biological Conservation*, 158, 116-127.
7. Breiman, L. (1984). Classification and regression trees. Belmont, CA: Wadsworth International Group.

8. Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5-32.
9. Broadmeadow, M. S. J., & Matthews, R. (2003). Forests, Carbon and Climate Change: the UK Contribution. *Forestry Commission*, 1-12.
10. Calinger, K.M. (2015). A functional group analysis of change in the abundance and distribution of 207 plant species across 115 years in north-central North America. *Biodiversity and Conservation*, 24, 2439-2457.
11. Catry, F. X., Rego, F. C., Bacao, F. L., & Moreira, F. (2009). Modelling and mapping the occurrence of wildfire ignitions in Portugal. *International Journal of Wildland Fire*, 18(8), 921-931.
12. Chatterjee, S., & Hadi, A.S. (2006). Regression analysis by example, John Wiley & Sons Inc.
13. Chen, I. C., Hill, J. K., Ohlemuller, R., Roy, D.B., & Thomas, C.D. (2011). Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science*, 333(6045), 1024-1026.
14. Corlett, R. T., & Westcott, D. A. (2013). Will plant movements keep up with climate change? *Trends in Ecology & Evolution*, 28(8), 482-488.
15. D'Odorico, P., Fuentes, J. D., Pockman, W. T., Collins, S. L., He, Y., Medeiros, J. S., Dewekker, S., & Litvak, M.E. (2010). Positive feedback between microclimate and shrub encroachment in the northern Chihuahuan desert. *Ecosphere*, 1(6), 1-11.
16. Elith, J., Leathwick, J. R., & Hastie, T. (2008). A working guide to boosted regression trees. *Animal Ecology*, 77, 802-813.
17. Farr, T.G., Rosen, P.A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., & Alsdorf, D. (2007). The shuttle radar topography mission: *Reviews of Geophysics*, 45, 1-33.
18. Farzadmehr, J., & Sangoony, H. (2020). The effect of climate change on the geographical distribution of wild borage in Khorasan Razavi. *Water and Soil Conservation*, 27(3), 145-162. (in Farsi)
19. Fasina, O. O., & Colley, Z. (2008). Viscosity and specific heat of vegetable oils as a function of temperature: 35°C to 180°C. *International Journal of Food Properties*, 11, 738-746.
20. Fielding, A. H., & Bell, J. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24 (1), 38-49.
21. Franklin, J. (2013). Species distribution models in conservation biogeography: developments and challenges. *Diversity and Distributions*, 19(10), 1217-1223.
22. Gatti, R. C., Callaghan, T., Velichevskaya, A., Dudko, A., Fabbio, L., Battipaglia, G & Liang, J. (2019). Accelerating upward treeline shift in the Altai Mountains under last- century climate change. *Scientific Reports*, 9, 7678.
23. Gent, P. R., Danabasoglu, G., Donner, L. J., Holland, M. M., Hunke, E. C., Jayne, S. R., Lawrence, D. M., Neale, R. B., Rasch, P. J., Vertenstein, M., Worley, P. H., Yang, Z. L., & Zhang, M. (2011). The community climate system model version 4. *Climate*, 24(19), 4973-4991.
24. Ghehsareh Ardestani, E., & Heidari Ghahfarrokhi, Z. (2021). Ensembpecies distribution modeling of *Salvia hydrangea* under future climate change scenarios in Central Zagros Mountains, Iran. *Global Ecology and Conservation*, 26, e01488.
25. Ghorbani, A., Pour nematy, A., Ghasemi, Z. S., & Shokuhian, A. (2017). Comparison of some effective environmental factors on distribution of *Dactylis glomerata* L. and *Thymus kotschyanus* Boiss and Hohen in South of Ardabil province. *Range and Watershed Manegement*, 70 (2), 449-464. (in Farsi)
26. Graham, M. H. (2003). Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology*, 84(11), 2809-2815.
27. Guisan, A., Edwards, T. C & Hastie, T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*, 157, 89-100.

28. Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8, 993-1009.
29. Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J. B., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P. R., Tulloch, A. I. T., Regan, T. J., Brotons, L., McDonald-Madden, E., Mantyka-Pringle, C., Martin, T. G., Rhodes, J. R., Maggini, R., Setterfield, S. A., Elith, J., Schwartz, M. W., Wintle, B. A., Broennimann, O., Austin, M., Ferrier, S., Kearney, M. R., Possingham, H. P., & Buckley, Y. M. (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters*, 16(12), 1424-1435.
30. Hao, T., Elith, J., Guillera-Aroita, G., & Lahoz-Monfort, J. J. (2019). A review of evidence about use and performance of species distribution modelling ensembles like BIOMOD. *Diversity and Distributions*, 25(5), 839-852.
31. Hastie, T., & Tibshirani, R. (2004). Generalized additive models. Encyclopedia of statistical sciences. Chichester, UK: John Wiley & Sons Inc.
32. He, X., Burgess, K.S., Gao, L.M., & Li, D.Z. (2019). Distributional responses to climate change for alpine species of *Cyananthus* and *Primula* endemic to the Himalaya-Hengduan Mountains. *Plant Diversity*, 1(41), 26-32.
33. Hijmans, R. J., Etten, J. V., Cheng, J., Mattiuzzi, M., Sumner, M., & Greenberg, J. (2017). Raster: geographic data analysis and modeling. R package version 2.3-33, 2016
34. <https://www.worldclim.org>
35. IPCC. (2013). Climate Change 2013: The physical science basis Working group I contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
36. IPCC. (2014). Summary for Policymakers, Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
37. IPCC. (2018). Global Warming of 1.5_C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5_C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change.
38. Jafari, M. (2008). Investigation and analysis of climate change factors in Caspian Zone forests for last fifty years, *Forest and Poplar Research*, 16(2), 326-314. (in Farsi)
39. Jafarian, Z & Kargar, M. (2017). Distribution Modeling of Protective and Valuable Plant Species in the Tourist Area of Polour Using Generalized Linear Model (GLM) and Generalized Additive Model (GAM). *Geography and Development*, 15 (46), 117-132. (in Farsi)
40. Jafarian, Z., & Kargar, M. (2017). Comparison of Random Forest (RF) and Boosting Regression Tree (BRT) For Prediction of Dominant Plant Species Presence in Polour Rangelands, Mazandaran Province. *Applied Ecology*, 6(1), 41-55. (in Farsi)
41. Kaky, E., Nolan, V., Alatawi, A., & Gilbert, F. (2020). A comparison between Ensemble and MaxEnt species distribution modeling approaches for conservation: A case study with Egyptian medicinal plants. *Ecological Informatics*, 60, 101150.
42. Kolanowska, M., Kras, M., Lipinska, M., Mystkowska, K., Szlachetko, D. L., & Naczka, A. M. (2017). Global warming not so harmful for all plants - response of holomycotrophic orchid species for the future climate change. *Scientific Reports*, 7(1), 1-13.
43. Lenoir, J., Gégout, J. C., Guisan, A., Vittoz, P., Wohlgemuth, T., Zimmermann, N. E., Dullinger, S., Pauli, H., Willner, W., & Svenning, J. C. (2010). Going against the flow: potential mechanisms for unexpected downslope range shifts in a warming climate. *Ecography*, 33, 295-303.
44. Manish, K., Telwala, Y., Nautiyal, D. C., & Pandit, M. K. (2016). Modelling the impacts of future climate change on plant communities in the Himalaya: a case study from Eastern Himalaya, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(2), 92.
45. Matthies, D., Brauer, I., Maibom, W., & Tschardtke, T. (2004). Population size and the risk of local extinction: empirical evidence from rare plants. *Oikos*, 105(3), 481-488.

46. McCullagh, P. (1984). Generalized linear models. *European Journal of Operational Research*, 16, 285-292.
47. Moghimi, J. (2005). Introduction of some important rangeland species for the development and improvement of Iranian rangelands. Arvan Publication, 670p. (in Farsi).
48. Myers-Smith, I. H., & Hik, D. S. (2018). Climate warming as a driver of tundra shrubline advance. *Ecology*, 106(2), 547-560.
49. Naghipour borj, A. A., Ashrafzadeh, M., & Haidarian, M. (2021). Modeling the current and future potential distribution of *Fritillaria imperialis* under climate change scenarios and using three general circulation models in Iran. *Plant Ecosystem Conservation*, 8(17), 219-235.
50. Naimi, B., Hamm, N. A., Groen, T. A., Skidmore, A. K., & Toxopeus, A. G. (2014). Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling? *Ecography*, 37, 191- 203.
51. Pacifici, M., Foden, W. B., Visconti, P., Watson, J. E. M., Butchart, S. H. M., Kovacs, K. M., Scheffers, B. R. Hole, D. G., Martin, D. G., Akcakaya, H. R., Corlett, R. T., Huntley, B., Bickford, D., Carr, J. A., Hoffmann, A. A., Midgley, G. F., Pearce-Kelly, P., Pearson, R. G., Williams, S. E., Willis, S. G., Young, B., & Rondinini, C. (2015). Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change*, 5(3), 215-225.
52. Palmer, G., Hill, J. K, Brereton, T. M., Brooks, D. R., Chapman, J. W., Fox, R., Oliver, T. H., & Thomas, C. D. (2015). Individualistic sensitivities and exposure to climate change explain variation in species' distribution and abundance changes. *Science Advances*, 1(9), e1400220.
53. Parmesan, C., & Hanley, M. E. (2015). Plants and climate change: complexities and surprises. *Annals of Botany*, 116(6), 849-864.
54. Phillips, S. J., & Dudik, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161- 175.
55. Prugh, L.R., Deguines, N., Grinath, J. B., Suding, K. N., Bean, W.T., Stafford, R., & Brashares, J. S. (2018). Ecological winners and losers of extreme drought in California. *Nature Climate Change*, 8(9), 819-824.
56. Richardson, A. D., Andy Black, T., Ciais, P., Delbart, N., Friedl, M. A, Gobron, N., Hollinger, D. Y., Kutsch, W. L., Longdoz, B., Luyssaert, S., Migliavacca, M., Montagnani, L., Monger, J. W., Moors, E., Piao, S., Rebmann, C., Reichstein, M., Saigusa, N., Tomelleri, E., Vargas, R., & Varlagin, A. (2010). Influence of spring and autumn phenological transitions on forest ecosystem productivity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1555), 3227-3246.
57. Sun, S., Zhang, Y., Huang, D., Wang, H., Cao, Q., Fan, P., Yang, N., Zheng, P., & Wang, R. (2020). Science of the Total Environment The effect of climate change on the richness distribution pattern of oaks (*Quercus* L.) in China. *Science of the Total Environment*, 744, 140786.
58. Teimoori Asl, S., Naghipour, A.A., Ashrafzadeh, M., & Heydarian, M. (2020). Predicting the impact of climate change on potential habitats of *Stipa hohenackeriana* Trin & Rupr in Central Zagros. *Rangeland*, 14(3), 526-538. (in Farsi)
59. Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., & Araujo, M. B. (2009). BIOMOD - A platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography*, 32(3), 369-373.
60. Thuiller, W., Pollock, L. J., Gueguen, M., & Munkemuller, T. (2015). From species distributions to meta-communities. *Ecology Letters*, 18(12), 1321-1328.
61. Urban, M. C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234), 571-573.
62. Van Soesbergen, A., & Mulligan, M. (2018). Uncertainty in data for hydrological ecosystem services modelling: potential implications for estimating services and beneficiaries for the CAZ Madagascar. *Ecosystem Services*, 33, 175-186.

63. Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G. C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J. F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S. J., & Rose, S. K. (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(1), 5-31.
64. Venkataraman, K., Tummuri, S., Medina, A., & Perry, J. (2016). 21st century drought outlook for major climate divisions of Texas based on CMIP5 multimodel ensemble: Implications for water resource management. *Hydrology*, 534, 300-316.
65. Vilar, L., Woolford, D. G., Martell, D. L., & Pilar Martin, M. (2010). A model for predicting human-caused wildfire occurrence in the region of Madrid, Spain. *International Journal of Wildland Fire*, 19(3), 325-337.
66. Wan, J., Wang, C., Yu, J., Nie, S., Han, S., Liu, J., Zu, Y., & Wang, Q. (2016). Developing conservation strategies for *Pinus koraiensis* and *Eleutherococcus senticosus* by using model-based geographic distributions. *Forestry Research*, 27(2), 389-400.
67. Wu, J., & Gao, X. J. (2013). A gridded daily observation dataset over China region and comparison with the other datasets. *Chinese Journal of Geophysics*, 56, 1102-1111.
68. Yukimoto, S., Adachi, Y., Hosaka, M., Sakami, T., Yoshimura, H., Hirabara, M., Tanaka, T. Y., Shindo, E., Tsujino, H., Deushi, M., Mizuta, R., Yabu, S., Obata, a, Nakano, H., Koshiro, T., Ose, T., & Kitoh, A. (2012). A New Global Climate Model of the Meteorological Research Institute: MRI-CGCM3-Model Description and Basic Performance. *Meteorological Society of Japan*, 90, 23-64.
69. Zhang, Z., Capinha, C., Weterings, R., McLay, C.L., Xi, D., Lu, H., & Yu, L. (2019). Ensemble forecasting of the global potential distribution of the invasive Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Hydrobiologia*, 826(1), 367-377.
70. Zu, K., Wang, Z., Zhu, X., Lenoir, J., Shrestha, N., Lyu, T., Luo, A., Li, Y, Ji, C, Peng, S., Meng, J., & Zhou, J. (2021). Upward shift and elevational range contractions of subtropical mountain plants in response to climate change. *Science of the Total Environment*, 783, 146896.

Evaluation of Wind Erosion Risk in Abarkouh Plain Using Landsat Satellite Imageries

A. Jebali¹, A. Zare Chahouki^{2*}

1. Postdoctoral researcher, Environmental and Desert Studies School, Yazd University, Yazd, Iran.
2. Assistant professor, Environmental and Desert Studies School, Yazd University, Yazd, Iran.

* Corresponding Author: zare.chahouki@yazd.ac.ir

Received date: 06/09/2021

Accepted date: 15/10/2021

 [10.22034/JDMAL.2021.538377.1350](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.538377.1350)

Abstract

Wind erosion is one of the problems in arid and semi-arid regions that is associated with the process of detachment and transportation of soil particles by wind. The Wind Erosion Risk Index is a framework for modelling wind erosion that examines the sensitivity of land to wind erosion based on a set of surface and climate thresholds. The purpose of the study is to assess the risk of wind erosion in various geobiofaces at Abarkouh plain, Yazd province, using the WEHI model from 2003 to 2017. Three factors including frequency of erosive winds, percentage of bare land and soil surface moisture were used to run the model. Wind erosion risk map was produced under three categories: low, moderate and severe. To evaluate the effectiveness of the model, aerosol optical depth (AOD) data were used that confirmed the accuracy and significance of the model ($\alpha=0.01$). The results showed that 107,369 ha of lands in the severe wind erosion category was increased. Wind erosion is widespread in the study area, particularly in the geobiofaces of the salt-lake and saline lands. The risk of wind erosion is reduced only on near-dense farmlands. This may expose the land upstream of the study area to the hazards of salt storms given biological, economic and social threats.

Keywords: Abarkouh; Aerosol optical depth; Erosive wind; Soil surface moisture





ارزیابی خطر فرسایش بادی دشت ابرکوه با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست

عاطفه جبال^۱، اصغر زارع چاهوکی^{۲*}

۱. پژوهشگر پسادکتری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. استادیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

* نویسنده مسئول: zare.chahouki@yazd.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۳

doi: [10.22034/JDMAL.2021.538377.1350](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.538377.1350)

چکیده

فرسایش بادی از مخاطره‌های طبیعی در مناطق خشک و نیمه خشک است که با فرآیند کنده شدن و جابجایی ذرات خاک توسط باد همراه است. شاخص خطر فرسایش بادی (WEHI) چهارچوبی از مدل‌سازی فرسایش بادی است که با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از آستانه‌های سطحی، اقلیمی و با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی، حساسیت زمین نسبت به فرسایش بادی را تعیین می‌کند. هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی خطر فرسایش بادی رخساره‌های زیستی-ژئومورفولوژی متنوع دشت ابرکوه واقع در استان یزد با بهره‌گیری از مدل خطر فرسایش بادی WEHI در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ است. در اجرای مدل، از سه مولفه فراوانی بادهای فرساینده، درصد اراضی بدون پوشش و رطوبت سطحی خاک استفاده شد و نقشه خطر فرسایش بادی در سه طبقه کم، متوسط و شدید تولید شد. به منظور ارزیابی کارایی مدل، از داده‌های عمق نوری هواویزها بهره گرفته شد و دقت و معنی‌داری مدل تأیید گردید ($\alpha = 0/01$). نتایج نشان داد که ۱۰۷۳۶۹ هکتار بر سطح اراضی با خطر فرسایش بادی شدید افزوده شده است. فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه به‌ویژه در رخساره‌های زیستی - ژئومورفولوژی دریاچه نمکی کویر و اراضی شور در حال گسترش است. در اراضی کشاورزی و دارای پوشش گیاهی تقریباً متراکم، خطر فرسایش بادی کم است. این موضوع می‌تواند اراضی بالادست منطقه را نسبت به مخاطره حاصل از توفان‌های نمکی با پیامدهای زیستی، اقتصادی و اجتماعی مواجه سازد.

واژگان کلیدی: ابرکوه؛ باد فرساینده؛ رطوبت سطحی خاک؛ عمق نوری هواویز

■ مقدمه

فرسایش بادی از جمله دشواری‌های حاکم بر مناطق خشک و نیمه خشک است که با فرآیند کنده شدن و جابجایی ذرات خاک توسط باد همراه است (۲، ۱۲، ۲۶). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در حدود ۲۸٪ از سطح خشکی‌های کره زمین تحت تأثیر فرآیند فرسایش بادی قرار دارند (۲۸، ۳۹) و از این مقدار، 2960000 Km^2 در وضعیت شدیدی از فرسایش بادی قرار دارد (۲۴). این نوع از فرسایش، یکی از علل اصلی محدود کننده حاصلخیزی خاک بر روی کره زمین است (۴۱) و به‌طور معمول در خاک‌های خشک و سست، بدون هرگونه پوشش حفاظتی مانند پوشش گیاهی و یا سنگفرش شدت اثر بیشتری دارد و منجر به افزایش تراکم ذرات گردوغبار در اتمسفر می‌شود (۳۱). پراکنش ذرات ریز معلق در سطح اتمسفر با تأثیر بر کیفیت هوا و ایجاد آلودگی بر روی شهرها و مناطق مسکونی واقع در مسیر گردوغبار سلامتی ساکنان این مناطق را دچار آسیب‌های جدی می‌سازد (۸، ۳۲).

در مجموع فرسایش بادی تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل و روابط متقابل آن‌ها شامل نیروی باد، بافت و تراکم خاک، مواد آلی خاک، پوشش گیاهی، رطوبت خاک و زبری سطح قرار می‌گیرد (۴، ۹، ۱۰، ۱۱). بنابراین، مدیریت و کنترل آن نیازمند تلاش‌های چند جانبه متشکل از سیاست، مدیریت بوم‌نظام، اقتصاد و ظرفیت‌سازی است. شناسایی مناطق حساس به فرسایش بادی و به‌ویژه کانون‌های فرسایشی، گامی ضروری در مدیریت و کنترل فرسایش بادی است. استفاده از مدل‌های ساده و کارآمد با توانایی ارزیابی فرسایش بادی در مقیاس‌های مختلف و در بازه‌های مختلف زمانی ماهانه تا سالانه نیاز مبرم تحقیقات آینده است. شاخص خطر فرسایش بادی $WEHI^1$ چهارچوبی از مدل‌سازی فرسایش زمین است که با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از آستانه‌های سطحی، اقلیمی و با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی به بررسی حساسیت زمین به فرسایش بادی در کشور استرالیا ارائه شده است و پایش فرآیند فرسایش بادی را در مقیاس‌های

مختلف زمانی امکان‌پذیر ساخته است. نتایج حاصل از مدل مذکور توانسته است که اطلاعات با ارزشی را در راستای کمک به هدف‌گذاری بهتر برنامه‌های سرمایه‌گذاری و پایش مستمر این فرآیند، فراهم آورد و در مدیریت کاهش فرسایش بادی و بهبود وضعیت خاک مثر ثمر باشد (۴۰). ارزیابی شدت فرسایش بادی دشت سگری اصفهان با استفاده از مدل شاخص خطر فرسایش بادی نشان می‌دهد که اراضی جنگل دست‌کاشت همراه با رخساره‌های فرسایش بادی، پهنه‌های ماسه‌ای و منطقه حمل از شدت زیاد فرسایش بادی برخوردار است (۵). بهره‌گیری از شاخص‌های مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای مانند بافت و رطوبت خاک، پوشش گیاهی و سرعت باد نقش مؤثری را در شناسایی وضعیت حساسیت اراضی به فرسایش بادی دارد. در پژوهشی بر روی وضعیت فرسایش بادی در حوزه دریاچه ارومیه نشان می‌دهد که در زمان کاهش رطوبت سطح خاک، و افزایش سرعت باد احتمال وقوع گرد و غبار و پیشروی فرآیند فرسایش بادی افزایش می‌یابد (۱۳). تجزیه و تحلیل همبستگی مکانی بین تغییرات فرسایش بادی، تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی در پویایی مکانی - زمانی فرسایش بادی فلات تبت^۲ براساس مدل فرسایش بادی اصلاح شده $RWEQ^3$ طی دوره ۳۵ ساله نشان داد که شدت فرسایش بادی در این منطقه از جهت جنوب شرقی به سمت شمال غربی در حال افزایش است. در مناطق با تغییر قابل توجه در تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی، تغییر قابل توجهی را در فرآیند فرسایش بادی نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در این منطقه، توزیع فرسایش بادی از منظر فعالیت‌های انسانی در مقیاس محلی و به‌صورت لکه‌ای است (۳۵). بهره‌گیری از رابطه فرسایش بادی اصلاح شده تخمین نرخ بالقوه فرسایش بادی^۴ در منطقه هکسی چین در سهم‌بندی عوامل اقلیمی و الگوهای کاربری اراضی فرسایش بادی نشان دهنده کاهش نرخ بالقوه فرسایش بادی در طی ۳۳ سال گذشته است. پژوهشگران این مطالعه بیان داشته‌اند که عامل اقلیمی مهمترین نقش را در تغییرات نرخ

³ Revised Wind Erosion Equation (RWEQ)⁴ Potential Wind Erosion Rate (PWER)¹ Wind Erosion Hazard Index² Qinghai-Tibet

برنامه‌های توسعه‌ای پایدار راهگشا باشد. هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی خطر فرسایش بادی در ژئوبیوفاسیس‌های متنوع بخش بهمن ابرکوه با بهره‌گیری از مدل خطر فرسایش بادی WEHI و به‌کارگیری روش‌های سنجش از دوری در ایجاد این نوع از فرسایش است.

■ مواد و روش

منطقه مورد بررسی

دشت ابرکوه جزئی از رون مرکزی ایران است و شهرستان ابرکوه در آن قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه بخش بهمن با مساحت تقریبی ۳۰۰۰۱۴ ha در موقعیت $29^{\circ} 07' 53''$ تا $31^{\circ} 17' 01''$ طول شرقی و $39^{\circ} 39' 30''$ تا $52^{\circ} 14' 31''$ عرض شمالی، از بخش‌های مهم شهرستان ابرکوه محسوب می‌شود (شکل ۱). در این بخش شهری به نام مهردشت، دهستان به نام‌های اسفندار و مهرآباد و ۱۱ روستای دارای دهیاری است. جمعیت ساکن در این بخش، نزدیک به ۱۵۰۰۰ نفر است. کویر ابرکوه با ارتفاع کمتر از ۱۴۵۰m، پست‌ترین محل در این بخش است. منطقه مورد بررسی در اقلیم گرم و خشک بیابانی قرار گرفته است. رژیم بارندگی در این منطقه از نوع مدیترانه‌ای و بیشترین مقدار بارندگی در ماه‌های بهمن و فروردین ریزش دارد. چاله ابرکوه نوعی چاله تراکمی است که در پست‌ترین قسمت آن، کویر پوشیده از رس و نمک ایجاد شده است. کفه نمکی با سطح سخت و هموار و بدون پوشش گیاهی، غالباً از رسوبات تبخیری نمک همراه با گچ و مارن تشکیل شده است. جلگه رسی و نمکی در اطراف کفه نمکی، دارای درصد شوری خاک زیاد است و در اثر تابش آفتاب شدید قشر رسی زیرین بعلت خشک شدن و انقباض، رس ترک خورده و قشر نمک سطحی را به طرف بالا حرکت می‌دهد. کفه ابرکوه در دوره ژوراسیک زیر آب بوده و در اثر خشکسالی و تبخیر آب آن، خشک شده و در حال حاضر به‌صورت دریاچه نمکی قسمت شرق منطقه را پوشانیده است. در نزدیکی کفه نمکی کویر چربه حاوی از رسوبات ریزدانه میوسن، غنی از املاح $CaCl_2$ و $NaCl$ است (۲۲). براساس گزارش سازمان جنگل‌ها، مراتع و

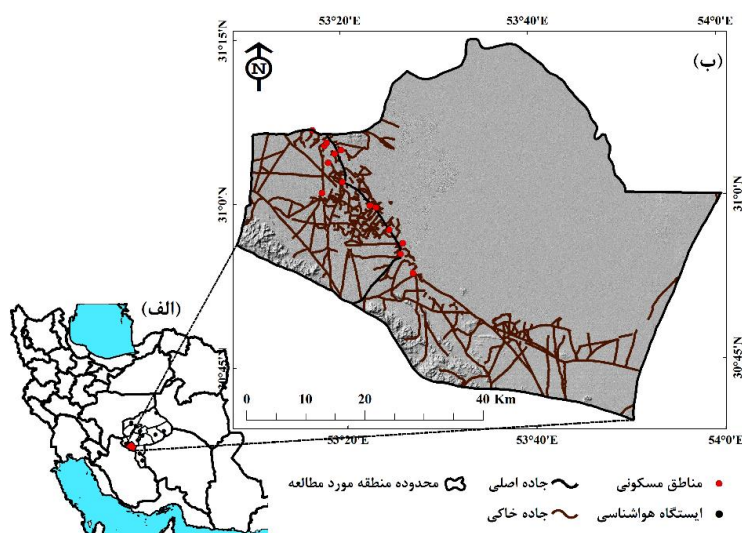
فرسایش بادی این منطقه دارد و سرعت باد عامل اصلی کنترلی شدت فرسایش بادی است (۲۵).

اندازه‌گیری‌های سنتی با روش‌های میدانی به دلیل محدودیت پوشش زمانی و مکانی، به تنهایی قابلیت آشکارسازی و پایش کانون‌ها و مناطق تحت‌تأثیر فرسایش بادی را در مقیاس وسیع ندارند. از سویی دیگر، پیشرفته‌ترین مدل‌ها، بسیار پیچیده و در مقیاس‌های کوچک میدانی نتایج مناسب و قابل قبولی را ارائه می‌دهند و در تعیین کانون‌ها و مناطق حساس به فرسایش بادی در مقیاس‌های بزرگتر و منطقه‌ای، انجام آن با محدودیت‌های زیادی مواجه است (۱۵). در مقیاس‌های بزرگ و منطقه‌ای، بهره‌گیری از ابزارهایی مانند سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌سازی عوامل مؤثر در فرسایش بادی، ابزاری مناسب برای تشخیص مناطق حساس به فرسایش بادی است. در این مقیاس با حفظ عوامل کلیدی مؤثر بر فرسایش بادی، از مدل‌هایی با پیچیدگی کمتر استفاده می‌شود (۶). مدل‌های متعددی برای ارزیابی حساسیت اراضی به فرسایش بادی در مقیاس‌های مختلف بر پایه RS و GIS طراحی شده است، که عملکرد هر مدل در شناسایی مناطق حساس به فرسایش با توجه به عوامل مؤثر در نظر گرفته شده و همچنین نحوه جمع‌آوری داده‌های هریک از این عوامل متفاوت است. با این وجود تأثیر نوع رخساره‌های ژئومورفولوژیکی بر روی خطر فرسایش بادی مورد توجه قرار نگرفته است.

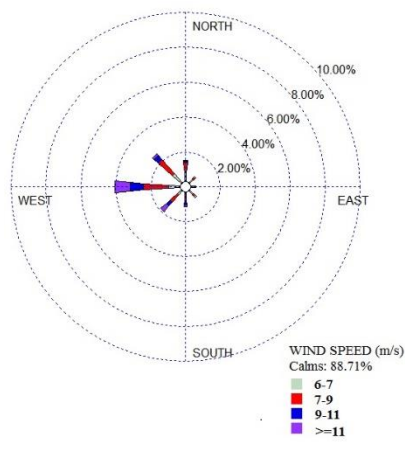
استان یزد، از مناطق شاخص در رخدادن فرسایش بادی و ایجاد رخساره‌های متنوع فرسایشی در کشور ایران است. در این استان مناطق تحت‌تأثیر و کانون‌های فرسایش بادی با شدت‌های مختلف زیاد تا کم وجود دارد. شناسایی این مناطق از اولویت‌های مطالعات مدیریت و کنترل مناطق بیابانی است. شناسایی رخساره‌های زیستی ژئومورفولوژیکی و یا در اصطلاح ژئوبیوفیس^۱ و حساسیت هر یک از رخساره‌های مذکور بر میزان خطرپذیری هر یک از آنها در گسترش فرسایش بادی و تولید ذرات گردوغبار، نیز می‌تواند در مقابله با بیابان‌زایی و گسترش طوفان‌های گردوغبار، و اجرای

آب‌خیزداری کشور سطح مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در بخش بهمن ابرکوه، در حدود 151476 ha است که ۸۶٪ از آن، شامل اراضی برداشت است. کانون‌های بحرانی فرسایش بادی این منطقه در سمت غربی بخش بهمن با مساحت 72611 ha به‌ویژه با شدت زیاد قرار گرفته است. براساس اطلاعات حاصل از داده‌های مربوط به ویژگی‌های باد در ایستگاه همدیدی (سینوپتیک) ابرکوه (۱۳۸۲-۱۳۹۶)، جهت باد غالب، غربی و در حدود ۱۲٪ از کل باد سالیانه را شامل می‌شود، بعد از آن بادهای شمال غربی بیشترین فراوانی را در منطقه دارد (شکل ۲- الف). وزش باد در منطقه مورد مطالعه تقریباً در تمام ماه‌های سال مشاهده می‌شود اما از اسفند تا مرداد فراوانی آن‌ها بیشتر است. بیشترین فراوانی وقوع توفان‌های گردوغبار در

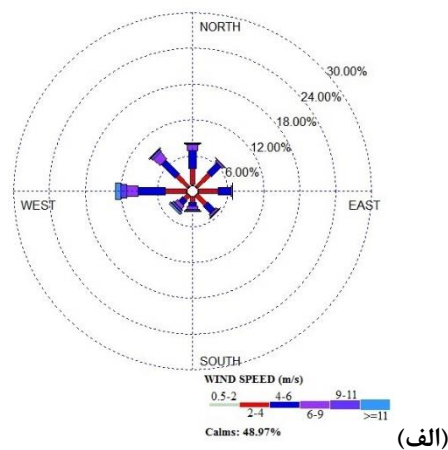
اردیبهشت ماه ثبت شده است (جدول ۱). بادهای با سرعت کمتر از 0.51 m/s ، به‌عنوان هوای آرام، بادهای با سرعت ۴ تا 11 knot بادهای متوسط و نیمه‌قوی است، و وزش باد با سرعت بیشتر از 11 knot معادل 6 m/s بادهای فرساینده‌ای هستند که در تشکیل تندبادها و توفان‌های شدید تأثیرگذار هستند (جدول ۱). گل‌توفان حاصل از داده‌های سرعت و جهت بادهای فرساینده بیشتر از 6 m/s ، نشان می‌دهد که جهت غالب توفان‌های منطقه از سمت غرب و شمال غرب است (شکل ۲- ب). براساس تصاویر گل‌باد و گل‌توفان منطقه مورد بررسی، از ۱۲٪ باد غالب غربی، ۴٪ از آن را بادهای فرساینده تشکیل می‌دهند و از تقریباً ۸٪ از بادهای شمال غربی، در حدود ۲/۵٪ را بادهای فرساینده تشکیل می‌دهند (شکل ۲).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در الف) ایران و موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی استان یزد، ب) موقعیت مناطق مسکونی و راه‌های ارتباطی



(ب)



(الف)

شکل ۲. پلات الف) گل‌باد و ب) گل‌توفان ایستگاه همدیدی ابرکوه طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶

جدول ۱. فراوانی طبقه‌های مختلف وزش سرعت باد ماهانه ایستگاه همدیدی ابرکوه (۱۳۸۲-۱۳۹۶)

طبقه سرعت باد (m/s)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	
۰/۵-۲	۳۲	۲۳	۲۶	۲۵	۱۹	۲۰	۲۵	۴۳	۶۱	۳۹	۴۱	۳۸	۳۹۲
۲-۴	۵۶۱	۵۱۲	۵۴۳	۶۴۹	۶۸۰	۶۶۷	۷۵۰	۷۱۴	۶۵۶	۵۹۵	۵۴۹	۵۶۵	۷۴۴۱
۴-۶	۵۷۹	۷۸۳	۸۰۰	۷۸۲	۷۲۸	۷۱۴	۶۲۸	۴۲۲	۳۵۱	۴۲۵	۴۲۳	۶۲۴	۷۲۵۹
۶-۹	۲۸۱	۳۴۴	۲۹۹	۲۶۹	۲۶۷	۱۵۳	۱۲۲	۱۲۸	۱۲۵	۱۴۷	۲۴۴	۲۵۵	۲۶۳۴
۹-۱۱	۱۶۴	۱۴۶	۷۰	۶۱	۳۶	۲۵	۲۶	۵۱	۶۹	۹۷	۱۳۴	۱۴۵	۱۰۲۴
>=۱۱	۱۰۳	۸۰	۲۰	۷	۵	۸	۸	۲۶	۳۳	۵۱	۱۲۷	۱۶۲	۶۳۰
هوای آرام	۱۴۰۰	۱۳۳۶	۱۳۶۲	۱۴۳۱	۱۴۸۹	۱۵۳۳	۱۶۶۵	۱۷۳۶	۱۹۱۹	۱۸۷۰	۱۴۱۸	۱۴۳۵	۱۸۵۹۴
مجموع	۳۱۲۰	۳۲۲۴	۳۱۲۰	۳۲۲۴	۳۲۲۴	۳۱۲۰	۳۲۲۴	۳۱۲۰	۳۲۱۴	۳۲۲۴	۲۹۳۶	۳۲۲۴	۳۷۹۷۴

روش انجام پژوهش

مدل خطر فرسایش بادی WEHI

مدل خطر فرسایش بادی WEHI از جمله مدل‌های کارآمدی است که قابلیت اجرا در مقیاس مختلف مکانی (مزرعه تا وسیع در سطح ملی و منطقه‌ای) و همچنین مقیاس‌های زمانی روزانه تا سالانه دارد (۴۰). اساس این مدل در رابطه ۱ ارائه شد.

$$WEHI = \frac{(V \times S)}{M} \quad (1)$$

که در آن:

WEHI: شاخص خطر فرسایش بادی

V: سرعت باد (m/s)

S: فاکتور خاک بدون پوشش (در محدوده صفر تا ۱)

M: رطوبت خاک (شاخص رطوبت خاک در محدوده صفر تا ۱)

تعیین باد فرساینده

با توجه به اینکه فراوانی وزش بادهای فرساینده در سطح یک منطقه تأثیر به سزایی را در افزایش شدت فرسایش بادی دارد. در پژوهش حاضر، از فراوانی بادهای فرساینده به جای عامل سرعت باد در اجرای مدل استفاده

شد (۵). سرعت باد فرساینده در محدوده مطالعاتی ۶ m/s در نظر گرفته شد. داده‌های فراوانی بادهای فرساینده ۱۱ ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان یزد (شکل ۱) برای تولید لایه باد استفاده شد. نقشه پهنه‌بندی فراوانی بادهای فرساینده براساس روش درون‌یابی IDW در سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی برای سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶ تهیه شد.

اراضی بدون پوشش

از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶، برای تهیه نقشه پوشش اراضی استفاده شد (جدول ۲). با توجه به شدت وقوع رخداد‌های گردوغبار در اردیبهشت و خرداد ماه - معادل با ماه‌های می و ژوئن میلادی - تصاویر ماهواره‌ای مربوط به این ماه‌ها برای تهیه نقشه پوشش اراضی در نظر گرفته شد. ضمن اینکه در این ماه‌ها تصاویر برای تهیه نقشه پوشش اراضی از کیفیت بیشتری برخوردار است و بدون پدیده ابرناکی بود. همچنین تقریباً تمام پوشش‌های اراضی موجود در منطقه مورد مطالعه در ماه‌های مورد استفاده قابل شناسایی است.

جدول ۲. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای لندست در منطقه مورد مطالعه

ماهواره	سنجنده	تاریخ		قدرت تفکیک مکانی	ردیف/گذر
		میلادی	شمسی		
لندست ۷	ETM	۲۰۰۳/۰۵/۲۶	۱۳۸۲/۰۳/۰۲	۳۰ m	۱۶۲/۳۹؛ ۱۶۲/۳۸
لندست ۸	OLI_TIRS	۲۰۱۷/۰۶/۲۵	۱۳۹۶/۰۴/۰۴		

بعد از انجام مراحل پیش‌پردازش تصاویر و انجام تصحیحات رادیومتریک (۳۷)، اتمسفریک (۱۸) و هندسی (۱۶)، نقشه پوشش اراضی از روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و بهره‌گیری از تابع شعاعی^۱ (۳۴) تهیه گردید. صحت نقشه‌های پوشش اراضی با ارزیابی نقاط کنترل واقعیت زمینی برگرفته شده از پیمایش میدانی بر روی تصاویر گوگل ارث (۷) سال ۱۳۸۲، و نقاط واقعیت میدانی در سال ۱۳۹۶ تعیین شد. با تأیید صحت نقشه‌های تولید شده، لایه درصد خاک بدون پوشش در محدوده صفر تا یک وزن‌دهی شد (جدول ۳). امتیاز مربوط به طبقه‌های درصد اراضی بدون پوشش، با توجه به طبقه‌بندی عددی ارائه شده در پژوهش‌های مرتبط با مدل مذکور (۵، ۴۰) و مشاهدات میدانی در نظر گرفته شد.

رطوبت خاک

به منظور تهیه نقشه رطوبت خاک از شاخص اختلاف نرمال شده رطوبت خاک^۲ سنجنده لندست برگرفته از سامانه گوگل ارث انجین برای سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶ استفاده شد (رابطه ۲).

$$NDMI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \quad (2)$$

که در آن:

NDMI: شاخص اختلاف نرمال رطوبت خاک

SWIR: باند مادون قرمز میانی

NIR: باند مادون قرمز نزدیک

مقادیر این شاخص در محدوده -۱ تا +۱ به‌دست آمد. به‌طوری‌که مقادیر مثبت نزدیک به ۱ بیانگر وجود مناطق آبی با پوشش گیاهی و مقادیر نزدیک به -۱ نشان‌دهنده مناطق با میزان آب کم مانند خاک لخت و ساختمان‌ها است (۱۷).

قبل از اجرای مدل خطر فرسایش بادی، تمام لایه‌های ورودی به مدل در محدوده صفر تا ۱ نرمال‌سازی (رابطه ۳) و سپس مدل WEHI اجرا شد. در آخر، نقشه خطر فرسایش بادی در سه طبقه کم، متوسط و شدید طبقه‌بندی شد (جدول ۴).

$$x = \frac{x - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

که در آن:

X: مقدار داده

X_{min} : مقدار کمینه داده

X_{max} : مقدار بیشینه داده

جدول ۳. جزئیات امتیازدهی درصد اراضی بدون پوشش (سازه S)

امتیاز	شرح محدوده عددی	شرح طبقه بندی	سازه
صفر	۰ - ۰/۲۵	اراضی دارای درصد خاک بدون پوشش کمتر از ۱۰٪	
۰/۲۵	۰/۲۵ - ۰/۵	اراضی با درصد خاک بدون پوشش بین ۱۰ تا ۲۵٪	
۰/۵	۰/۵ - ۰/۷۵	اراضی با درصد خاک بدون پوشش ۲۵ تا ۵۰٪	اراضی بدون پوشش (۰/)
۱	۰/۷۵ - ۱	اراضی با درصد خاک بدون پوشش بیشتر از ۵۰٪ (مناطق فاقد پوشش گیاهی و یا سنگریزه)	

جدول ۴. جزئیات طبقه‌بندی مدل WEHI

طبقه	امتیاز	شرح محدوده عددی
کم	۱	۰ - ۰/۲۵
متوسط	۲	۰/۲۵ - ۰/۵
شدید	۳	> ۰/۵

ارزیابی صحت

با بررسی مقایسه میانگین به روش ANOVA یک طرفه بررسی شد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{i'})^2}{n}} \quad (۴)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - Y_{i'}}{Y_i} \right| \times 100 \quad (۵)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - Y_{i'}| \quad (۶)$$

که در آن:

n: تعداد داده‌های مورد استفاده

Y_i : مقادیر واقعی

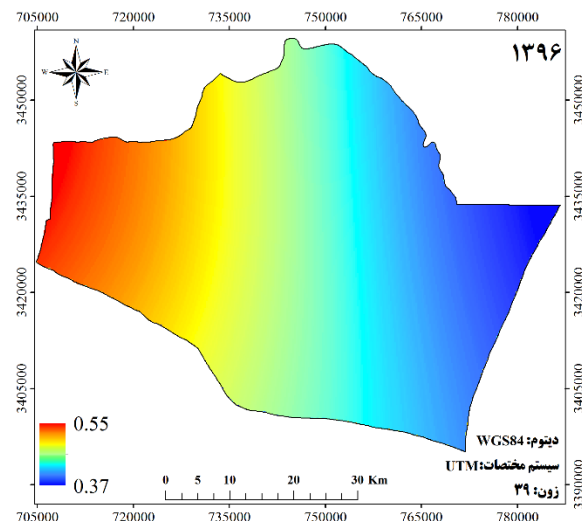
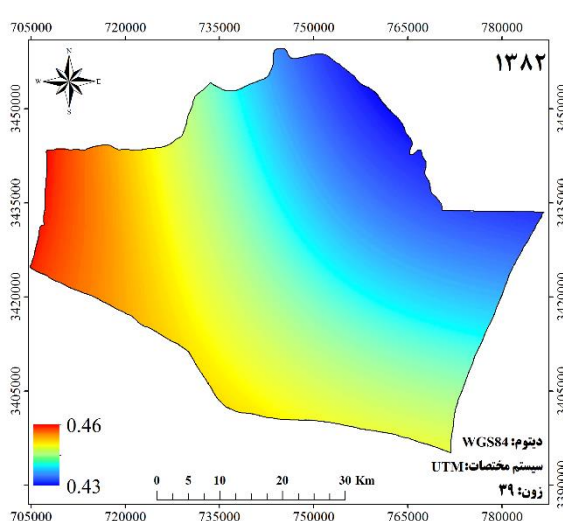
$Y_{i'}$: مقادیر پیش‌بینی شده

نتایج و بحث

ارزیابی وضعیت بادهای فرساینده

پهنه‌بندی بادهای فرساینده در محدوده مورد مطالعه، افزایش فراوانی بادهای فرساینده را طی ۱۵ سال مورد بررسی نشان داد. وضعیت پراکنش فراوانی بادهای فرساینده استاندارد شده در شکل ۳ نشان داده شده است.

عمق نوری هواویز^۱ کمیتی بدون بعد و نشان‌دهنده میزان جذب و پراکنش نور ناشی از هواویزها در مسیر عبوری نور در جو است (۳۶). مقدار این کمیت، نسبت به میزان تراکم هواویزهای جو متغیر است. ذرات گردوغبار با تغییر دمای سطح زمین و جو، تبادل انرژی بین سطح و جو و همچنین دینامیک جو را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این فرآیند موجب تولید عمق نوری بالایی می‌شود (۳). با توجه به اینکه میزان AOD در مناطق دارای اراضی تحت تأثیر فرسایش بادی زیاد است و این اراضی مناطق برداشت، حمل و یا رسوبگذاری ذرات گردوغبار هستند، بنابراین ارزیابی تغییرات AOD، می‌تواند ابزار مناسبی در تعیین صحت نقشه خطر فرسایش بادی باشد. در پژوهش حاضر، از محصول عمق نوری هواویزهای سنجنده مودیس برگرفته از سامانه گوگل ارث انجین در شش ماه اول سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶، برای ارزیابی صحت نقشه‌های مدل خطر فرسایش بادی استفاده گردید. معیارهای ریشه میانگین مجذور خطا^۲ (رابطه ۴)، میانگین مطلق خطا^۳ (رابطه ۵)، معیار درصد میانگین مطلق خطاهای پیش‌بینی^۴ (رابطه ۶) برای اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی مدل مورد بررسی در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶ ارزیابی شد، و معنی‌داری ارتباط بین داده‌های حاصل از مدل خطر فرسایش بادی و AOD



شکل ۳. فراوانی بادهای فرساینده استاندارد شده در بخش بهمن ابرکوه در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶

³ Mean Absolute Error (MAE)

⁴ Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

¹ Aerosol Optical Depth (AOD)

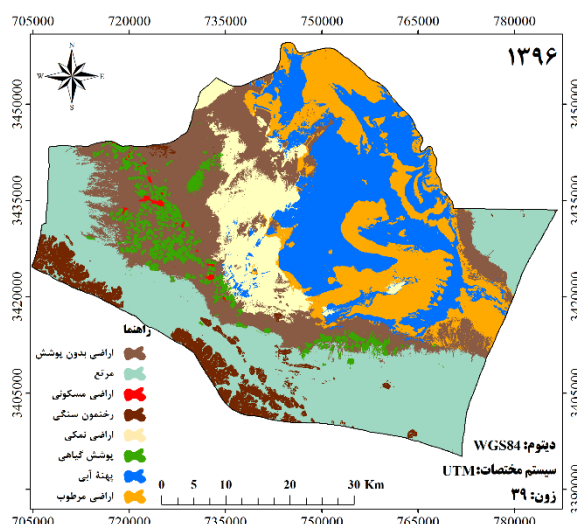
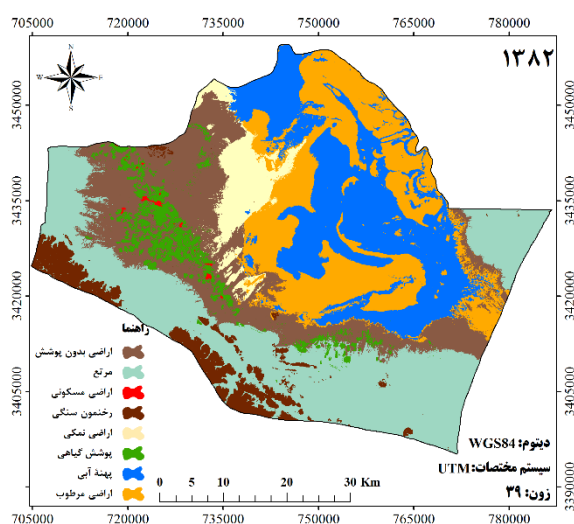
² Root Mean Squared Error (RMSE)

آشکارسازی گردید (شکل ۳). لازم به توضیح است که مراتع منطقه مورد مطالعه دارای پوشش گیاهی فقیر است. پوشش گیاهی ارائه شده در شکل ۳ شامل اراضی کشاورزی و باغی، و اراضی شور مرطوب بود. دریاچه نمکی واقع در منطقه با نام پهنه آبی در نقشه طبقه‌بندی شده حاضر نشان داده شد و اراضی مرطوب در نقشه مذکور مربوط به کفه نمکی واقع در پلاپای ابرکوه بود. صحت کلی و ضریب کاپای نقشه‌های تولیدی، ۹۳٪ و کاپای کلی آن ۰/۹۲ شد و نقشه‌ها از صحت کاملاً مناسبی برای استفاده در مدل خطر فرسایش بادی برخوردار بودند (جدول ۵).

با توجه به قرارگیری بادهای فرساینده با فراوانی بیش از ۵/۰ در طبقات بالای فرسایش بادی (۵)، محدوده مورد مطالعه از منظر فراوانی بادهای فرساینده در وضعیت متوسط تا شدید قرار دارد.

ارزیابی اراضی بدون پوشش

در تهیه نقشه پوشش اراضی منطقه، با توجه به پیمایش میدانی، و بررسی تصاویر گوگل ارث، ۸ نوع پوشش اراضی از منظر رخساره‌های ژئوبیوفاسیس شامل اراضی بدون پوشش، مرتع، پوشش گیاهی، اراضی نمکی، پهنه آبی، اراضی مرطوب، اراضی مسکونی، و رخنمون سنگی



شکل ۳. پوشش اراضی در بخش بهمن ابرکوه به روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان

جدول ۵. ارزیابی صحت نقشه‌های پوشش اراضی بخش بهمن ابرکوه سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۶

سال	پوشش اراضی	اراضی بدون پوشش	مرتع	اراضی مسکونی	رخنمون سنگی	اراضی شور	پوشش گیاهی	پهنه آبی	حاشیه مرطوب
۱۳۸۲	صحت کاربر	۰/۹۹	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۹۷	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۲	صحت کلی ۹۳/۵٪
	صحت تولید کننده	۰/۸۱	۰/۹۵	۱	۱	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۱	۰/۹۴
	کاپای جزئی	۰/۷۸	۰/۹۴	۱	۱	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۸۹	کاپای کلی: ۰/۹۲
	مساحت (ha)	۵۰۹۹۱	۸۱۶۸۷	۳۸۸	۱۵۰۱۲	۱۴۰۱۷	۱۳۲۵۷	۶۰۶۱۲	۶۴۰۵۱
۱۳۹۶	صحت کاربر	۰/۷۹	۰/۹۷	۱	۱	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۵	صحت کلی ۹۳٪
	صحت تولید کننده	۱	۱	۰/۸۵	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۷۸	۰/۹۱	۰/۹۳
	کاپای جزئی	۰/۷۶	۰/۹۶	۱	۱	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۴	کاپای کلی: ۰/۹۲
	مساحت (ha)	۶۰۸۰۹	۸۱۰۰۸	۵۸۱	۱۵۰۱۲	۲۷۲۲۱	۱۰۲۴۹	۴۷۰۸۷	۵۸۰۴۷

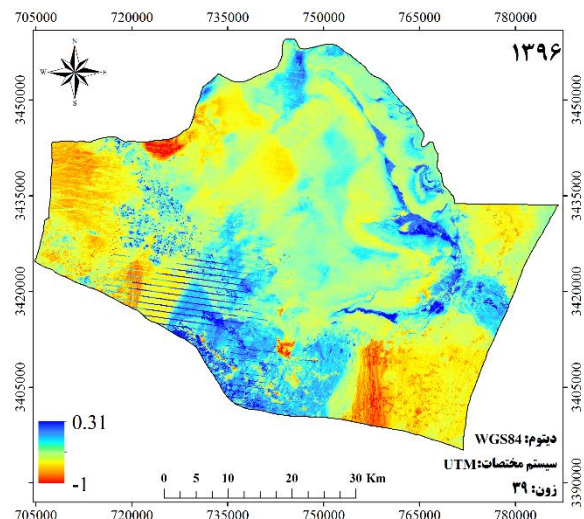
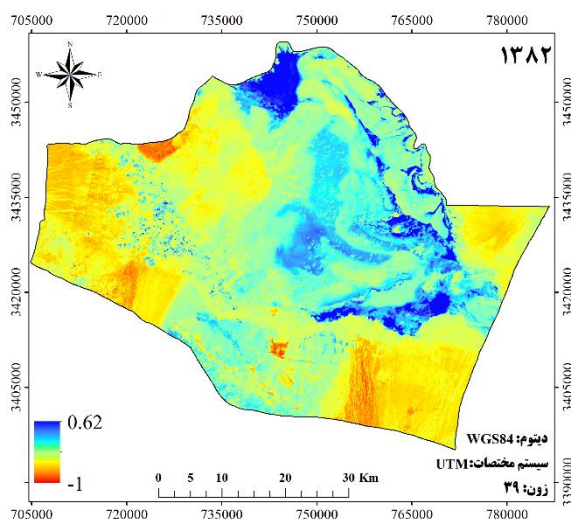
خطر فرسایش بادی WEHI

ارزیابی خطر فرسایش بادی با بهره‌گیری از سه سازه مؤثر در وقوع فرآیند فرسایش بادی شامل فراوانی بادهای فرساینده، درصد اراضی بدون پوشش و میزان رطوبت سطحی خاک در پوشش‌های اراضی مختلف بررسی شد. نتایج نشان داد که در طی ۱۵ سال مورد مطالعه، سطح اراضی دارای خطر فرسایش شدید، افزایش داشته است، به‌طوری‌که اختلاف سطح اراضی با وضعیت شدید طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶، ۱۰۷۳۶۹ ha بود (جدول ۶). با توجه به خشکسالی‌های اخیر و کاهش رطوبت سطحی خاک به ویژه در محدوده دریاچه نمکی، بیشترین تغییر وضعیت خطر فرسایش بادی در این ناحیه مشاهده شد. به طوری‌که، اراضی با خطر فرسایش بادی متوسط در سال ۱۳۸۲ به وضعیت شدید در سال ۱۳۹۶ تبدیل شده است. پژوهش بر روی وضعیت فرسایش بادی دریاچه مهارلو در سال ۱۳۹۷ نشان می‌دهد که میزان گردوغبار جمع‌آوری از رسوبات دریاچه مهارلو بالاتر از حد معمول است و حساسیت زیاد این منطقه را نسبت به فرسایش بادی نشان می‌دهد. این موضوع به دلیل خشک شدن دریاچه در طی سال‌های گذشته بوده است (۲۱). در پژوهش حاضر شرایط مشابه وجود دارد و خشک بودن دریاچه نمکی در فصل بادخیز، خطر فرسایش بادی منطقه را دو چندان ساخته است.

در پیمایش میدانی از منطقه مورد مطالعه و تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث سال ۱۳۸۲، سطح اراضی بدون پوشش منطقه به جز در مناطق دارای پوشش گیاهی زارعی بیشتر از ۵۰٪ مشاهده شد. سطح مناطق بدون پوشش سال ۱۳۹۶ در اراضی کشاورزی نیز در محدوده ۵۰-۲۵٪ و در سال ۲۰۰۳، ۲۵-۱۰٪ بود.

رطوبت خاک سطحی

میانگین شاخص رطوبتی خاک در شش ماه نخست سال ۲۰۰۳-۱ تا ۰/۶ است؛ در حالیکه در بازه زمانی مشابه سال ۲۰۱۳، این مقدار ۱- تا ۰/۳ است (شکل ۴). کاهش رطوبت طی دوره مورد بررسی، می‌تواند به دلیل خشکسالی و کاهش سطح بارندگی منطقه مورد بررسی باشد. مقایسه چشمی نقشه‌های برگرفته از شاخص NDMI نشان داد که محدوده دریاچه نمکی در سال ۱۳۹۶ از شاخص رطوبت کمتری نسبت به سال ۱۳۸۲ برخوردار است. این کاهش رطوبت می‌تواند شرایط را برای تسهیل در برداشت ذرات نمک و وقوع توفان‌های نمکی در سطح منطقه مهیا سازد. نتایج پژوهشی بر روی ارزیابی تغییرات شاخص اختلاف نرمال شده رطوبتی خاک NDMI در مینجیانگ کشور چین، نشان می‌دهد که بیشترین میزان سطح رطوبتی خاک در مناطق آبی، اراضی کشاورزی مشاهده می‌شود و در مناطق غیرقابل نفوذ کمترین میزان رطوبت وجود دارد (۴۲).



شکل ۴. شاخص اختلاف نرمال شده رطوبت سطحی (NDMI) در بخش بهمن ابرکوه در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶

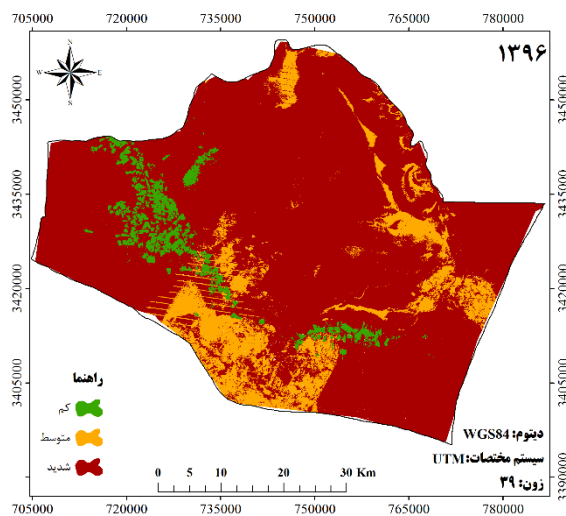
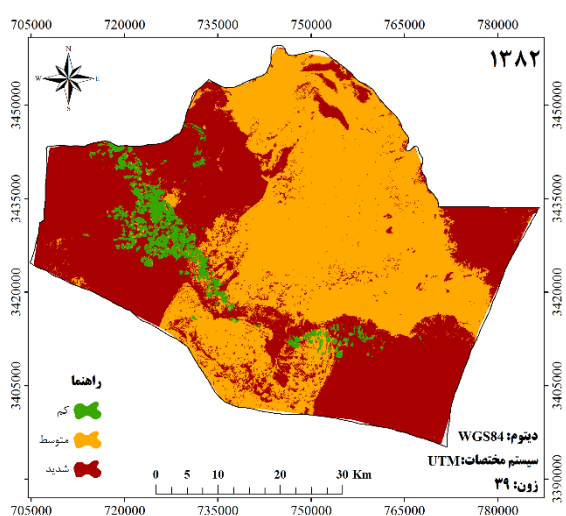
با مشاهده تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه، مناطقی با پوششی از سنگریزه مشاهده می‌شود که می‌تواند همانند اراضی دارای پوشش با فرسایش‌پذیری ناچیز، نقش کاهنده گسترش فرسایش بادی را ایفا نمایند. علاوه بر بررسی نقشه موقعیت مناطق برداشت و کانون‌های بحرانی فرسایش بادی ارائه شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، مشاهده‌های میدانی پوشش اراضی رخساره ژئوبیوفا سیس مرتع، نشان داد که این مناطق، دارای سنگریزه‌های سطحی با درصد کمتر از حد متوسط بوده و خاک زیرین آن نیز خاکی مستعد به فرسایش است که با وزش باد فرساینده قابلیت جدا شدن ذرات از سطح خاک را دارد.

معیارهای ریشه میانگین مجذور خطا، میانگین مطلق خطا، و درصد میانگین مطلق خطاهای پیش‌بینی در سال‌های مورد بررسی، مقادیری کمتر از یک را نشان داد.

بخش دیگری از تغییرات شرایط فرسایش بادی در اراضی مرطوب اطراف دریاچه نمکی مشاهده گردید که در سال ۱۳۹۶ به اراضی شور تبدیل شده بود و باعث تغییر وضعیت خطر فرسایش بادی از متوسط به شدید شد. از دیگر تغییرات وضعیت خطر فرسایش بادی در اراضی زراعی مشاهده گردید (شکل ۵). کاهش سطح اراضی زراعی و آیش گذاشتن اراضی زراعی سبب گردیده تا فواصل بدون پوشش اراضی زراعی از نظر خطر فرسایش بادی در وضعیت متوسط تا شدید قرار گیرند. پژوهش بر روی تأثیر کاربری اراضی بر روی فرسایش بادی نشان می‌دهد که نبود پوشش گیاهی بیشترین عامل تأثیرگذار بر فرسایش پوشش‌های مختلف اراضی است (۲۹). در مجموع بیشترین تغییر وضعیت خطر فرسایش بادی در دوره مورد مطالعه، در حالت شدید و کمترین تغییر در حالت کم وجود داشت (جدول ۶).

جدول ۶. سطوح تغییر وضعیت خطر فرسایش بادی WEHI بخش بهمن ابرکوه در طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۶

خطر فرسایش بادی	مساحت (ha)		میزان تغییر (ha)	وضعیت تغییر
	۱۳۸۲	۱۳۹۶		
کم	۱۲۴۵۱	۱۲۷۴۶	+۲۹۵	افزایشی
متوسط	۱۴۶۸۶۷	۳۹۲۰۳	-۱۰۷۶۶۴	کاهشی
شدید	۱۳۷۸۶۳	۲۴۵۲۳۲	+۱۰۷۳۶۹	افزایشی
مجموع	۲۹۷۱۸۱	۲۹۷۱۸۱	۰	-



شکل ۵. نقشه خطر فرسایش بادی (WEHI) بخش بهمن ابرکوه سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶

غیرمستقیم در نظر گرفته شده‌است. به‌طوری‌که، چنانچه خاک منطقه‌ای سرشار از مواد آلی باشد در آن قسمت امکان رویش پوشش گیاهی به صورت طبیعی و یا انسانی وجود دارد، بنابراین امتیاز کمتری برای پارامتر درصد خاک بدون پوشش در نظر گرفته می‌شود. در مواردی که خاک بدون پوشش و فاقد زبری سطحی باشد برای امتیاز پارامتر مذکور مقدار یک در نظر گرفته می‌شود. با این وجود به نظر می‌رسد که برای افزایش صحت نتایج به‌دست آمده، اصلاح و بهینه‌سازی این مدل، با به‌کارگیری لایه‌های مؤثر در ایجاد یا کاهش فرسایش بادی، مانند درصد سنگریزه سطحی به‌عنوان عاملی مؤثری در کاهش میزان فرسایش بادی، می‌تواند کارایی مدل WEHI را تحت‌تأثیر قرار دهد.

■ نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر از مدل خطر فرسایش بادی WEHI، برای ارزیابی مناطق حساس و مخاطره برانگیز فرسایش بادی استفاده شد. این مدل به‌دلیل به‌کارگیری سه عامل مؤثر در فرسایش بادی شامل میزان رطوبت سطحی خاک، سرعت و فراوانی بادهای فرساینده و درصد سطح اراضی بدون پوشش، ابزار مناسبی برای شناسایی مناطق حساس به فرسایش بادی است. مقایسه نقشه خطر فرسایش بادی در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ نشان داد که در بخش بهمن ابرکوه، فرسایش بادی به شدت در حال گسترش است. تنها در اراضی کشاورزی و دارای پوشش گیاهی تقریباً متراکم کاهش خطر فرسایش بادی مشاهده شد؛ در حالی‌که در دیگر مناطق به‌ویژه در اراضی شور و دریاچه نمکی که طی سال‌های گذشته به‌دلیل خشکسالی با کاهش سطح رطوبت خاک مواجه بوده‌است، خطر فرسایش بادی به شدت افزایشی بوده‌است.

با توجه به این نکته، که هر اندازه مقادیر معیارهای مذکور کمتر باشد، پیش‌بینی مطلوب‌تر است، اعتبار مدل WEHI را می‌توان تأیید نمود. نتایج مقایسه میانگین یک‌طرفه، بین WEHI و AOD نیز نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد (جدول ۷). پژوهش‌های متعددی که در زمینه بررسی فرسایش بادی و توفان‌های گردوغبار با بهره‌گیری از محصول AOD (سنجنده مودیس) انجام شده اند (۱۴، ۱۹، ۲۰، ۲۳، ۲۷، ۳۰، ۳۸)، آنرا مناسب برای بررسی این پدیده معرفی کرده‌اند. در پژوهشی بر روی مطالعه رویدادهای گردوغبار بیان شده است که بین پراکنش زمانی و مکانی فراوانی رخداد‌های گردوغبار در ایستگاه‌های زمینی و AOD انطباق کاملی وجود دارد (۱۴). بنابراین بهره‌گیری از محصول AOD سنجنده مودیس برای ارزیابی نتایج پژوهش حاضر با نتایج حاصل از پژوهش‌های مذکور انطباق دارد.

به‌کارگیری مدل WEHI در دشت سگزی نیز نشان داد که مطابقت و همبستگی بیشتری در مدل WEHI با واقعیت زمینی نسبت به مدل اریفر وجود دارد. این موضوع می‌تواند به دلیل بررسی کمی داده‌ها در مقایسه با تحلیل کیفی و نظر کارشناسی در مدل‌های کیفی باشد (۵). محدودیت هزینه و زمان در مطالعات فرسایش بادی مبتنی بر اندازه‌گیری و مشاهدات میدانی، به‌کارگیری مدل‌های پیشرفته فرسایش بادی مبتنی بر به‌کارگیری فناوری‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌ویژه در مقیاس‌های منطقه‌ای و وسیع را قوت می‌بخشد (۱، ۳۳). در پژوهش حاضر، کارایی مدل WEHI در ارزیابی خطر فرسایش بادی منطقه مورد مطالعه تأیید گردید. اگرچه در مدل WEHI فاکتورهایی مانند زبری، بافت و مواد آلی خاک به‌طور مستقیم به‌کار گرفته نشده است. اما در امتیازدهی فاکتور درصد خاک بدون پوشش، این مهم به‌طور

جدول ۷. ارزیابی صحت نقشه خطر فرسایش بادی (WEHI) بخش بهمن ابرکوه در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۶

معیار	۱۳۸۲	۱۳۹۶
RMSE	۰/۶۴	۰/۴۲
MAE	۰/۶۲	۰/۳۸
MAPE	۰/۶۸	۰/۱۲
Sig.	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

فرسایش بادی مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای همچون مدل WEHI گامی مؤثر در شناسایی مناطق تحت‌تأثیر فرسایش بادی و منشأ گردوغبار در نواحی درگیر با این معضل در سطح وسیع و دور از دسترس است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عملکرد مدل مذکور برای آشکارسازی خطر فرسایش بادی در مناطق تحت‌تأثیر قابل قبول است. اما محدودیت عمده این مدل استفاده نکردن از دیگر متغیرهای تأثیرگذار همانند بافت خاک، درصد زبری سطحی و میزان مواد آلی موجود در خاک است. پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده با اصلاح مدل مذکور و به‌کارگیری دیگر سازه‌های مؤثر بر تعیین خطر فرسایش بادی، صحت مدل مذکور ارتقاء داده‌شود.

در تهیه نقشه خطر فرسایش بادی از فراوانی بادهای فرساینده استفاده شده‌است، و به تمام منطقه از زاویه وجود این خطر نگاه شده‌است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر بیان می‌دارد که پوشش‌های مختلف اراضی در محدوده مورد بررسی، در زمان وزش بادهای فرساینده تا چه اندازه با توانایی ایجاد فرسایش و برداشت ذرات خاک قابلیت خطرپذیری را برای محدوده مورد بررسی و همچنین اراضی واقع در مسیر بادهای فرساینده دارند. به‌کارگیری برنامه‌های مدیریتی و اجرایی سازگار با این مناطق برای جلوگیری از برداشت ذرات خاک و به‌ویژه نمک، می‌تواند اراضی بالادست منطقه را از مخاطرات حاصل از توفان‌های نمکی این منطقه محافظت نماید. بهره‌گیری از مدل‌های

■ References

1. Afrasiab, P., & Delbari, M. (2013). Assessing the risk of soil vulnerability to wind erosion through conditional simulation of soil water content in Sistan plain, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 70(6), 2895-2905.
2. Al-Bakri, J. T., Brown, L., Gedalof, Z. E., Berg, A., Nickling, W., Khresat, S., Salahat, M., & Saoub, H. (2016). Modelling desertification risk in the north-west of Jordan using geospatial and remote sensing techniques. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7(2), 531-549.
3. Alpert, P., Kaufman, Y. J., Shay-El, Y., Tanre, D., Da Silva, A., Schubert, S., & Joseph, J. H. (1998). Quantification of dust-forced heating of the lower troposphere. *Nature*, 395(6700), 367-370.
4. Bagnold, R. A. (1943). *The physics of blown sand and desert dunes*. New York: William Morrow and Co.
5. Boali, A., & Mohammadian Behbahani, A. (2020). Comparative Evaluation of Wind Erosion Intensity Modeling using WEHI and IRIFR Models for Presentation of Segazi Plain Management in Isfahan. *Water and Soil Conservation*, 27(4), 129-147. (in Farsi)
6. Borrelli, P., Panagos, P., Ballabio, C., Lugato, E., Weynants, M., & Montanarella, L. (2016). Towards a Pan-European Assessment of Land Susceptibility to Wind Erosion. *Land Degradation & Development*, 27(4), 1093-1105.
7. Cha, S.Y., & Park, C. H. (2007). The utilization of Google Earth images as reference data for the multitemporal land cover classification with MODIS data of North Korea. *Korean Journal of Remote Sensing*, 23(5), 483-491.
8. Chen, L., Zhao, H., Wang, W., Bai, Z., Wang, Z., Sun, F., Hou, L., Liu, G., Shi, M., & Miao, Y. (2017). Effect of windblown dust from local and regional sources on the air quality of the central district in Jinan, China. *Atmospheric Research*, 185, 44-52.
9. Chepil, W. S. (1945). Dynamics of wind erosion: i. Nature of movement of soil by wind. *Soil Science*, 60(4), 305-320.

10. Chepil, W. S., & Woodruff, N. P. (1963). The Physics of Wind Erosion and its Control, Contribution from Soil and Water Conservation Research Division, Agricultural Research Service, USDA, with Kansas Agricultural Experiment Station cooperating. Department of Agronomy Contribution No. 795. In A. G. Norman (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 15, pp. 211-302): Academic Press.
11. Doetterl, S., Berhe, A. A., Nadeu, E., Wang, Z., Sommer, M., & Fiener, P. (2016). Erosion, deposition and soil carbon: A review of process-level controls, experimental tools and models to address C cycling in dynamic landscapes. *Earth-Science Reviews*, 154, 102-122.
12. Du, H., Xue, X., Wang, T., & Deng, X. (2015). Assessment of wind-erosion risk in the watershed of the Ningxia-Inner Mongolia Reach of the Yellow River, northern China. *Aeolian Research*, 17, 193-204.
13. Effati, M., Bahrami, H.-A., Gohardoust, M., Babaeian, E., & Tuller, M. (2019). Application of Satellite Remote Sensing for Estimation of Dust Emission Probability in the Urmia Lake Basin in Iran. *Soil Science Society of America Journal*, 83(4), 993-1002.
14. Ensafi Moghaddam, T. (2021). Investigation of Aerosol Optical Depth Index (AOD) in dust events over Southwestern of Iran. *Iran Nature*, 5(6), 55-67. (in Farsi)
15. Fenta, A. A., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Poesen, J., Tsubo, M., Borrelli, P., Panagos, P., Vanmaercke, M., Broeckx, J., Yasuda, H., Kawai, T., & Kurosaki, Y. (2020). Land susceptibility to water and wind erosion risks in the East Africa region. *Science of The Total Environment*, 703, 135016.
16. Gill, T., Collett, L., Armston, J., Eustace, A., Danaher, T., Scarth, P., Flood, N., & Phinn, S. (2010). Geometric correction and accuracy assessment of Landsat-7 ETM+ and Landsat-5 TM imagery used for vegetation cover monitoring in Queensland, Australia from 1988 to 2007. *Spatial Science*, 55(2), 273-287.
17. Han-Qiu, X. (2005). A study on information extraction of water body with the modified normalized difference water index (MNDWI). *Remote Sensing*, 5, 589-595.
18. Ilori, C. O., Pahlevan, N., & Knudby, A. (2019). Analyzing performances of different atmospheric correction techniques for Landsat 8: application for coastal remote sensing. *Remote Sensing*, 11(4), 469.
19. Jafari, R. & Malekian, M. (2015). Comparison and evaluation of dust detection algorithms using MODIS Aqua/Terra Level 1B data and MODIS/OMI dust products in the Middle East. *Remote Sensing*, 36(2), 597-617.
20. Jebali, A., Zare, M., Ekhtesasi, M. R., & jafari, r. (2020). Investigating of Change Extent of Horizontal Visibility in Regions Affected by Dust events in Yazd Province. *Desert Management*, 8(15), 21-3. (in Farsi).
21. Kazemi, M., Feiznia, S., Khosravi, H., & Mesbah, H. (2019). Investigating of Susceptibility of Maharloo Lake Sediments to Wind Erosion and Determination of Dust Movement Direction. *Desert Management*, 6(12), 49-60 (in Farsi).
22. Kiani, T., Ramesht, M. H., Maleki, A., & Safakish, F. (2016). Assessment and review the environmental risks resulting from climatic changes in Abarkooh basin. *Geography and Development*, 14(43), 19-3 (in Farsi).
23. Kim, H., & Choi, M. (2015). Impact of soil moisture on dust outbreaks in East Asia: Using satellite and assimilation data. *Geophysical Research Letters*, 42(8), 2789-2796.
24. Lal, R. (2003). Soil erosion and the global carbon budget. *Environment International*, 29(4), 437-450.

25. Lin, J., Guan, Q., Pan, N., Zhao, R., Yang, L., & Xu, C. (2021). Spatiotemporal variations and driving factors of the potential wind erosion rate in the Hexi region, PR China. *Land Degradation & Development*, 32(1), 139-157.
26. Mirmousavi, S. H. (2016). Regional modeling of wind erosion in the North West and South West of Iran. *Eurasian Soil Science*, 49(8), 942-953.
27. Mohammadpour, K., Saligheh, M., Darvishi Bloorani, A & Raziei, T. (2020). Analysis and comparing satellite products and simulated of AOD in west Iran (2000-2018). *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 7(1), 15-32. (in Farsi)
28. Natarajan, S., & Palaniswami, C. G. (2002). *Remote sensing and GIS techniques for land degradation assessment due to water erosion*. Paper presented at the 17th World congress of soil science, Bangkok (Thailand).
29. Nazari Samani, A. A., Ehsani, A. H., Golivari, A., & Abdolshahnejad, M. (2016). Comparing the Results of RWEQ and IRIFR Models for Determining of Land Management Effects on Wind Erosion. *Desert Management*, 3(6), 39-53. (in Farsi)
30. Noroozi, A., & Shoaee, Z. (2018). Identifying areas with dust generation potential in the south west of Iran, case study: Khuzestan Province. *Watershed Engineering and Management*, 10(3), 398-409. (in Farsi)
31. Pi, H., Huggins, D. R., & Sharratt, B. (2021). Wind erosion of soil influenced by clay amendment in the inland Pacific Northwest, USA. *Land Degradation & Development*, 32(1), 241-255.
32. Sharratt, B. S., & Lauer, D. (2006). Particulate matter concentration and air quality affected by windblown dust in the Columbia plateau. *Environmental Quality*, 35(6), 2011-2016.
33. Shi, H., Gao, Q., Qi, Y., Liu, J., & Hu, Y. (2010). Wind erosion hazard assessment of the Mongolian Plateau using FCM and GIS techniques. *Environmental Earth Sciences*, 61(4), 689-697.
34. Tehrany, M. S., Pradhan, B., & Jebur, M. N. (2014). Flood susceptibility mapping using a novel ensemble weights-of-evidence and support vector machine models in GIS. *Hydrology*, 512, 332-343.
35. Teng, Y., Zhan, J., Liu, W., Sun, Y., Agyemang, F. B., Liang, L., & Li, Z. (2021). Spatiotemporal dynamics and drivers of wind erosion on the Qinghai-Tibet Plateau, China. *Ecological Indicators*, 123, 107340.
36. Tian, J., & Chen, D. (2010). A semi-empirical model for predicting hourly ground-level fine particulate matter (PM_{2.5}) concentration in southern Ontario from satellite remote sensing and ground-based meteorological measurements. *Remote Sensing of Environment*, 114(2), 221-229.
37. Vicente-Serrano, S. M., Perez-Cabello, F., & Lasanta, T. (2008). Assessment of radiometric correction techniques in analyzing vegetation variability and change using time series of Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, 112(10), 3916-3934.
38. Wang, W., Samat, A., Ge, Y., Ma, L., Tuhtei, A., Zou, S., & Abuduwaili, J. (2020). Quantitative soil wind erosion potential mapping for central Asia using the Google Earth engine platform. *Remote Sensing*, 12(20), 3430.
39. Webb, N., McGowan, H., Phinn, S., & McTainsh, G. (2006). AUSLEM (AUStralian Land Erodibility Model): A tool for identifying wind erosion hazard in Australia. *Geomorphology*, 78, 179-200.

40. Yang, X., & Leys, J. (2014). *Mapping wind erosion hazard in Australia using MODIS-derived ground cover, soil moisture and climate data*. Paper presented at the IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.
41. Zhao, H.-L., Yi, X.-Y., Zhou, R.-L., Zhao, X.-Y., Zhang, T.-H., & Drake, S. (2006). Wind erosion and sand accumulation effects on soil properties in Horqin Sandy Farmland, Inner Mongolia. *Catena*, 65(1), 71-79.
42. Zheng, H., Chen, Y., Pan, W., Cai, Y., & Chen, Z. (2019). Impact of land use/land cover changes on the thermal environment in urbanization: A case study of the natural wetlands distribution area in Minjiang River Estuary, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(4), 3025.

Effect of Selenium and Silicon Foliar Spraying on Some Physiological Traits and Yield Parameters of *Origanum vulgare* L. under Drought Stress

S.R. Mahdavi¹, K. Kamali Aliabad^{2*}, H. Sodaeizadeh², F. Dehghani⁴

1. Ph.D. Candidate, Combating Desertification, Department of Arid Land and Desert Management, Faculty of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.
2. Associate professor, Department of Arid Land and Desert Management, Faculty of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.
3. Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

* Corresponding Author: kkamali@yazd.ac.ir

Received date: 25/08/2021

Accepted date: 26/10/2021

 [10.22034/JDMAL.2021.537458.1346](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.537458.1346)

Abstract

Selenium (Se) and silicon (Si) are identified to affect plant physiological attributes and yield parameters. Se and Si's effective roles in reducing various environmental stresses in plant of *Origanum vulgare* L. are unknown and need to be investigated. This study aimed to examine the role of Si and Se application on *O. vulgare* under drought stress and the effect of these two elements on physiological traits and yield parameters of *O. vulgare*. The impact of the foliar spraying of Se and Si under drought stress conditions was studied through a split factorial experiment with three replications in greenhouse conditions at the Yazd University. Drought, as the first factor in three stress levels of 30, 70 and 100% of field capacity, and nutrient factors including Se in three levels of control, 15 and 30 mg/l, and Si in three levels of control, 150 and 300 mg/l were sprayed. Foliar spraying of Se 30 mg/l had a significant effect on the increase in proline, soluble sugar, chlorophyll, carotenoids, phenolics compounds, and fresh and dry shoot weights. The foliar spraying of Si 150 mg/l had a significant effect on the increase in proline compared to the control traits. The change in foliar spray quantity of Si has no significant impact on changes in yield parameters. The combined foliar spraying of Se and Si to reduce the effects of drought stress has been more effective than applying just one of these elements in improving the physiological attributes of *O. vulgare*. The solution of 30 mg/l Se and 15 mg/l Si has a higher yield under drought stress conditions of 70% of the field capacity.

Keywords: Shoot; Environmental stress; Proline; Nutrient factor; Field capacity





تأثیر محلول پاشی سلیسیوم و سیلیسیوم بر برخی صفات‌های فیزیولوژیک و عملکردی گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) در شرایط تنش خشکی

سیدرضا مهدوی اردکانی^۱، کاظم کمالی علی‌آباد^{۲*}، حمید سودایی‌زاده^۳، فرهاد دهقانی^۳

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۳. استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

* نویسنده مسئول: kkamali@yazd.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۴

doi [10.22034/JDMAL.2021.537458.1346](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.537458.1346)

چکیده

سلیسیم (Se) و سیلیکون (Si) از عناصر تأثیرگذار بر روی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکردی گیاه هستند. نقش مؤثر Se و Si بر کاهش تأثیر تنش‌های محیطی بر روی گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) ناشناخته و نیاز به بررسی دارد. هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش Si و Se بر روی گیاه مرزنجوش در شرایط تنش خشکی و نحوه تأثیر این دو عنصر بر روی صفات‌های فیزیولوژیک و عملکردی گیاه بود. تأثیر محلول پاشی Se و Si تحت شرایط تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه مرزنجوش به صورت آزمایش طرح کرت‌های خرد شده با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای در دانشگاه یزد بررسی شد. خشکی به عنوان عامل اول در سه سطح تنش ۳۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی، عامل تغذیه‌ای شامل عنصر Se در سه سطح شاهد، ۱۵ mg/l و ۳۰ mg/l، و Si در سه سطح شاهد، ۱۵۰ mg/l و ۳۰۰ mg/l به صورت محلول پاشی بررسی شد. محلول پاشی Se به مقدار ۳۰ mg/l تأثیر معنی‌داری بر افزایش میزان پرولین، قند محلول، کلروفیل، کارتنوئید، ترکیبات فنلی و وزن تر و خشک اندام هوایی داشت. محلول پاشی Si به مقدار ۱۵۰ mg/l تأثیر معنی‌داری بر افزایش مقدار پرولین نسبت به نمونه شاهد داشت. با این وجود تغییر در مقدار محلول پاشی Si تأثیر معنی‌داری را در تغییر عملکرد نشان نداد. محلول پاشی توأم Se و Si برای کاهش تأثیرهای تنش خشکی اثربخشی بیشتری را در بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیک مرزنجوش نسبت به کاربرد هر یک از این عناصر به تنهایی داشت. استفاده از محلول Se ۳۰ mg/l و Si ۱۵۰ mg/l کارآیی بهتری را تحت شرایط تنش خشکی ۷۰٪ ظرفیت زراعی دارد.

واژگان کلیدی: اندام هوایی؛ تنش محیطی؛ پرولین؛ عوامل تغذیه‌ای؛ ظرفیت زراعی



■ مقدمه

گیاهان دارویی منبعی غنی از مواد مؤثره اساسی برای ساخت بسیاری از داروها هستند. ساخت این مواد با هدایت فرایندهای ژنتیکی تحت تأثیر عوامل محیطی انجام می‌گیرد. با این وجود، کیفیت و مقدار متابولیت‌های یک گیاه با توجه به نوع رویشگاه در مناطق مختلف و عوامل تنش‌های محیطی، متفاوت است (۶). در بیشتر موارد، عوامل محیطی ابتدا بر روی متابولیسم اولیه گیاه تأثیر می‌گذارند و بعد از آن متابولیسم ثانویه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این تأثیرها به صورت تغییر در تناسب اندام‌های گیاهی، عملکرد متابولیت‌ها در واحد وزن خشک و نسبت اجزای متابولیت‌های ثانویه در گیاه نشان داده می‌شود (۱۸، ۴۱). خشکی دومین عامل محیطی تنش‌زا و محدود کننده اصلی کاهش عملکرد گیاهان بعد از عوامل بیماری‌زا است (۲۳، ۳۴). به‌طور کلی گیاهان به وسیله راهکارهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک تکامل پیدا کرده‌اند تا به‌توانند تنش خشکی را تحمل کنند (۱۱). تغییر صفات‌های از مهم‌ترین سازوکارهای سازگاری گیاه به شرایط تنش خشکی است (۴۰) که با القای پاسخ‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک، سازگاری گیاه را به شرایط جدید امکان‌پذیر می‌سازد (۵۸).

گیاه مرزنجوش *Origanum vulgare* L. از خانواده نعنائیان^۱ گیاهی چندساله، با میانگین ارتفاع ۱۰۰ cm، پوشیده از کرک‌های خوابیده و یا کرک‌های زیر خارمانند و یا کم و بیش بدون کرک است. شاخه‌های آن دو تا سه بار منشعب شده است. برگ‌های آن دمبرگذار است. پهنک تخم‌مرغی، بیضوی و یا تقریباً دایره‌ای با نوک تیز یا نوک گرد مشاهده می‌شود، که پوشیده از غده‌های ترشحی بدون پایک و یا بدون غده است. گل‌آذین *O. Vulgare* سنبله‌ای، افراشته و به طول ۳ تا ۳۰ mm و عرض ۲ تا ۸ mm است، و جام گل قرمز تا ارغوانی است (۳۲، ۴۴). زمان گل‌دهی این گیاه در بهار و تابستان و رویشگاه آن در منطقه خزری و جنگل‌های خشک، مناطق جنگلی، حاشیه جنگل و حاشیه مزارع و در منطقه ایرانی تورانی، دامنه‌های صخره‌ای است (۳۲). اندام هوایی گیاه دارای بوی معطر، طعم نافذ و

پسندیده و با احساس گرما همراه است. در عهد باستان، مرزنجوش به عنوان ادویه مهم و گیاهی اهلی و با ارزش به ویژه در مشرق زمین استفاده می‌شده است (۲، ۹، ۲۷، ۴۹، ۶۲). از نظر پراکنش جغرافیایی *O. vulgare* کشورهای ایران، ترکیه، اروپا، غرب، شرق و مرکز آسیا و تایوان رویشگاه این گیاه است (۳۲). جنس *Origanum* در ایران دارای سه گونه مستقل است که به تازگی آن‌ها را به‌عنوان زیر گونه‌های *O. vulgar* نوشته‌اند (۲۲). نواحی شمال، شمال‌غرب، شمال‌شرق، شرق و غرب رویشگاه *O. vulgare* در ایران معرفی شده است (۳۲). با وجود رشد گونه مرزنجوش در ایران، وجود آب کافی در طی دوره رشد گیاه یکی از عوامل محدودکننده در کاشت آن به حساب می‌آید. به‌طوری‌که این موضوع می‌تواند به طور معنی‌داری عملکرد، درصد اسانس و ماده خشک را تحت تأثیر قرار دهد (۴).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که برخی از عناصر این قابلیت را دارند که قدرت تحمل گیاه را به تنش‌های محیطی افزایش دهند. به عنوان مثال Si دومین عنصر از لحاظ فراوانی در سطح کره زمین است که مقدار آن بین ۰/۱ تا ۰/۶ mmol/m³ است. این عنصر، در گروه عناصر اساسی برای گیاه محسوب نمی‌شود و نقش آن در زیست‌شناسی گیاهان به‌طور کامل درک نشده و ناشناخته است. با این وجود، Si در فرم‌های مختلف مانند Si(OH)₄ توسط گیاه به‌طور مستقیم جذب می‌شود.

با از دست دادن آب از طریق تعرق در اندام‌هوایی، وجود Si در گیاه، موجب ایجاد H₄SiO₄ غلیظ شده و تبدیل به فرم ژل سیلیس (SiO₂ nH₂O) می‌شود، و به این صورت گیاه قادر به تحمل تنش خشکی می‌شود (۳۵). گزارش‌های متعددی در مورد کاهش اثرات تنش‌های مختلف مانند سمیت فلزات سنگین، خشکی، شوری با تغذیه Si مناسب وجود دارد. اگرچه Si به‌عنوان عنصری ضروری برای رشد بیشتر گیاهان معرفی نشده است، اما اثرات سودمندی برای رشد و نمو گیاه (۱۶) همچون، تعدیل تأثیر مضر آلومینیوم و سمیت منگنز (۲۸) بهبود کارایی مصرف آب (۳۰) و افزایش تحمل شوری (۳۸) دارد.

علی‌رغم اهمیت و جایگاه گیاه مرزنجوش وحشی به- عنوان گیاه دارویی در ایران، بررسی‌های اندکی در ارتباط با تأثیرهای زیست‌شناختی و فارماکولوژیک این گیاه، و همچنین واکنش آن به شرایط تنش‌های محیطی در مواجهه با تغذیه با دو عنصر Si و Se، انجام شده است. با توجه به اینکه، بررسی واکنش‌های رشدی این گیاه در پاسخ به عناصر Si و Se در شرایط تنش خشکی ضروری به نظر می‌رسد، هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش عناصر Si و Se بر روی گیاه دارویی مرزنجوش *O. vulgare* در شرایط تنش خشکی، بر روی عملکرد گیاه است.

■ مواد و روش‌ها

تأثیر محلول پاشی Se و Si بر پارامترهای عملکردی نظیر وزن تر و وزن خشک و برخی صفات-های فیزیولوژیک شامل پرولین ساقه، قندهای محلول، کلروفیل کارتنوئید و ترکیبات فنلی گیاه دارویی مرزنجوش تحت تنش خشکی، از طریق آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خرد شده با ۳ تکرار در شرایط گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۸ در محل گلخانه دانشگاه یزد انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح تنش خشکی ۱۰۰٪، ۷۰٪ و ۳۰٪ ظرفیت زراعی و Se به عنوان عوامل تغذیه‌ای اول در سه سطح شاهد، ۱۵ mg/l و ۳۰ mg/l Si به عنوان عوامل تغذیه‌ای دوم در سه سطح شاهد، ۱۵۰ mg/l و ۳۰۰ mg/l و به صورت محلول پاشی مورد بررسی قرار گرفتند. بوته‌های اولیه گیاه دارویی مرزنجوش *O. vulgare* در اندازه تقریبی ۲۰×۲۰ cm از بوته‌های با سن دوسال، از مزارع کشت این گیاه در منطقه خضرآباد یزد تهیه گردید. سپس هر بوته به قسمت‌های کوچکتر به ابعاد ۱۰×۵ cm تقسیم گردید و در گلدان‌های زهکش دار ۵ kg از جنس PVC که دارای قطر ۱۹ cm و ارتفاع ۲۰ cm بودند در تاریخ ۷ اردیبهشت ۹۸ کشت گردیدند (شکل ۱). تعداد گلدان‌ها با توجه به طرح آزمایش ۸۱ عدد در نظر گرفته شد. برای تهیه خاک، از خاک مزرعه با بافت لومی شنی و مقدار EC ۵/۲۵ ds/m استفاده گردید. بعد از کشت و استقرار بوته‌های اولیه، تمام گلدان‌ها یکسان آبیاری و بعد از ۱۰ روز تنش خشکی به روش وزنی اعمال شد (۳۶).

Se دیگر عنصر مؤثر در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان، حیوانات و انسان است (۴۷). Se متالوئید (شبه فلز) است؛ به عبارت دیگر هم خاصیت فلزی و هم خاصیت غیرفلزی دارد (۵۱). هر چند Se عنصری ضروری برای گیاهان محسوب نمی‌شود اما مدارکی دال بر ضروری بودن آن برای گیاهان سلیسیوم دوست مانند گونه‌های جنس *Astragalus* وجود دارد (۵۷). همچنین مشخص شده است که Se برای رشد جلبک سبز *Chlamydomonas reinhardtii* PA Dang مورد نیاز است (۲۱). به تازگی مشخص شده است که Se به کار رفته در غلظت‌های اندک موجب افزایش رشد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان تک لپه و دو لپه مانند کاهو *Lactuca sativa* L. و سویا *Glycine Max* L. Merrill می‌شود (۱۴، ۲۵). اگرچه سمیت Se در غلظت‌های بالا بر روی گیاهان محرز است و نوعی تنش محسوب می‌شود، با این وجود اثرات سودمند غلظت‌های پایین Se در حفاظت گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی و فعال‌سازی سازوکارهای کاهنده تنش‌های اکسیداتیو در پژوهش‌های متفاوتی گزارش شده است (۵۴). مقدار بهینه Se می‌تواند موجب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش پرتو ماوراء بنفش و تأخیر پیری در گیاهان شود (۶۰). غلظت‌های بالای Se موجب تحریک واکنش‌های استرس اکسیداتیو نظیر افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها در گیاهان می‌گردد (۲۵). توانایی انباشت‌کنندگی و مقاومت به سطوح بالای Se به تفاوت در متابولیسم Se بین گونه‌های مختلف گیاهی مرتبط است (۵۹). علاوه بر SO_4^{2-} ، تقابل بین Se و سایر عناصر غذایی مانند PO_4^{3-} دسترسی Se در خاک را کاهش و از جذب و تجمع Se در گیاه کاسته می‌شود (۲۹). مقدار Se گیاهان با مقدار کم تا متوسط Se خاک همبستگی ندارد زیرا عامل‌های متعددی مانند شکل شیمیایی Se، pH، مقدار رس، اکسیدهای آهن، O.M و همچنین رقابت آنیونی بر میزان فراهمی Se در خاک اثرگذار است، به طوری که همبستگی مثبت بین غلظت Se در گیاه و فعالیت آنزیم گلوکاتاتیون پراکسیداز^۱ دیده می‌شود (۱۲).



شکل ۱. نمایی از گلدان‌های کشت شده با گیاه دارویی مرزنجوش *O. vulgare* در محل گلخانه دانشگاه یزد در سال ۱۳۹۸

اندازه‌گیری وزن تر برگ و ساقه‌ها، برای تعیین وزن خشک نمونه‌ها در پاکت‌های کاغذی قرار گرفته به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای 70°C خشک شد. سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی Sartorius مدل BPSIID با دقت 0.001g اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری مقدار کلروفیل و کاروتنوئید از روش لیچتندالر^۵ (۱۹۸۷) انجام شد (۳۹). به این منظور، 0.2g از برگ‌های فریز شده انتهایی گیاه با 15 mL استون 80% سائیده شده و بعد از صاف کردن، مقدار جذب آن‌ها با اسپکتروفتومتر در طول موج‌های $646/8\text{ nm}$ ، $663/20\text{ nm}$ و 470 nm خوانده شد و غلظت رنگیزه‌ها بر حسب $\mu\text{g/g}$ وزن تر محاسبه گردید. محتوی پرولین اندام هوایی از روش‌های بیتس^۶ و همکاران (۱۹۷۳) (۱۰) محتوای ترکیب‌های فنلی با بهره‌گیری از روش سونالد و لایما^۷ (۱۹۹۹) (۲۰)، و سنجش قندهای محلول به روش فالز^۸ و همکاران (۱۹۵۱) (۱۷)، اندازه‌گیری شد، و برای محاسبه مقدار پرولین، غلظت ترکیبات فنلی و غلظت قندهای محلول، از منحنی استاندارد بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد. واریانس داده‌ها برای سطوح مختلف تیمارها تجزیه و تحلیل شد و برای مقایسه میانگین‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن در دو سطح احتمال 95% ($p < 0.05$) و 99%

ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل وزن مخصوص ظاهری^۱ به روش استوانه^۲ (۴۳)، درصد رطوبت وزنی در نقطه ظرفیت زراعی^۳ $29/3\%$ و حد رطوبت نقطه پژمردگی^۴ 9% با استفاده از دستگاه سلول فشار در آزمایشگاه مرکز ملی تحقیقات شوری تعیین شد. با در نظر گرفتن تخلیه مجاز رطوبتی، وزن خاک خشک و وزن خاک مرطوب درون گلدان‌ها، وزن هر گلدان در نقاط تنش رطوبتی مورد نظر تعیین و با توزین روزانه گلدان‌ها کسر رطوبتی مشخص و میزان آب مورد نیاز به گلدان‌ها اضافه شد. به‌طوری‌که گلدان‌ها در هر روز یک نوبت در ساعت ۸ صبح، با ترازوی مناسب توزین گردید و در صورت نیاز به آبیاری بر اساس تنش در نظر گرفته شده، میزان آب مورد نیاز به گلدان اضافه شد. برای اعمال تیمار محلول‌پاشی Si و Se به‌ترتیب از K_2SiO_3 و Na_2SeO_3 استفاده شد. غلظت‌های مورد مطالعه ۴۵ روز بعد از اعمال تنش خشکی و قبل از گلدی در فواصل ۱۰ روز در ۵ مرحله با استفاده از دستگاه اسپری دستی محلول‌پاشی شد. ۱۰ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی نسبت به برداشت بوته‌ها اقدام گردید. به‌طوری‌که از آغاز آزمایش تا برداشت کامل ۱۲۰ روز طول کشید. بوته‌ها از روی سطح خاک قطع شده و در داخل پاکت پلاستیکی قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از

5 Lichtenthaler

6 Bates

7 Sonald & Laima

8 Fales

1 Bulk density

2 Core Method

3 Field capacity (FC)

4 Permanent Wilting Point (PWP)

تنش خشکی تا مقدار $FC \ 70\%$ موجب افزایش پرولین در اندام هوایی شد و با افزایش تنش تا $FC \ 30\%$ مقدار پرولین در گیاه کاهش یافت به طوری که با شاهد $FC \ 100\%$ دارای اختلاف معنی دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که گیاه مرزنجوش تحت شرایط کم آبی، تجمع پرولین را در اندام هوایی خود افزایش داد. محققان گزارش کرده اند که پرولین یکی از مهمترین اسیدهای آمینه پایدار در شرایط تنش های محیطی است (۸). البته نقش فیزیولوژیک پرولین در همه گیاهان مشابه است، که احتمالاً در شرایط تنش کم آبی در گیاه مرزنجوش تجمع پیدا می کند. به طور مثال مشاهده شده است که مقدار پرولین در گیاه دارویی گشنیز *Coriandrum sativum* L. با افزایش شدت تنش خشکی افزایش می یابد (۴۵). همچنین در گیاه دارویی زنیان *Trachyspermum copticum* L. با افزایش سطح تنش خشکی، غلظت پرولین و قندهای محلول در برگ های گیاه افزایش یافته است (۴۸). در بررسی اثر سطوح تنش خشکی روی گیاه آویشن *Thymus vulgaris* L. با افزایش تنش خشکی مقدار پرولین افزایش یافته است (۵). اسید آمینه پرولین در گستره وسیعی از گیاهان در پاسخ به تنش های مختلف نظیر شوری و خشکی تجمع می یابد.

($p < 0.01$) به کار گرفته شد. در ادامه، ضریب تغییرات (رابطه ۱) و مدل آماری (رابطه ۲) برای تجزیه و تحلیل نتایج محاسبه شد.

$$CV = \left(\frac{\sqrt{MSE}}{\bar{X}} \right) 100 \quad (1)$$

$$X_{ijk} = \mu + \delta_j + \varepsilon_{ij} + \delta_k + \delta_{jk} + \varepsilon_{ijk} \quad (2)$$

■ نتایج و بحث

یافته های حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تأثیر خشکی بر صفات های فیزیولوژیک مورد بررسی شامل پرولین ساقه، قندهای محلول، کلروفیل کارتنوئید و ترکیبات فنلی معنی دار بود (جدول ۱). همچنین مشاهده شد اثر اصلی Se و Si بر صفات های فیزیولوژیک و پارامترهای عملکردی وزن تر و وزن خشک اندام هوایی *O. vulgare* معنی دار بود. در مورد متغیرهای عملکردی گیاه، استفاده از Si بر هیچیک از آن ها تأثیر معنی داری نداشت و محلول پاشی با Se تنها بر وزن تر اندام هوایی تأثیر معنی دار داشت. نتایج نشان داد که اثرات متقابل سه گانه بین خشکی، Se و Si بر میزان پرولین اندام هوایی، کلروفیل، کارتنوئید، ترکیبات فنلی معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات های مختلف مرزنجوش تحت تأثیر خشکی، Se و Si.

منابع تغییر	درجه آزادی	پرولین ساقه (mg/gr)	قندهای محلول (mg/gr)	کلروفیل کل (µg/gr)	کارتنوئید (µg/gr)	ترکیب های فنلی (mg/gr)	وزن تر اندام هوایی (gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr)
خشکی	۲	۰/۰۱**	۱۵۳/۷۶**	۴/۱۶**	۴۳/۸۹**	۰/۴۱**	۴۲۳/۸۶**	۵۵/۶۰**
Se	۲	۰/۰۰**	۴/۷۹*	۱۳/۳۰**	۶/۶۷**	۰/۰۲**	۱۵۲/۵۲**	۲۰/۱۰ ns
Si	۲	۰/۰۰**	۱۹/۰۲**	۲۰/۵۱**	۴/۰۸**	۰/۰۱**	۳۷/۲۶ ns	۵/۱۷ ns
اثر متقابل خشکی × Se	۴	۰/۰۰**	۱/۱۸ ns	۳/۴۷**	۳/۰۳**	۰/۰۱**	۹۹/۵۹ ns	۱۹/۵۵*
خشکی × Si	۴	۰/۰۰**	۱۳/۶۷**	۳/۷۲**	۰/۷۸*	۰/۰۰**	۵۷/۵۲ ns	۹/۲۸ ns
Si × Se	۴	۰/۰۰**	۱/۲۴ ns	۱/۷۸*	۲/۰۷**	۰/۰۱**	۷۲/۶۵ ns	۹/۲۶ ns
خشکی × Se × Si	۸	۰/۰۰**	۲/۰۲ ns	۳/۲۴**	۰/۶۳*	۰/۰۰**	۷۳/۲۹ ns	۱۳/۳۴ ns
خطا	۵۲	۰/۰۰	۱/۱۷	۰/۵۷	۰/۲۲	۰/۰۰	۴۰/۰۰	۶/۴۹
ضریب تغییرات		۲/۸۹	۱/۳۵	۱/۸۷	۳/۴۵	۴/۱۳	۲۸/۵۱	۲۸/۰۹

** معنی داری در سطح ۰/۰۱ * معنی داری در سطح ۰/۰۵ ns فاقد معنی داری

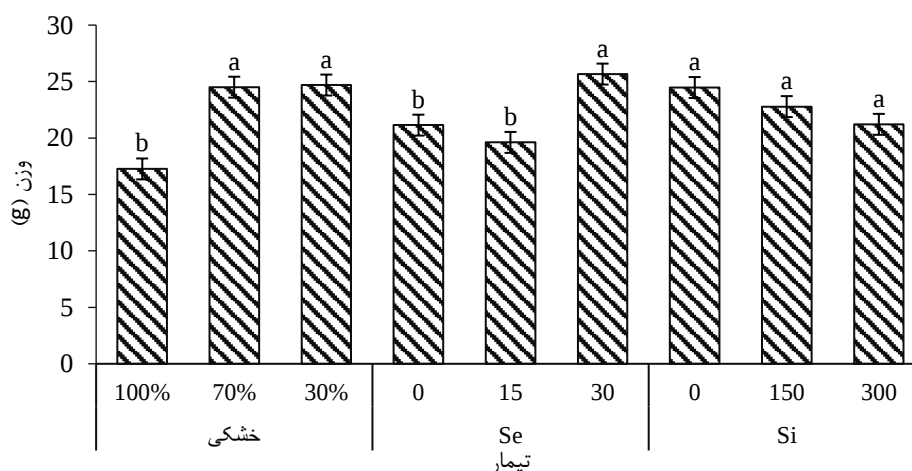
موجب کاهش پرولین شد و اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۲).

تأثیر اصلی سطوح تنش خشکی بر پارامترهای عملکردی وزن تر و وزن خشک اندام هوایی *O. vulgare* معنی دار بود (جدول ۱) به طوری که افزایش تنش افزایش عملکرد را نشان داد. با این وجود در دو تیمار FC ۷۰٪ و ۳۰٪ اختلاف معنی داری وجود نداشت. کاربرد Se معنی دار در وزن تر و خشک اندام هوایی را نشان داد. بیشترین مقدار متغیرهای عملکردی در سطح تیمار Se ۳۰ mg/l بود و وزن خشک اندام هوایی تیمار Se ۳۰ mg/l تنها با تیمار ۱۵ mg/l Se اختلاف معنی دار داشت. در مورد محلول پاشی Si، تفاوت معنی داری در ارتباط با وزن تر (شکل ۲) و خشک اندام هوایی (شکل ۳) مشاهده نشد.

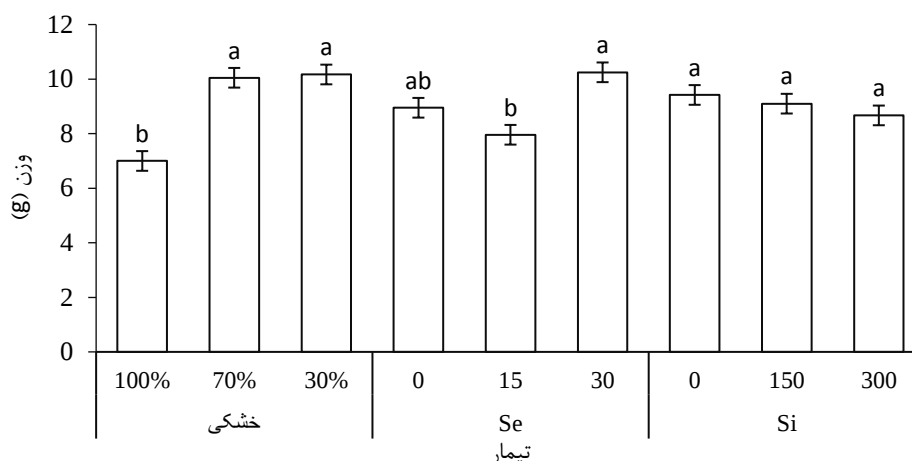
پرولین علاوه بر نقش خود به عنوان اسمولیت^۱ در تنظیم و حفاظت اسمزی، در ثبات بخشیدن به ساختارهای سلولی نظیر غشاها، پروتئینها و DNA، جاروب کردن رادیکالهای آزاد اکسیژن، خاموش کردن اکسیژن یکتایی، حفظ پتانسیل ردوکس سلول و حفظ تعادل NADP⁺/NADPH، تنظیم pH سلول و حفاظت از دستگاه فتوسنتزی مهار تولید اتیلن و کند کردن روند پیری نقش مؤثری دارد. به علاوه پرولین به عنوان منبعی از N، C و انرژی در طی دوره بهبودی بعد از تنش است (۳۳). مقدار پرولین در گیاه با افزایش مقدار Se تا ۳۰ mg/l دارای افزایش معنی دار با دیگر سطوح بود. محلول پاشی Si تا سطح ۱۵۰ mg/l افزایش معنی داری را در مقدار پرولین ساقه نشان داد و افزایش غلظت Si تا سطح ۳۰۰ mg/l

جدول ۲. اثرات اصلی خشکی، Se و Si بر صفتهای فیزیولوژیک مرزنجوش

اثرات اصلی	تنش	پرولین ساقه (mg/gr)	قندهای محلول (mg/gr)	کلروفیل کل (μg/gr)	کارتونوئید (μg/gr)	ترکیبهای فنلی (mg/gr)
خشکی	FC ۱۰۰٪	۰/۰۵۳ ^c	۷۱/۳۵ ^c	۳۹/۹۹ ^b	۱۲/۹۴ ^b	۰/۶۳ ^c
	FC ۷۰٪	۰/۰۹۵ ^a	۸۶/۲۵ ^b	۳۹/۸۴ ^b	۱۲/۷۸ ^b	۰/۸۸ ^a
	FC ۳۰٪	۰/۰۷۵ ^b	۸۰/۸۳ ^a	۴۰/۵۸ ^a	۱۵/۰۶ ^a	۰/۷۸ ^b
Se	۰ mg/l	۰/۰۷۰ ^b	۷۹/۱۹ ^b	۳۹/۶۹ ^b	۱۳/۳۱ ^b	۰/۷۵ ^b
	۱۵ mg/l	۰/۰۷۰ ^b	۷۹/۲۷ ^b	۳۹/۷۸ ^b	۱۳/۳۰ ^b	۰/۷۵ ^b
	۳۰ mg/l	۰/۰۸۳ ^a	۷۹/۹۶ ^a	۴۰/۹۵ ^a	۱۴/۱۷ ^a	۰/۸۰ ^a
Si	۰ mg/l	۰/۰۷۴ ^b	۸۰/۲۸ ^a	۴۰/۷۴ ^a	۱۳/۷۳ ^a	۰/۷۸ ^a
	۱۵۰ mg/l	۰/۰۷۶ ^a	۷۹/۵۳ ^b	۴۰/۵۴ ^b	۱۳/۹۰ ^a	۰/۷۷ ^a
	۳۰۰ mg/l	۰/۰۷۲ ^b	۷۸/۶۰ ^c	۳۹/۱۴ ^b	۱۳/۱۶ ^b	۰/۷۵ ^b



شکل ۲. تأثیر اصلی خشکی، Se و Si بر متغیر عملکرد وزن تر اندام هوایی مرزنجوش



شکل ۳. تأثیر اصلی خشکی، Se و Si بر متغیر عملکرد وزن خشک اندام هوایی مرزنجوش.

(جدول ۲). بررسی تأثیر کمبود آب بر صفات‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی زوفا *Hyssopus officinalis* L. نتایج مشابهی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که غلظت کاروتنوئید با تشدید کمبود آب به‌طور معنی‌دار افزایش یافته است، در حالیکه در این شرایط غلظت کلروفیل کل در مقایسه با شاهد کاهش یافته است. مطالعات نشان می‌دهد که کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول باشد که این رادیکال‌ها سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگدانه می‌شوند (۵۳). در تنش‌های شدید، میزان کاروتنوئید به‌عنوان عامل محافظت کننده کلروفیل در برابر اکسیداسیون نوری، افزوده می‌شود تا از تخریب بیشتر کلروفیل جلوگیری کند. این رنگیزه با جذب رادیکال‌های فعال اکسیژن سبب محافظت کلروفیل در مقابل تنش‌ها می‌شود (۳۱، ۵۸). کاروتنوئیدها در کلروپلاست نقش رنگیزه کمکی را دارند، اما فعالیت مهم‌تر آن‌ها نقش آنتی‌اکسیدانی آن‌ها است (۱۵). با این وجود، نتایج مطالعه گیاه آویشن دنایی *Thymus daenensis* Celak. نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش، میزان کاروتنوئید در مقایسه با شاهد کاهش یافته است، به‌طوری‌که کمترین مقدار کاروتنوئید در تنش میانگین (۵۰٪ ظرفیت زراعی) مشاهده شده است (۷). نتایج مطالعه تأثیر محلول پاشی Se تحت تنش خشکی در گیاه رزماری، نشان می‌دهد که میزان پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، و ترکیبات فنلی در شرایط تنش خشکی کاهش

در بررسی اثر متقابل خشکی با Se و Si، استفاده از Se نسبت به Si سبب افزایش بیشتر پرولین شد (جدول ۳). تأثیر متقابل سه جانبه خشکی، Se و Si بر میزان پرولین، کلروفیل، کاروتنوئید، و ترکیبات فنلی معنی‌دار بود، ولی بر وزن تر و خشک اندام هوایی اثر غیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). بیشترین میزان پرولین در تیمار FC ۷۰٪ به همراه ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si مشاهده شد (جدول ۴). در شرایط مواجهه گیاه با تنش‌های مختلف، فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای کاهش رادیکال‌های آزاد نامطلوب رشد گیاه مانند سوپراکسید و پراکسید افزایش می‌یابد (۴۶). بنابراین تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌عنوان شاخصی مفید برای ارزیابی پاسخ به تنش در گیاهان است (۵۰). بررسی‌ها نشان می‌دهد که با افزایش سطح Se، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برگ بالنگوی شهری *Lallemantia iberica* Fisch. & C.A. Mey. افزایش می‌یابد و تحت تأثیر تنش کم‌آبی، محلول پاشی برگ‌ی Se میزان پرولین و فنول کل برگ را به‌طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد (۳). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اعمال تنش خشکی در سطح آماری یک درصد تأثیر معنی‌داری بر مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ‌های گیاه مرزنجوش داشت (جدول ۱). بر اساس نتایج به‌دست آمده تنش شدید موجب افزایش معنی‌دار کلروفیل و کاروتنوئید در مقایسه با شاهد و تنش میانگین به‌ترتیب به مقدار ۱۷/۱٪ و ۱۷/۸٪ شد. از طرف دیگر بین تیمار تنش متوسط و شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کلروفیل و کاروتنوئید مشاهده نشد

در بررسی تأثیر متقابل خشکی با Se و Si، به کارگیری Se نسبت به Si موجب افزایش بیشتر کلروفیل شد (جدول ۳). Se دارای خواص آنتی اکسیدانی است و در شرایط تنش سبب خنثی سازی رادیکال های آزاد اکسیژن می شود (۳۷، ۶۰) و از تخریب مولکول کلروفیل در شرایط تنش جلوگیری می کند (۵۴). در پژوهش حاضر بیشترین مقدار کلروفیل در تیمار خشکی ۳۰٪ ظرفیت زراعی به همراه Se ۳۰ mg/l و نمونه شاهد Si مشاهده شد (جدول ۴).

محلول پاشی Se به میزان ۳۰ mg/l در شرایط تنش شدید باعث افزایش میزان عملکرد وزن تر و وزن خشک اندام هوایی گردید که با شاهد دارای اختلاف معنی دار بود. در ارتباط با محلول پاشی Si اختلاف معنی داری در میزان عملکرد وزن تر و وزن خشک اندام هوایی بین هیچ یک از سطوح تیماری مشاهده نشد (شکل ۴ و ۵).

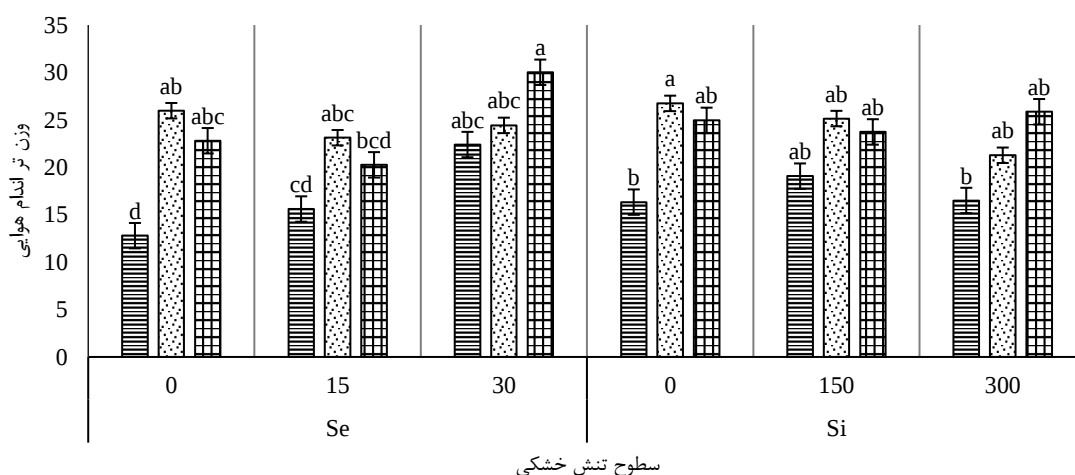
می یابد و با محلول پاشی Se و شرایط تنش، میزان فاکتورهای مذکور در سطح معنی داری افزایش می یابد (۵۵). تأثیر محلول پاشی Se و Si بر میزان کلروفیل و کارتنوئید مرزنجوش معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل و کارتنوئید در محلول پاشی Se با غلظت ۳۰ mg/l به دست آمد به طوری که با دو سطح دیگر اختلاف معنی دار داشت. در مورد Si محلول پاشی با افزایش غلظت باعث کاهش میزان کلروفیل شد و در مورد کارتنوئید غلظت Si ۱۵۰ mg/l باعث افزایش بدون اختلاف معنی دار گردید. با افزایش غلظت Si تا ۳۰۰ mg/l کاهش معنی داری در این صفت در مقایسه با دو سطح دیگر مشاهده شد (جدول ۲). تأثیر متقابل تنش خشکی به همراه تیمار Se و تیمار Si به طور مجزا ارائه شد (جدول ۳).

جدول ۳. تأثیرهای متقابل خشکی و Se/Si بر صفتهای مختلف مرزنجوش

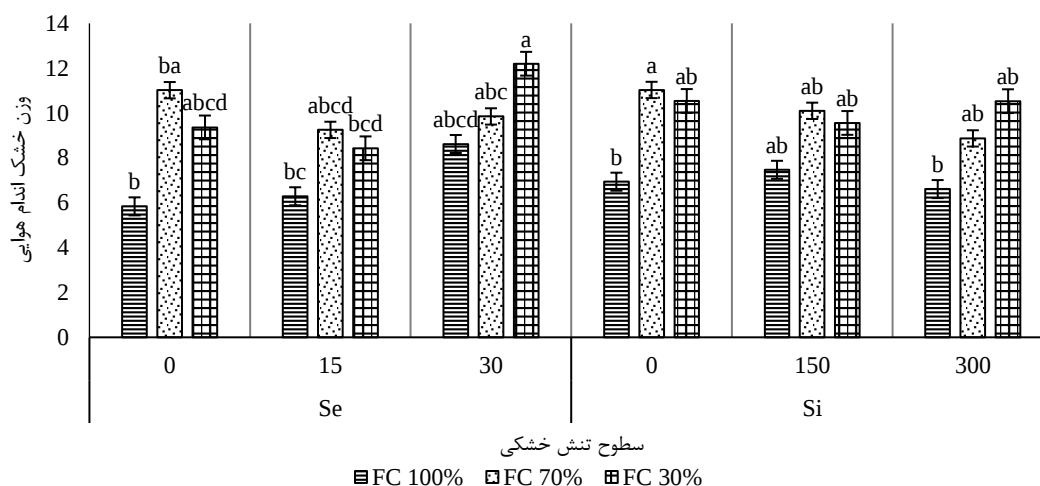
سپوح خشکی	تیمار	مقدار (mg/l)	پرولین	کلروفیل کل	کارتنوئید	ترکیبات فنلی
		.	۰/۰۵ ^d	۴۱/۰۰ ^{ab}	۱۳/۲۹ ^b	۰/۶۶ ^d
٪۱۰۰ FC		۱۵۰	۰/۰۵ ^d	۴۰/۲۹ ^{abc}	۱۳/۳۴ ^b	۰/۶۴ ^{ed}
		۳۰۰	۰/۰۵ ^d	۳۸/۶۹ ^d	۱۲/۱۹ ^b	۰/۶۱ ^e
		.	۰/۰۹ ^{ab}	۳۹/۹۲ ^{bcd}	۱۲/۷۰ ^b	۰/۸۸ ^a
٪۷۰ FC	Si	۱۵۰	۰/۱۰ ^a	۳۹/۹۶ ^{bcd}	۱۲/۹۵ ^b	۰/۸۷ ^a
		۳۰۰	۰/۰۹ ^{ab}	۳۹/۶۴ ^{cd}	۱۲/۷۰ ^b	۰/۸۸ ^a
		.	۰/۰۸ ^c	۴۱/۲۹ ^a	۱۵/۲۱ ^a	۰/۷۹ ^{bc}
٪۳۰ FC		۱۵۰	۰/۰۸ ^c	۴۱/۳۷ ^a	۱۵/۴۱ ^a	۰/۸۱ ^b
		۳۰۰	۰/۰۷ ^c	۳۹/۱۰ ^{cd}	۱۴/۵۸ ^a	۰/۷۵ ^c
		.	۰/۰۵ ^c	۳۸/۸۱ ^d	۱۲/۸۱ ^{cd}	۰/۶۳ ^d
٪۱۰۰ FC		۱۵	۰/۰۵ ^c	۴۰/۰۱ ^{abcd}	۱۲/۸۴ ^{cd}	۰/۶۲ ^d
		۳۰	۰/۰۵ ^c	۴۱/۶۳ ^a	۱۳/۱۶ ^c	۰/۶۶ ^d
		.	۰/۰۸ ^a	۳۹/۷۲ ^{bcd}	۱۲/۰۷ ^e	۰/۸۵ ^b
٪۷۰ FC	Se	۱۵	۰/۰۸ ^a	۳۹/۰۳ ^{cd}	۱۲/۱۵ ^{de}	۰/۸۴ ^b
		۳۰	۰/۱۱ ^a	۴۰/۷۶ ^{ab}	۱۴/۱۳ ^b	۰/۹۵ ^a
		.	۰/۰۷ ^b	۴۰/۵۴ ^{ab}	۱۵/۰۶ ^a	۰/۷۷ ^c
٪۳۰ FC		۱۵	۰/۰۷ ^b	۴۰/۲۹ ^{abc}	۱۴/۹۲ ^a	۰/۷۹ ^c
		۳۰	۰/۰۸ ^b	۴۰/۹۱ ^{ab}	۱۵/۲۳ ^a	۰/۷۹ ^c

جدول ۴. تأثیر متقابل خشکی، Se و Si بر صفات‌های فیزیولوژیک و متغیرهای عملکردی مرزنجوش

سطوح خشکی	Se(mg/l)	Si (mg/l)	پرولین	کلروفیل کل	کارتونوئید	ترکیبات فنلی
			۰/۰۵ ^{mn}	۴۰/۶۴ ^{bcdef}	۱۲/۷۱ ^{hijk}	۰/۶۲ ^k
		۱۵۰	۰/۰۵ ⁿ	۳۸/۱۸ ^{Hi}	۱۳/۰۲ ^{ghij}	۰/۶۲ ^k
		۳۰۰	۰/۰۵ ⁿ	۳۷/۶۱ ⁱ	۱۲/۷۱ ^{hijk}	۰/۶۲ ^k
		۰	۰/۰۵ ^m	۴۰/۳۵ ^{cdef}	۱۳/۳۴ ^{fghi}	۰/۶۷ ^j
٪۱۰۰ FC	۱۵	۱۵۰	۰/۰۵ ⁿ	۴۱/۳۲ ^{abcd}	۱۳/۴۲ ^{fgh}	۰/۶۰ ^k
		۳۰۰	۰/۰۵ ⁿ	۳۸/۳۸ ^{hi}	۱۱/۷۵ ^{lmn}	۰/۶۰ ^k
		۰	۰/۰۶ ^m	۴۲/۰۲ ^{ab}	۱۳/۸۰ ^{efg}	۰/۶۹ ^{ij}
	۳۰	۱۵۰	۰/۰۵ ^{mn}	۴۱/۳۷ ^{abcd}	۱۳/۵۸ ^{efgh}	۰/۶۹ ^j
		۳۰۰	۰/۰۵ ^m	۴۰/۰۹ ^{defg}	۱۲/۱۲ ^{klmn}	۰/۵۹ ^k
		۰	۰/۰۸ ^{fg}	۳۹/۳۵ ^{fgh}	۱۱/۳۹ ⁿ	۰/۸۳ ^{cde}
		۱۵۰	۰/۰۹ ^{de}	۴۰/۳۰ ^{def}	۱۲/۵۳ ^{ijkl}	۰/۸۷ ^{bc}
		۳۰۰	۰/۰۹ ^{de}	۳۹/۵۲ ^{efgh}	۱۲/۲۹ ^{jklm}	۰/۸۶ ^{bc}
		۰	۰/۰۹ ^d	۳۹/۹۹ ^{defg}	۱۳/۰۷ ^{ghij}	۰/۸۸ ^b
٪۷۰ FC	۱۵	۱۵۰	۰/۰۸ ^{ef}	۳۸/۷۹ ^{ghi}	۱۱/۹۲ ^{klmn}	۰/۸۰ ^{def}
		۳۰۰	۰/۰۸ ^{fgh}	۳۸/۳۱ ^{hi}	۱۱/۴۷ ^{mn}	۰/۸۳ ^{cde}
		۰	۰/۰۹ ^c	۴۰/۴۳ ^{cdef}	۱۳/۶۳ ^{efg}	۰/۹۴ ^a
	۳۰	۱۵۰	۱/۱۳ ^a	۴۰/۷۸ ^{bcdef}	۱۴/۴۰ ^{cde}	۰/۹۵ ^a
		۳۰۰	۰/۱۲ ^b	۴۱/۰۸ ^{abcd}	۱۴/۳۴ ^{cde}	۰/۹۶ ^a
		۰	۰/۰۷ ^k	۴۰/۳۹ ^{cdef}	۱۴/۷۱ ^{bcd}	۰/۷۵ ^{gh}
		۱۵۰	۰/۰۷ ^{ij}	۴۰/۶۹ ^{bcdef}	۱۵/۲۹ ^{ab}	۰/۷۷ ^{fgh}
		۳۰۰	۰/۰۷ ^j	۴۰/۵۵ ^{bcdef}	۱۵/۱۸ ^{abc}	۰/۷۸ ^{efgh}
		۰	۰/۰۸ ^{ghi}	۴۰/۹۹ ^{bcde}	۱۵/۲۸ ^{ab}	۰/۷۹ ^{defg}
٪۳۰ FC	۱۵	۱۵۰	۰/۰۸ ^{gh}	۴۱/۵۲ ^{abcd}	۱۵/۱۲ ^{abc}	۰/۸۴ ^{bcd}
		۳۰۰	۰/۰۶ ^l	۳۸/۳۶ ^{hi}	۱۴/۳۶ ^{cde}	۰/۷۳ ^{hi}
		۰	۰/۰۸ ^{ef}	۴۲/۵۰ ^a	۱۵/۶۳ ^a	۰/۸۳ ^{bcd}
	۳۰	۱۵۰	۰/۰۷۸ ^{hi}	۴۱/۵۲ ^{abc}	۱۵/۸۲ ^a	۰/۸۱ ^{def}
		۳۰۰	۰/۰۷۳ ^j	۳۸/۳۵ ^{hi}	۱۴/۲۰ ^{def}	۰/۳۳ ^{hi}



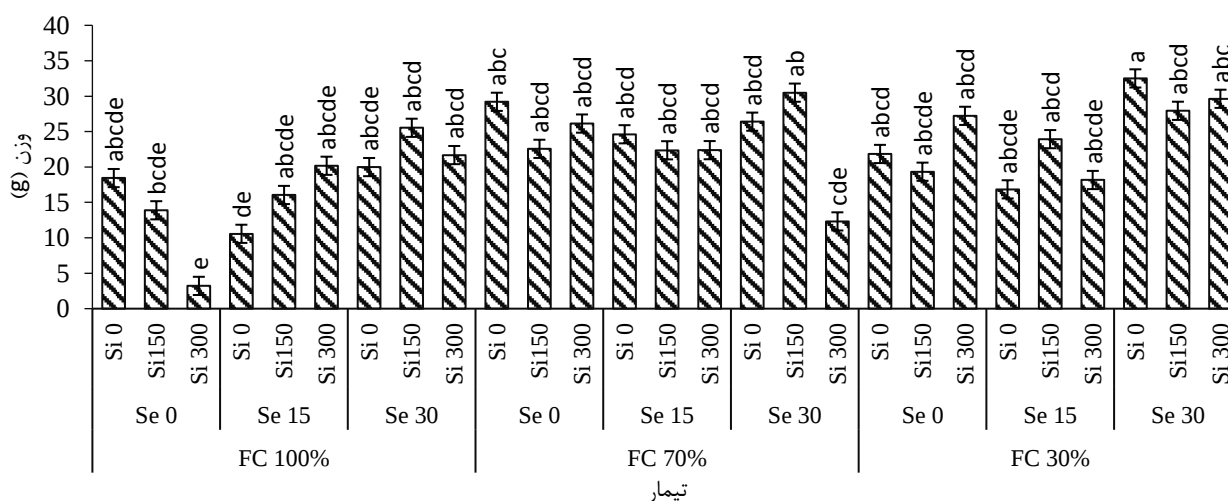
شکل ۴. اثر متقابل خشکی – Se/Si بر عملکرد وزن تر اندام هوایی مرزنجوش



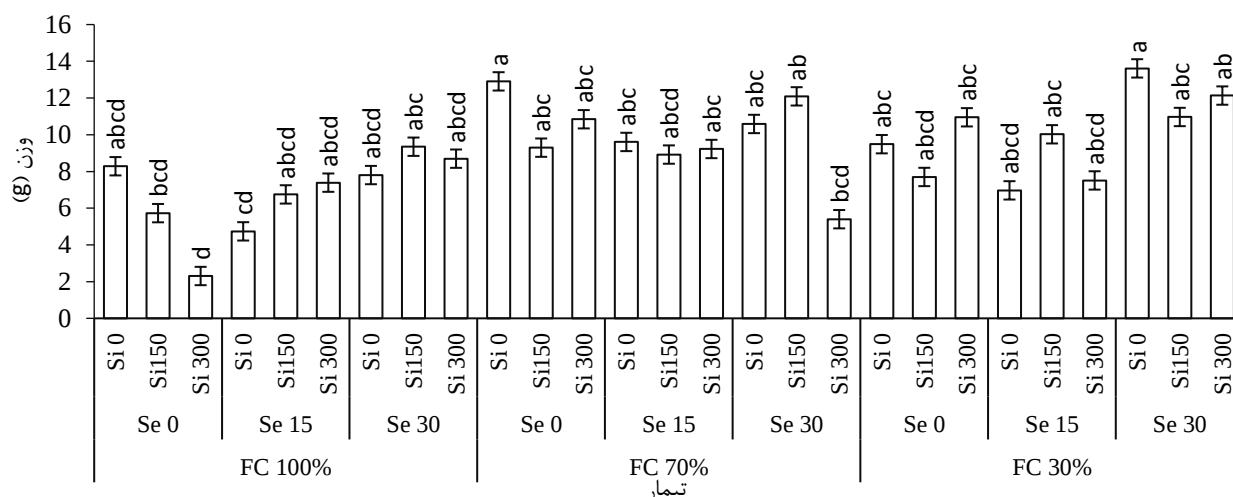
شکل ۵. تأثیر متقابل خشکی - Se/Si بر عملکرد وزن خشک اندام هوایی مرزنجوش

از نظر ویژگی‌های فیزیولوژیک مرزنجوش، بیشترین مقدار پرولین در تنش خشکی ۷۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si و کمترین میزان پرولین، در تنش خشکی ۱۰۰٪ با تیمار ۱۵ mg/l Se و ۳۰۰ mg/l Si بود. بیشترین میزان کلروفیل در تنش خشکی ۳۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se و Si صفر و کمترین مقدار کلروفیل در تنش خشکی ۱۰۰٪ با تیمار Se صفر و Si ۳۰۰ mg/l مشاهده شد. از نظر میزان کارتنوئید، بهترین تیمار، تنش خشکی ۳۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si بود. کمترین میزان کارتنوئید در تنش خشکی ۷۰٪ با تیمارهای شاهد Se و Si مشاهده شد. در مورد میزان ترکیب‌های فنلی، بیشترین مقدار مربوط به تنش خشکی ۷۰٪ با تیمار Se وجود داشت (شکل ۶ و ۷).

از نظر ویژگی‌های فیزیولوژیک مرزنجوش، بیشترین مقدار پرولین در تنش خشکی ۷۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si و کمترین میزان پرولین، در تنش خشکی ۱۰۰٪ با تیمار ۱۵ mg/l Se و ۳۰۰ mg/l Si بود. بیشترین میزان کلروفیل در تنش خشکی ۳۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se و Si صفر و کمترین مقدار کلروفیل در تنش خشکی ۱۰۰٪ با تیمار Se صفر و Si ۳۰۰ mg/l مشاهده شد. از نظر میزان کارتنوئید، بهترین تیمار، تنش خشکی ۳۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si بود. کمترین میزان کارتنوئید در تنش خشکی ۷۰٪ با تیمارهای شاهد Se و Si مشاهده شد. در مورد میزان ترکیب‌های فنلی، بیشترین مقدار مربوط به تنش خشکی ۷۰٪ با تیمار Se



شکل ۶. اثرهای متقابل خشکی، Se و Si بر پارامتر عملکردی وزن تر اندام هوایی مرزنجوش



شکل ۷. اثرهای متقابل خشکی، Se و Si بر پارامتر عملکردی وزن خشک اندام هوایی مرزنجوش

به‌دست آمده در پژوهش حاضر، گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که کاربرد مجزای Se و Si از طریق کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن اثر خشکی را کاهش می‌دهند و می‌تواند پاسخی برای خاموش شدن رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد (۴۲، ۶۱). Se و Si از تخریب مولکول کلروفیل جلوگیری کرده و سبب افزایش فتوسنتز و افزایش محتوی نسبی آب برگ می‌شوند (۲۶).

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، محلول پاشی Se و Si بر روی گیاه مرزنجوش تحت شرایط تنش خشکی نشان داد، به‌طوری‌که افزایش تنش خشکی در سطح ۷۰٪ از نظر فیزیولوژیک بیشترین افزایش را در مقدار پرولین، قند محلول و ترکیب‌های فنلی، و کاهش در مقدار کلروفیل و کارتنوئید را داشت. افزایش تنش خشکی منجر به افزایش ویژگی‌های عملکردی شامل وزن تر و خشک اندام هوایی گردید. محلول پاشی Se به میزان ۳۰ mg/l تأثیر معنی‌داری بر افزایش مقدار پرولین، قند محلول، کلروفیل، کارتنوئید، ترکیبات فنلی و وزن تر و خشک اندام هوایی داشت. محلول پاشی Si به میزان ۱۵۰ mg/l تأثیر معنی‌داری بر افزایش میزان پرولین نسبت به نمونه شاهد داشت. با این وجود تغییر در میزان محلول پاشی Si تأثیر معنی‌داری را در تغییر پارامترهای عملکردی نشان نداد. بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ۳۰٪ ظرفیت زراعی به همراه Se mg/l ۳۰ و تیمار شاهد Si بود، و بیشترین میزان ترکیبات فنلی

تنش خشکی در ارتباط با کاهش شرایط اسمزی است که منجر به کمبود آب در سیتوپلاسم سلول و به دلیل آسیب رساندن به پروتئین‌های فتوشیمی سبب کاهش کارایی شبکه فتوسنتز و کاهش وزن گیاه می‌شود (۱۳). به‌طور کلی، تنش خشکی منجر به تولید آنتی‌اکسیدان‌هایی می‌شود که تنش اکسیداتیو را تحت شرایط کمبود آب ایجاد می‌کند و باعث کاهش جذب و کاهش صفت‌های ساقه و ریشه می‌شود (۱۹). کاربرد Se و Si به‌طور معنی‌داری توانسته است طول ریشه، اندام هوایی و حجم بذر گیاهی گندم *Triticum aestivum* L. را افزایش دهد. این افزایش، به دلیل وجود Si در تقویت دیواره سلولی است، و نگهداشت مکانیکی از طریق افزایش بافت‌های چوب پنبه‌ای، چوب‌شدگی و سیلیکاسیون را به‌همراه داشته و منجر به افزایش رشد ریشه و ساقه می‌شود (۲۴). در پژوهش حاضر کاربرد ترکیبی Se و Si تحت تنش خشکی، بالاتر از کاربرد مجزای هر یک از این عناصر و یا اعمال تنش خشکی به تنهایی بود. یافته‌های به‌دست آمده با نتایج بررسی تأثیر کاربرد Se و Si تحت تنش خشکی بر روی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم (*T. aestivum*) هم‌خوانی دارد (۵۲). مقدار کلروفیل در شرایط تنش خشکی و کمبود آب در مقایسه با شرایط بدون تنش به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. با این وجود در برخی از پژوهش‌های صورت گرفته بر روی محصول‌های مختلفی مانند گندم، کاهش در میزان کلروفیل به دلیل تنش خشکی مشاهده شده است (۱، ۱۳، ۵۲). در تأیید یافته‌های

خشک اندام هوایی، در تنش خشکی ۳۰٪ با محلول پاشی ۳۰ mg/l Se و Si شاهد وجود داشت. با توجه به یافته‌های به‌دست آمده، محلول پاشی توأم Se و Si برای کاهش تأثیرهای تنش خشکی اثربخشی بیشتری را در ارتباط با بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکردی مرزنجوش نسبت به کاربرد هر یک از این عناصر به تنهایی دارد. در این ارتباط استفاده از محلول ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si کارآیی بهتری را تحت شرایط تنش خشکی ۷۰٪ ظرفیت زراعی دارد.

در تنش خشکی ۷۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se نشان داده شد. بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمار دارای ۳۰٪ تنش خشکی به همراه ۳۰ mg/l Se وجود داشت. از نظر ویژگی‌های فیزیولوژیک مرزنجوش، بیشترین مقدار پرولین در تنش خشکی ۷۰٪ با محلول پاشی ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si، مشاهده شد. از نظر مقدار کارتنوئید، بهترین تیمار، تنش خشکی ۳۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Se و ۱۵۰ mg/l Si بود. در مورد میزان ترکیب‌های فنلی، بیشترین مقدار مربوط به تنش خشکی ۷۰٪ با تیمار ۳۰ mg/l Si و ۳۰۰ mg/l Se بود. بیشترین وزن تر و وزن

■ References

1. Alachew, E., Muhammad, H., Azamal, H., Samuel, S., & Kasim, M. (2016). Differential sensitivity of *Pisum sativum* L. cultivars to water-deficit stress: changes in growth, water status, chlorophyll fluorescence and gas exchange attributes. *Agronomy*, 15(2), 45-57.
2. Aliyannis, N., Kalpoutzakis, E., Mitaku, S., & Chinou, I. B. (2001). Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. *Agricultural and Food Chemistry*, 49(9), 4168-4170.
3. Amerian, M., Zebarjadi, A., & Mehrabi, J. A. (2020). Effect of Different Concentrations of Selenium on Some Morphological and Physiological Characteristics of Dragons Head (*Lallemantia iberica*) under Different Irrigation Regimes. *Water Research in Agriculture*, 34.3(3), 415-431. (in Farsi)
4. Azizi, A., Yan, F., & Honermeier, B. (2009). Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Industrial Crops and Products*, 29(2-3), 554-561.
5. Babaei, K., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S. A. M., & Jabbari, R. (2010). Water deficit effect on morphology, proline content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Medicinal and Aromatic Plants*, 26(2), 239-251. (in Farsi)
6. Babakhanlu, P., Hoseynzadeh, A., Mirzaei nodushan, H., Hajnajari, H., Jalili, A., & Masumi, A. A. (1999). *Medicinal and Aromatic Plants Research* (Vol. 1): Research Institute of Forest and Rangeland. (in Farsi)
7. Bahreyninezhad, B., Razmjou, J., & Jaber Alansav, Z. (2013). *Evaluation of the effects of moisture stress on photosynthetic pigments in two species of Thymus carmanicus (Thymus carmanicus) and T. daenensis thyme T. Daenensis*. Paper presented at the The first regional conference on medicinal plants in the north of the country, Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Gorgan. (in Farsi)
8. Balibrea, M. E., Parra, M., Bolarín, M. C., & Pérez-Alfocea, F. (1999). PEG-osmotic treatment in tomato seedlings induces salt-adaptation in adult plants. *Functional Plant Biology*, 26(8), 781-786.
9. Barazandeh, M. M. (2001). Essential Oil Composition of *Origanum majorana* L. *Medicinal and Aromatic Plants*, 10(1), 65-74. (in Farsi)
10. Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39(1), 205-207.
11. Blum, A. (2010). *Plant breeding for water-limited environments*, Springer Science & Business Media.

12. Cartes, P., Gianfreda, L., & Mora, M. (2005). Uptake of selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenate and selenite forms. *Plant and Soil*, 276(1), 359-367.
13. Chen, D., Cao, B., Wang, S., Liu, P., Deng, X., Yin, L., & Zhang, S. (2016). Silicon moderated the K deficiency by improving the plantwater status in sorghum. *Sci Rep* 6: 22882.
14. Djanaguiraman, M., Devi, D. D., Shanker, A. K., Sheeba, J. A., & Bangarusamy, U. (2005). Selenium—an antioxidative protectant in soybean during senescence. *Plant and Soil*, 272(1), 77-86.
15. Egert, M., & Tevini, M. (2002). Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Environmental and Experimental Botany*, 48(1), 43-49.
16. Epstein, E. (1999). SILICON. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50(1), 641-664.
17. Fales, F. W. (1951). The assimilation and degradation of carbohydrates by yeast cells. *Biological Chemistry*, 193(1), 113-124.
18. Farhadpurasli Ardeh, M., & Bakhshi, S. (2011). *The effect of environmental stresses on the production of secondary metabolites in medicinal plants*. Paper presented at the National Conference on New Achievements in Agriculture, Islamic Azad University. Ghods Branch. Tehran. (in Farsi)
19. Filek, M., Łabanowska, M., Kościelniak, J., Biesaga-Kościelniak, J., Kurdziel, M., Szarejko, I., & Hartikainen, H. (2015). Characterization of barley leaf tolerance to drought stress by chlorophyll fluorescence and electron paramagnetic resonance studies. *Agronomy and Crop science*, 201(3), 228-240.
20. Fletcher, R. S., & Kott, L. S. (1999). *Phenolics and cold tolerance of Brassica napus*. Paper presented at the Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress.
21. Fu, L.-H., Wang, X.-F., Eyal, Y., She, Y.-M., Donald, L. J., Standing, K. G., & Ben-Hayyim, G. (2002). A selenoprotein in the plant kingdom: mass spectrometry confirms that an opal codon (UGA) encodes selenocysteine in *Chlamydomonas reinhardtii* glutathione peroxidase. *Biological Chemistry*, 277(29), 25983-25991.
22. Ghahraman, A. (1994). Iranian cormophytes (plant systematic) (Vol. third volume). University Publishing Center Publications, Tehran. (in Farsi)
23. Grevsen, K., Frette, X. C., & Christensen, L. P. (2009). Content and Composition of Volatile Terpenes, Flavonoids and Phenolic Acids in Greek Oregano (*Origanum vulgare* L. ssp hirtum) at different Development Stages during Cultivation in Cool Temperate Climate. *European Journal of Horticultural Science*, 74(5), 193-203.
24. Guerriero, G., Hausman, J.-F., & Legay, S. (2016). Silicon and the plant extracellular matrix. *Frontiers in Plant Science*, 7, 463.
25. Hartikainen, H., Xue, T., & Piironen, V. (2000). Selenium as an anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass. *Plant and Soil*, 225(1), 193-200.
26. Hawrylak-Nowak, B., Matraszek, R., & Szymańska, M. (2010). Selenium modifies the effect of short-term chilling stress on cucumber plants. *Biological trace element research*, 138(1), 307-315.
27. Healthcare, T. (2004). PDR for herbal medicines: Montvale: Thomson Healthcare.
28. Hodson, M. J., & Evans, D. E. (1995). Aluminium/silicon interactions in higher plants. *Experimental Botany*, 46(2), 161-171.
29. Hopper, J. L., & Parker, D. R. (1999). Plant availability of selenite and selenate as influenced by the competing ions phosphate and sulfate. *Plant and Soil*, 210(2), 199-207.

30. Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541-549.
31. Inze, D., & Van Montagu, M. (1995). Oxidative stress in plants. *Current opinion in Biotechnology*, 6(2), 153-158.
32. Jamzad, Z. (2012). Flora Of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands. (in Farsi)
33. Jithesh, M., Prashanth, S., Sivaprakash, K., & Parida, A. K. (2006). Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defence. *Genetics*, 85(3), 237.
34. Kafi, M., & Mahdavi damghani, A. (2000). Mechanisms of plant resistance to environmental stresses (Vol. Fifth Edition), Mashhad Ferdowsi University. (in Farsi)
35. Karmollachaab, A., Gharineg, M. H., Bakhshandeh, A., Moradi Telvat, M., & Fathi, G. (2013). Effect of silicon application on physiological characteristics and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought stress condition. *Agroecology*, 5(4), 430-442. (in Farsi)
36. Khalid, K. A. (2006). Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs [*Ocimum* sp.]. *International Agrophysics*, 20(4), 289-296.
37. Lan, C.-Y., Lin, K.-H., Huang, W.-D., & Chen, C.-C. (2019). Protective Effects of Selenium on Wheat Seedlings under Salt Stress. *Agronomy*, 9(6), 272.
38. Liang, Y., Chen, Q., Liu, Q., Zhang, W., & Ding, R. (2003). Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Physiology*, 160(10), 1157-1164.
39. Lichtenthaler, H. K. (1987). [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
40. Liu, H., Wang, X., Wang, D., Zou, Z., & Liang, Z. (2011). Effect of drought stress on growth and accumulation of active constituents in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *Industrial Crops and Products*, 33(1), 84-88.
41. Mahajan, M., Kuiry, R., & Pal, P. K. (2020). Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants. *Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 100255.
42. Malik, J. A., Goel, S., Kaur, N., Sharma, S., Singh, I., & Nayyar, H. (2012). Selenium antagonises the toxic effects of arsenic on mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) plants by restricting its uptake and enhancing the antioxidative and detoxification mechanisms. *Environmental and Experimental Botany*, 77, 242-248.
43. Millar, C. E., Turk, L. M., & Foth, H. D. (1958). Fundamentals of soil science. *Soil Science*, 86(3), 168.
44. Mozaffarian, V. (1966). A Dictionary of Iranian Plant Names: Latin - English - Persian: Farhang Mo'aser. (in Farsi)
45. Nourzad, S., Ahmadian, A., & Moghaddam, M. (2015). Proline, Total Chlorophyll, Carbohydrate Amount and Nutrients Uptake in Coriander (*Coriandrum Sativum* L.) under Drought Stress and Fertilizers Application. *Field Crops Research*, 13(1), 131-139. (in Farsi)
46. Rahimizadeh, M., Habibi, D., Madani, H., Mohammadi, G. N., Mehraban, A., & Sabet, A. M. (2007). The effect of micronutrients on antioxidant enzymes metabolism in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress. *Helia*, 30(47), 167-174. (in Farsi)

47. Rayman, M. P. (2002). The argument for increasing selenium intake. *Proceedings of the nutrition Society*, 61(2), 203-215.
48. Razavizadeh, R., Shafeghat, M., & Najafi, S. (2014). Effect of water deficit on morphological and physiological parameters of *Carum copticum*. *Plant Biology*, 6(22), 25-38. (in Farsi)
49. Said-Al Ahl, H., & Hussein, M. (2010). Effect of water stress and potassium humate on the productivity of oregano plant using saline and fresh water irrigation. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 3(1), 125-141.
50. Sajedi, N. A., Ardakani, M. R., Madani, H., Naderi, A., & Miransari, M. (2011). The effects of selenium and other micronutrients on the antioxidant activities and yield of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 17(3), 215-222. (in Farsi)
51. Salmani Nodoushan, M., Abedi, M., & Vakilli, M. (2013). Selenium and Human Health. *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, 21(1), 101-112. (in Farsi)
52. Sattar, A., Cheema, M. A., Sher, A., Ijaz, M., Ul-Allah, S., Nawaz, A., . . . Ali, Q. (2019). Physiological and biochemical attributes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings are influenced by foliar application of silicon and selenium under water deficit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 41(8), 146.
53. Schutz, M., & Fangmeier, A. (2001). Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated CO₂ and water limitation. *Environmental Pollution*, 114(2), 187-194.
54. Seppanen, M., Turakainen, M., & Hartikainen, H. (2003). Selenium effects on oxidative stress in potato. *Plant Science*, 165(2), 311-319.
55. Shamsai, A. A., Aran, M., & Fakheri, B. (2021). The effect of foliar application of selenium on physiological and biochemical characteristics of rosemary under drought stress. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 2(2), 127-139. (in Farsi)
56. Tas, S., & Tas, B. (2007). Some physiological responses of drought stress in wheat genotypes with different ploidity in Turkiye. *Agriculture Science*, 3, 178-183.
57. Trelease, S. F., & Trelease, H. M. (1938). Selenium as a stimulating and possibly essential element for indicator plants. *American Journal of Botany*, 372-380.
58. Wang, Z., & Huang, B. (2004). Physiological recovery of Kentucky bluegrass from simultaneous drought and heat stress. *Crop science*, 44(5), 1729-1736.
59. Whanger, P. (2002). Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(3), 223-232.
60. Xue, T., Hartikainen, H., & Piironen, V. (2001). Antioxidative and growth-promoting effect of selenium on senescing lettuce. *Plant and Soil*, 237(1), 55-61.
61. Yao, X., Chu, J., Cai, K., Liu, L., Shi, J., & Geng, W. (2011). Silicon improves the tolerance of wheat seedlings to ultraviolet-B stress. *Biological trace element research*, 143(1), 507-517.
62. Zargari, A. (1993). *Iranian Medicinal Plants*: University of Tehran. (in Farsi)

Application of TGSI - Albedo feature space model in assessing of desertification status in the center of Khuzestan province

S. Hashem Geloogerdi¹, A. Vali^{2*}, M. R. Sharifi³

1. PhD Student of Combating Desertification, Faculty of Natural Resources and Geoscience, University of Kashan, Kashan, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Geoscience, University of Kashan, Kashan, Iran.
3. Assistant Professor, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

* Corresponding Author: Vali@Kashanu.ac.ir

Received date: 20/07/2021

Accepted date: 31/10/2021

 [10.22034/JDMAL.2021.534364.1341](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.534364.1341)

Abstract

Nowadays, desertification and land degradation are among the most important environmental challenges caused by various factors, including climate variation and human activities, especially in arid and semi-arid regions. Therefore, understanding of the desertification status is essential for future management and planning. In this regard, using remote sensing indicators to prepare basic desertification maps and its monitoring can be efficient. In this study, Topsoil grain size and albedo indices were used as indicators to identify desertification in the center of Khuzestan province. After constructing the above-mentioned indices using Landsat ETM+ sensor image, the values of 411 randomly selected samples on the images were used to construct the Albedo-TGSI feature space model. The correlation between the variables was 0.83. The DDI desertification degree equation is then obtained based on the slope of the fitted line. In the next step, by applying natural break classification on the DDI index, different levels of desertification and the break values were obtained for random samples. These break values are then applied to the whole study area, and finally, the 2018 desertification status map was obtained. Results indicated that about 70% of the study area fell under the severe and high desertification intensities, whereas 18.3%, 8.3% and 4.1% fell under the medium, low and none desertification grades respectively. The accuracy of the produced map with a kappa of 92.1% and an overall accuracy of 94.3% showed that the feature space model is a useful and robust tool for extracting desertification degrees in barren lands or areas with extremely low vegetation coverage.

Keywords: Desertification; Classification; Remote Sensing; Spectral reflectance





کاربرد مدل فضای ویژگی Albedo - TGSI در بررسی وضعیت بیابانی شدن مرکز استان خوزستان

ساره هاشم گلوگردی^۱، عباسعلی ولی^{۲*}، محمد رضا شریفی^۳

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

۳. استادیار دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: Vali@Kashanu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۹

doi: [10.22034/JDMAL.2021.534364.1341](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.534364.1341)

چکیده

امروزه بیابان‌زایی و تخریب سرزمین یکی از مهم‌ترین مشکلات محیط زیست به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که ناشی از تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است. بنابراین، شناخت وضعیت بیابان‌زایی این مناطق برای مدیریت و برنامه‌ریزی آینده امری ضروری است. در این راستا بهره‌گیری از شاخص‌های سنجش از دور برای تهیه نقشه‌های پایه بیابان‌زایی و پایش آن می‌تواند کارآمد باشد. در پژوهش حاضر از شاخص‌های اندازه ذرات خاک سطحی و آلبیدو به عنوان شاخص‌های نمایان‌کننده وضعیت بیابانی شدن مرکز استان خوزستان استفاده شد. پس از محاسبه شاخص‌های ذکر شده با استفاده از تصاویر سنجنده‌ی ETM+ ماهواره لندست، تعداد ۴۱۱ نمونه تصادفی روی تصاویر انتخاب شد، سپس مدل فضای ویژگی Albedo-TGSI بر پایه همبستگی بین متغیرها (ضریب تبیین ۰/۸۳) به کار برده شد و معادله طبقه‌بندی بیابان‌زایی بر اساس شیب خط برازش داده شده به دست آمد. در مرحله بعد با اعمال طبقه‌بندی شکست طبیعی بر روی شاخص بیابان‌زایی، طبقه‌های مختلف بیابان‌زایی و همچنین مقدارهای کمی آن‌ها، برای نمونه‌های تصادفی حاصل شد. سپس این مقدارهای حدی برای کل منطقه اعمال و در پایان نقشه وضعیت بیابان‌زایی سال ۱۳۹۷ به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که حدود ۷۰٪ منطقه دچار بیابان‌زایی شدید و زیاد و ۱۸/۳، ۸/۳ و ۴/۱ درصد منطقه به ترتیب در طبقه‌های بیابان‌زایی متوسط، کم و بدون بیابان‌زایی قرار دارند. ضریب کاپا و صحت کلی نقشه تولیدی به ترتیب ۹۲/۱٪ و ۹۴/۳ درصد برآورد شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که مدل فضای ویژگی، ابزاری سودمند و قوی برای استخراج اطلاعات بیابان‌زایی در اراضی بدون پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی کم است.

واژگان کلیدی: بیابان‌زایی؛ طبقه‌بندی؛ سنجش از دور؛ انعکاس طیفی

■ مقدمه

بر اساس تعریف کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی سازمان ملل متحد (۱۹۹۴)، بیابان‌زایی، تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه مرطوب ناشی از سازه‌های مختلف اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است. همچنین این پدیده نهایت تخریب اراضی است که با کاهش مداوم و از دست رفتن قابلیت باروری اقتصادی و بوم‌شناختی (اکولوژیک) اراضی بیان می‌شود (۲۷). این پدیده یکی از جدی‌ترین تهدیدها برای مناطق خشک و نیمه خشک است (۱). سالانه بیش از ۱۲ میلیون هکتار زمین، به دلیل بیابان‌زایی، تخریب سرزمین و خشکسالی از دسترس خارج می‌شود که زندگی بیش از ۳ میلیارد نفر به ویژه جوامع فقیر و روستایی در کشورهای در حال توسعه را در معرض تهدید قرار می‌دهد (۹). مناطق خشک ۴۶/۲٪ از اراضی سطح زمین را تشکیل می‌دهند که ۳۲/۸٪ از جمعیت جهان یعنی نزدیک به ۳ میلیارد نفر را در خود جای داده‌اند. همچنین ۷۰٪ از مناطق خشک هم اکنون در حال تخریب هستند. زندگی حدود یک میلیارد نفر در بیش از صد کشور جهان در خطر است و ۲۵۰ میلیون نفر تحت تاثیر مستقیم بیابان‌زایی قرار دارند و در برآوردهای اخیر، این تعداد به ۵۰۰ میلیون نفر افزایش یافته است (۶، ۲۲). فرآیندها و عوامل متعددی در پیشروی روند بیابان‌زایی و تغییرات معمولاً غیر قابل برگشت آن دخیل می‌باشند که می‌توان به طور کلی آن‌ها را به دو دسته عوامل طبیعی و عوامل انسانی طبقه‌بندی کرد (۵). پیامدهای بیابانی شدن شامل از بین رفتن اراضی بارور، افت سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش آب‌های سطحی، شور شدن اراضی و کاهش کیفیت منابع آب خسارات جبران ناپذیری به همراه دارد (۳۷). بنابراین این پدیده یک معضل اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است که به طور جدی امنیت غذایی، پایداری اقتصادی- اجتماعی و توسعه‌ی پایدار جوامع را با مشکلات عدیده ای مواجه می‌کند (۳). بیابان‌زایی بخشی از یک زنجیره جهانی است که علت و معلول و تأثیر آن فراتر از مرزهای کشورهای تحت تأثیر مستقیم این پدیده است. (۲۸). با توجه به آن‌چه گفته شد

ارائه‌ی روش‌هایی جهت تعیین شدت بیابان‌زایی در شرایط حال و تعیین روند آن در آینده ضرورتی غیر قابل اجتناب به نظر می‌رسد. متأسفانه گستردگی، پیچیدگی و پویایی فرایند بیابان‌زایی مانع از توسعه‌ی یک مدل بیابان‌زایی جامع شده است و ارزیابی و پایش فرایندهای بیابان‌زایی متکی بر استفاده از شاخص‌ها می‌باشد (۷). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به همراه سنجش از دور از ابزارهای کاربردی و سودمند در ارزیابی خطرات زیست محیطی هستند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توانند در ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین، ارزیابی درجات مختلف وضعیت بیابان‌زایی و تعیین روند و تغییرات فصلی پوشش سطح زمین، سودمند باشند (۱، ۱۵، ۳۴). تا کنون شاخص‌های سنجش از دوری مختلفی برای آنالیز ماهواره‌ای توسعه داده شده‌اند که از آن جمله می‌توان به شاخص اندازه‌ی ذرات خاک سطحی اشاره نمود (۳۶). مطالعات مختلفی در مورد اندازه‌ی ذرات خاک و انعکاس طیفی آن‌ها صورت گرفته است و این مطالعات نشان می‌دهند که اندازه‌ی ذرات خاک سطحی، نقش معناداری در پتانسیل فرسایش و دیگر خصوصیات مکانیکی خاک دارد (۱۷، ۲۵، ۳۳). در پژوهشی در ایالت خود مختار مغولستان درونی در کشور چین، با استفاده از اندازه‌گیری‌های طیفی در محل و آنالیزهای آزمایشگاهی شاخص TGSI^۱ توسعه داده شد (۳۵). این شاخص مرتبط با خصوصیات خاک سطحی و بر اساس میانگین یا قطر موثر ذرات خاک بوده و میزان درشتی ذرات خاک سطحی را نشان می‌دهد که رابطه‌ی مستقیم با محتوای ذرات ریز خاک دارد. از سوی دیگر پژوهش‌های پیشین نشان داده است که ارتباط معناداری بین فرایندهای بیابان‌زایی و شاخص‌های Albedo و TGSI وجود دارد. به این صورت که میزان آلبدو تابعی از مقدار اندازه‌ی ذرات سطحی خاک است و با افزایش اندازه‌ی ذرات خاک سطحی میزان آلبدو افزایش می‌یابد. لذا ترکیب اطلاعات حاصل از این دو شاخص می‌تواند برای تشخیص مناطق تحت تاثیر بیابان‌زایی و همچنین پایش فرایند بیابان‌زایی به کار رود (۱۴، ۳۰، ۳۱)

1 Topsoil Grain Size Index

(۱۶). پژوهش دیگری در مکزیک، از شاخص‌های NDVI، SAVI^۹، BSI^{۱۰} و آلبیدو استخراج شده از تصاویر لندست بهره می‌برد و برای و مقدار تغییرها با کاربرد آنالیز CVA^{۱۱} برای دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۳ به منظور تعیین مقدار تخریب یا بهبود تخمین زده می‌شود. به علاوه شاخص بیابان‌زایی با استفاده از رابطه NDVI-α تعریف و مقدار بیابان‌زایی در منطقه محاسبه می‌شود و در پایان شاخص^{۱۲} DDI به عنوان ابزاری قوی و سودمند برای تعیین درجه بیابان‌زایی معرفی می‌شود (۱). دو تصویر لندست ۵ و متعاقب آن ساخت مدل NDVI-Albedo جهت پایش بیابان‌زایی در مطالعه‌ای در گائوتای چین به کار گرفته می‌شود و نقشه مربوطه با مقدار صحت نقشه برابر ۸۴/۰۷۱ درصد به دست می‌آید. مطالعه نشان می‌دهد فضای ویژگی شاخص‌های Albedo-TGSi می‌تواند شرایط بیابان‌زایی سطح زمین، ترکیب آب-گرما و تغییرات آن‌ها را نشان دهند (۱۹). در پژوهش دیگری که در کشور چین انجام می‌گیرد، محققان با در نظر گرفتن توزیع اندازه ذرات خاک سطحی به عنوان شاخصی از بیابان‌زایی و با اندازه‌گیری‌های صحرایی، شاخص جدید اندازه ذرات سطحی خاک^{۱۳} GSI را توسعه می‌دهند. سپس این شاخص برای تصاویر لندست^{۱۴} TM و^{۱۵} MODIS به کار گرفته می‌شود. نتایج حاصل شده سودمندی شاخص طراحی شده را نشان می‌دهد (۳۶).

بسیاری از بررسی‌های مربوط به ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی نظیر NDVI انجام گرفته است (۱۹، ۲۳). این در حالی است که مناطق خشک و بیابانی، از یک سو فاقد پوشش گیاهی و در نتیجه دارای خاک سطحی لخت بوده و از سوی دیگر تنها با وقوع یک بارندگی، امکان تشکیل پوشش گیاهی وجود دارد. به طوری که موقتی بودن پوشش مزبور، کاربرد شاخص NDVI را با خطا مواجه می‌نماید. در مقابل، شاخص TGSi، به دلیل وابستگی صرفاً به اندازه ذرات

در پژوهشی که در کشور چین انجام گرفت، با استفاده از مدل‌سازی منطقه‌ای، محدوده مورد بررسی به سه قسمت تقسیم و مدل فضای طیفی با استفاده از شاخص‌های TGSi^۱، MSAVI^۲ و NDVI^۳ ساخته شد، سپس با توجه به ویژگی‌های پوشش گیاهی هر منطقه، مدل بیابان‌زایی مخصوص آن منطقه ارائه شد و در پایان برای هر کدام از مناطق، ۶ درجه بیابان‌زایی تعیین شد. در پایان صحت نقشه حاصل شده بیشتر از ۸۵٪ تخمین زده شد (۳۱). در پژوهشی دیگر، روند بیابان‌زایی در شمال اتیوپی، طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ با استفاده از شاخص‌های NDVI، TGSi و^۴ PCI از تصاویر لندست و داده‌های هواشناسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج این مطالعه، کاهش پوشش گیاهی، افزایش ذرات درشت خاک، کاهش مقدار بارندگی و افزایش تغییرپذیری فصلی آن را نشان می‌دهد (۲۰). دو مدل فضای ویژگی نقطه به نقطه و نقطه به خط در پژوهشی، با در نظر گرفتن کامل روابط غیر خطی شاخص‌های MSAVI و Albedo و اثرات زمینه خاک به کار گرفته می‌شود و کاربرد این مدل‌ها در بررسی درجات مختلف بیابان‌زایی مقایسه و تجزیه و تحلیل می‌شود نتایج نشان می‌دهد مدل نقطه به خط نتایج بهتری جهت پایش بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه واقع در کشور چین دارد (۳۲). در مطالعه‌ای دیگر در بخش مرکزی-جنوبی مراکش، تصویر ماهواره‌ی سنتینل ۲^۵ مورد استفاده قرار گرفته و سه شاخص^۶ TCG،^۷ TCW و^۸ TCB با تبدیل تسلدکپ^۹ استخراج می‌گردد. شاخص‌های NDVI و آلبیدو نیز از تصاویر استخراج شده و سپس رگرسیون خطی بر روی ترکیب NDVI-Albedo، TGB-TCB و TCW-TCB اجرا می‌شود. براساس آنالیزهای انجام شده، شاخص درجه‌ی بیابان‌زایی با استفاده از ترکیب TCW-TCB تعیین می‌گردد و این روش با صحت کلی ۹۳/۰۷ درصد به عنوان روشی مناسب برای ارزیابی بیابان‌زایی معرفی می‌شود

9 Soil Adjusted Vegetation Index

10 Bare Soil Index

11 Change Vector Analysis

12 Desertification Degree Index

13 Grain Size Index

14 Thematic Mapper

15 Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

1 Modified Soil Adjusted Vegetation Index

2 Normalized Difference Vegetation Index

3 Precipitation Condition Index

4 Sentinel 2

5 Tasseled Cap Greenness

6 Tasseled Cap Brightness

7 Tasseled Cap Wetness

8 Tasseled Cap Transformation

طور عمده بخش شرق و شمال شرق منطقه مطالعاتی در طبقه نیمه خشک و بخش غرب و جنوب غرب در طبقه خشک قرار می‌گیرند (۸).

غرب و جنوب غرب منطقه مطالعاتی شامل شهرستان اهواز و رودخانه کارون و اراضی کشاورزی فاریاب اطراف آن می‌باشد که از شمال شرقی به شهرستان‌های ویس و ملاثنی می‌رسد. شهرستان رامهرمز و مناطق کشت شده اطراف آن در قسمت جنوب شرق منطقه قرار گرفته و منطقه از سمت شمال شرق به شهرستان هفتگل و چین خوردگی‌های زاگرس محدود می‌شود. در بخش‌های مرکزی منطقه بخش غیزانیه و تپه‌های شنی غیزانیه قرار گرفته‌اند. علاوه بر اراضی فاریاب ذکر شده، کاربری‌های اراضی موجود در محدوده مطالعاتی، شامل اراضی دیم، مراتع نیمه متراکم و کم تراکم است و بیشه‌زار و درختچه‌زارهایی نیز بر روی برخی از تپه‌های شنی موجود در منطقه، وجود دارد و خاک سطحی لخت و عاری از پوشش گیاهی، در بخش‌های زیادی از منطقه به چشم می‌خورد (شکل ۲). تغییرات آب و هوایی در قالب خشکسالی‌های پی در پی، موجب افزایش دما و کاهش رطوبت سطح زمین شده است. این تغییرات در کنار بهره‌برداری از طرح‌های کلان آبی نظیر تونل‌های انتقال آب از سرشاخه‌های رودهای بزرگ استان، احداث سدها و شبکه‌های آبیاری که به برداشت بی‌رویه و غیر اصولی از منابع آب منجر شده باعث کاهش سطوح آبی و مرطوب و از بین رفتن پوشش گیاهی در بسیاری از مناطق شده است که منجر به بیابان‌زایی شده و در پایان؛ شکل‌گیری کانون‌های داخلی تولید ریزگرد را به دنبال داشته است (۸). از ۷ کانون داخلی تولید گرد و غبار در خوزستان، کانون شماره ۳ (شرق اهواز) و بخشی از کانون شماره ۴، (جنوب شرق اهواز) در محدوده مطالعاتی قرار دارند (۴، ۸). همچنین بر اساس نقشه پراکندگی خاک‌های استان، خاک‌های منطقه بیشتر از نوع انتی‌سول‌ها و اینسپتی سول‌ها هستند و تپه‌های ماسه‌ای و بدلد نیز در منطقه به چشم می‌خورد. رخنمون سنگی نیز در بخش بسیار کوچکی در شمال شرق محدوده وجود دارد.

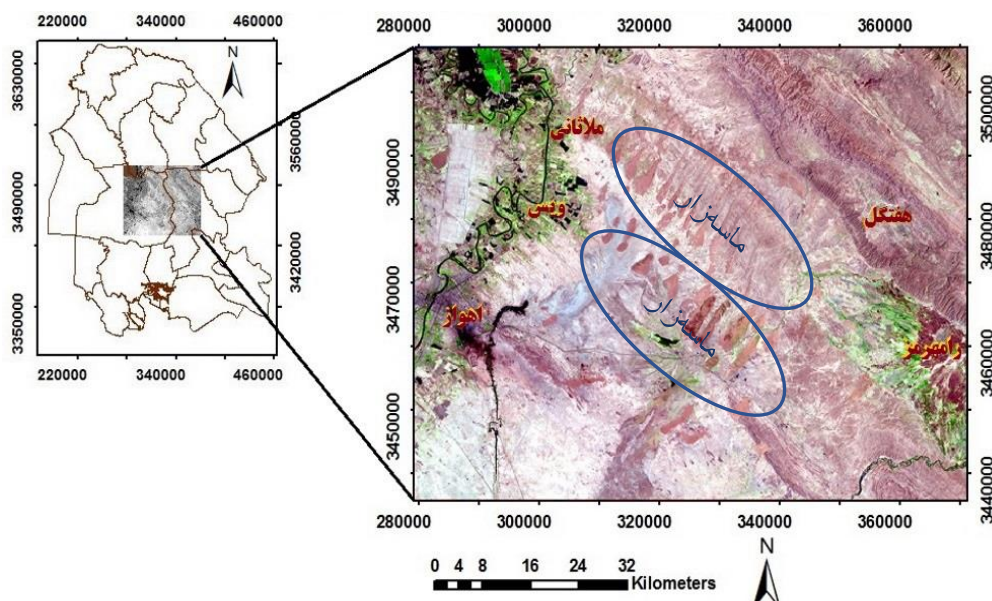
خاک، برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی مناطقی با ویژگی مزبور، مناسب به نظر می‌رسد (۱۴).

استان خوزستان بیش از ۱۲۷۵۵۰۰ هکتار اراضی بیابانی دارد (۲۴) و بخش بزرگی از مساحت استان، بر حسب تقسیم بندی اقلیمی دوما رتن، خشک و نیمه‌خشک است. از بیش از یک دهه پیش، تشدید تغییرهای آب و هوایی و خشکسالی‌ها از یک سو و توسعه طرح‌های عمرانی و برداشت بی‌رویه از منابع آب از سوی دیگر، بسیاری از تالاب‌ها و نواحی مرطوب موجود رو به خشکی نهاد و بیابان‌های کوچکی را ایجاد کرد که این بیابان‌ها منشاء توفان‌های گرد و غبار سال‌های اخیر در استان بوده (۸) و علاوه بر تأثیر سوء بهداشتی و فشارهای روانی؛ زیان‌های اقتصادی زیادی را به این استان وارد کرده است (۲۴)، لذا شناخت وضعیت مناطق بیابانی شده، برای مدیریت و کنترل این وضعیت، امری ضروری است. با توجه به اینکه این مناطق خالی از پوشش گیاهی می‌باشند، لذا شاخص اندازه ذرات سطحی خاک به جای شاخص متداول پوشش گیاهی استفاده شد و پژوهش حاضر با هدف ارزیابی مدل فضای ویژگی شاخص‌های $Albedo - TGSI$ در تعیین وضعیت بیابان‌زایی این مناطق، انجام شد.

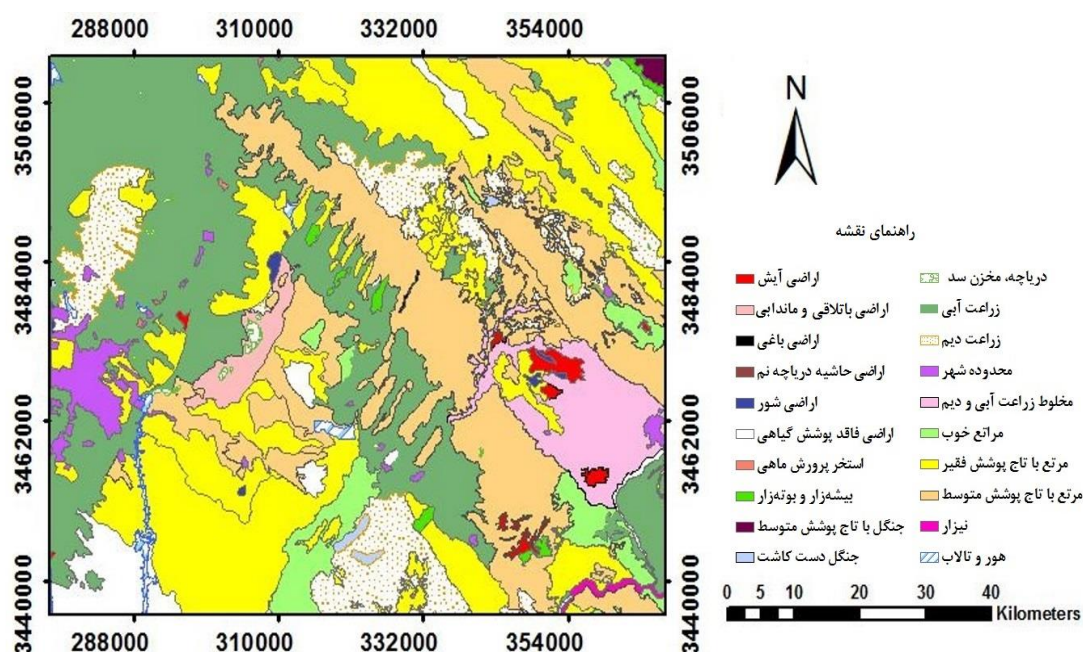
■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه پژوهش در مرکز استان خوزستان بین عرض ۱۷ ۰ ۳۱ و ۶۹ ۴۳ ۳۱ شمالی و طول ۵۱ ۳۵ ۴۸ و ۲ ۳۹ ۴۹ شرقی قرار گرفته است و مساحت آن km^2 ۷۶۳۵/۳۶ می‌باشد (شکل ۱). استان خوزستان از دو بخش کاملاً متفاوت دشت و کوهستانی تشکیل یافته است. مناطق کوهستانی و مرتفع، دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد، نواحی کوهپایه‌ای دارای آب و هوای نیمه بیابانی و در نواحی پست جلگه‌ای هر چه به سمت جنوب و جنوب غربی پیش می‌رویم خصوصیات آب و هوا از نیمه بیابانی به بیابانی کناره‌ای تبدیل می‌شود. بیشتر زمستان‌های این ناحیه، کوتاه و معتدل و تابستان‌ها طولانی و گرم است (۱۰). بر پایه طبقه‌بندی اقلیمی دوما رتن، به



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در خوزستان و تصویر ETM+ سال ۱۳۹۷



شکل ۲. کاربری اراضی موجود در محدوده مطالعاتی

داده‌های مورد استفاده

داده مورد نیاز پژوهش حاضر شامل تصویر ماهواره لندست ۷، سنجنده^۱ ETM+ با مشخصات شماره گذر ۱۶۵ و ردیف ۳۸ مربوط به تاریخ ۵ مرداد سال ۱۳۹۷ بود که تصویر مربوطه با سطح تصحیحات^۲ (۱۲) از پایگاه اینترنتی سازمان زمین شناسی آمریکا بارگیری شد (۲۶).

برای حذف تأثیر هر گونه پوشش گیاهی ناخواسته که ممکن است در فصل‌های دارای بارش، به صورت موقت استقرار یابند و برای افزایش کارایی شاخص‌های انتخاب شده، تاریخ اخذ تصویر ذکر شده ماه مرداد انتخاب شد. مشخصات باندهای مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مشخصات باندهای مورد استفاده سنجنده ETM+

باند های سنجنده	طول موج	قدرت تفکیک
باند ۱ مرئی (آبی)	۰/۴۵ - ۰/۵۲	۳۰
باند ۲ مرئی (سبز)	۰/۵۲ - ۰/۶۰	۳۰
باند ۳ مرئی (قرمز)	۰/۶۹ - ۰/۶۳	۳۰
باند ۴ (مادون قرمز نزدیک) NIR	۰/۷۷ - ۰/۹۰	۳۰
باند ۵ (مادون قرمز با طول موج کوتاه ۱) SWIR1	۱/۵۵ - ۱/۷۵	۳۰
باند ۷ (مادون قرمز میانی با طول موج کوتاه ۲) SWIR2	۲/۰۸ - ۲/۳۵	۳۰

پیش پردازش تصویر

در آغاز خطای رادیومتری تصویر با ابزار تصحیح رادیومتری برطرف شد و انرژی رسیده به سنجنده محاسبه شد (۱۱). سپس به منظور تصحیح خطای اتمسفری از خوارزمیک (الگوریتم) ^۱ QUAC استفاده شد. این خوارزمیک تصحیح اتمسفری را برای تصاویر چند طیفی و فرا طیفی انجام می دهد. این روش از رویکردی در صحنه^۲ بهره گیری می کند و تنها نیاز به مشخصات تقریبی مکان های باند سنجنده دارد (۲). این تصحیح در محیط نرم افزار رفع (۱۱) و در پایان بازتابش^۳ خالص مربوط به پدیده های مورد نظر بر روی سطح زمین به دست آمد.

رفع خطای Stripping

در تاریخ ۳۱ می سال ۲۰۰۳ تصحیح کننده خط اسکن^۴ سنجنده ETM+ از کار افتاد. از آن تاریخ به بعد تصاویر این سنجنده دارای گپ های گوه ای^۵ شکل در دو طرف تصویر می باشد که منجر به از دست رفتن حدود ۲۲ درصد از داده ها می گردد (۱۳). از آنجائی که تصویر مورد استفاده مربوط به سال ۲۰۱۸ بود. نیاز داشت تا این داده های از دست رفته به نحوی جایگزین شده و این خطا تصحیح گردد. این کار با استفاده از افزونه SLC Landsat_GapFill.sav انجام شد (۱۱).

نمودار مراحل مختلف انجام پژوهش حاضر به صورت شکل ۳ می باشد.

محاسبه شاخص های محیطی TGSi و Albedo

شاخص TGSi

مقدار این شاخص با استفاده از باندهای مرئی سنجنده ETM+ و بر اساس رابطه (۱) به دست آمد:

$$TGSi = \frac{(RED - BLUE)}{(RED + GREEN + BLUE)} \quad (1)$$

در این رابطه RED باند قرمز و BLUE باند آبی و GREEN باند سبز سنجنده ETM+ می باشد (۳۱).

مقادیر منفی و مثبت به ترتیب نشان دهنده زمین های دارای پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی پراکنده است (۳۶).

شاخص Albedo

مطالعات بسیاری از پژوهشگران نشان داده است که سپیدایی (آلیدو) می تواند به عنوان شاخص فیزیکی مهم برای نشان دادن بیابانزایی باشد (۱۸). با توجه به این که این شاخص با ذرات سطحی خاک رابطه مستقیم دارد و هرچه اندازه ذرات خاک سطحی بزرگتر باشند میزان آلیدو و در نتیجه بیابانزایی بیشتر است (۱۴، ۳۰، ۳۱). مقدار این شاخص با استفاده از باندهای مربوطه و بر اساس رابطه (۲) محاسبه شد:

$$Albedo = 0.356BLUE + 0.13RED + 0.373NIR + 0.085SWIR1 + 0.072SWIR2 - 0.0018 \quad (2)$$

4 Scan Line Corrector
5 Wedge-Shaped

1 QUick Atmospheric Correction
2 In-Scene
3 Reflectance



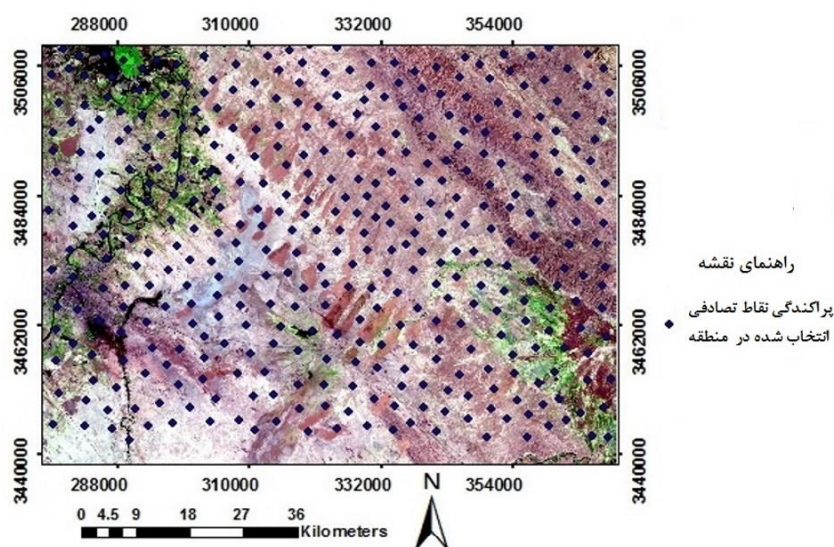
شکل ۳. روندنمای نمایش مراحل مختلف پژوهش

صورت کاملاً تصادفی روی تصاویر شاخص ها انتخاب شد (شکل ۴)، سپس ارزش تک تک پیکسل های انتخابی برای هر دو شاخص TGSi و سپیدایی استخراج شد. در مرحله بعد نمودار ارزش های طیفی هر دو شاخص رسم و تجزیه رگرسیون انجام شد. مقدار همبستگی مقادیر شاخص ها در سال ۱۳۹۷ توسط رابطه (۳) محاسبه شد:

در این رابطه BLUE و RED به ترتیب باندهای آبی و قرمز طیف مرئی و SWIR باندهای مادون قرمز با طول موج کوتاه می باشند. (۳۰)

محاسبات کمی فضای ویژگی Albedo-TGSi

برای بررسی رابطه بین متغیرها و ساخت مدل فضای ویژگی، ابتدا ۴۱۱ نقطه بر اساس تعداد کل پیکسل ها به



شکل ۴. پراکنش نقاط تصادفی انتخاب شده در منطقه مورد بررسی

همچنین محل تغییرات عمودی توسط تابع چند جمله‌ای ساده خطی (رابطه ۴) تعیین شد (۲۱)

$$r = \frac{n \sum(xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum(x^2) - (\sum x)^2][n \sum(y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (3)$$

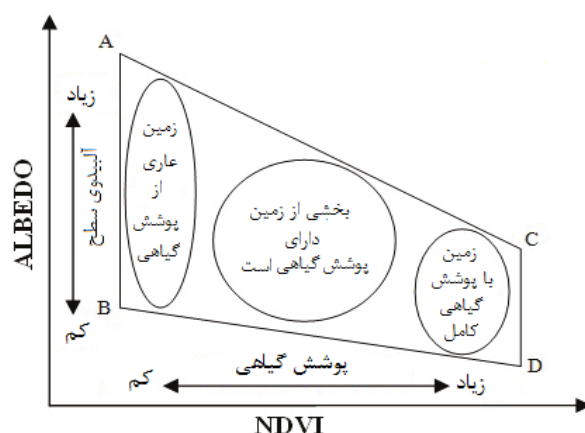
$$DDI = \alpha \cdot TGSi - Albedo \quad (4)$$

در این رابطه n تعداد متغیرها، x متغیر مستقل TGSi و y متغیر وابسته سپیدایی می باشد.

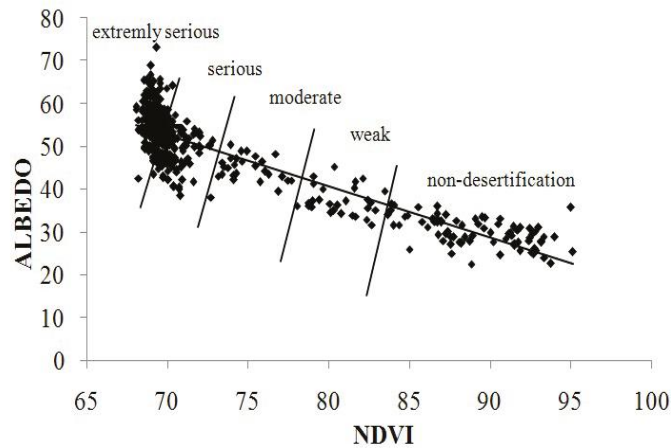
در این رابطه DDI درجات مختلف بیابان‌زایی و α شیب خط عمود بر خط برازش داده شده بر فضای ویژگی می باشد. بر اساس پژوهش‌های متعدد انجام شده (۲۱، ۳۵، ۳۶) مقادیر DDI با کاربرد روش طبقه‌بندی شکست طبیعی جنکر^۱ به ۵ طبقه مختلف خیلی شدید، شدید، متوسط، کم و بدون بیابان‌زایی تقسیم‌بندی شد (شکل ۶).

محاسبه شاخص درجات بیابان‌زایی DDI

شاخص درجه بیابان‌زایی براساس نظر پینتی و ورستریت در سال ۱۹۹۶ محاسبه شد (۲۹). طبق این نظریه، جداسازی انواع طبقه مختلف بیابان‌زایی می‌تواند به طور موثری به وسیله تقسیم‌بندی فضای ویژگی NDVI-Albedo در جهت عمود بر روند تغییرات بیابان‌زایی انجام شود (شکل ۵).



شکل ۵. فضای ویژگی NDVI-Albedo خط AC از چهار ضلعی نشان دهنده بیشینه مقدار سپیدایی که منعکس کننده اراضی کاملاً خشک و خط BD حداقل مقدار متعلق به شرایط سطح آب است (۳۰)



شکل ۶. طبقه بندی شاخص بیابان زایی DDI به ۵ درجه ی مختلف بیابان زایی در فضای ویژگی NDVI-Albedo (۱۹)

بیابان زایی که درصد بیشتری از مساحت منطقه را تشکیل داده اند تعداد نمونه های بیشتری تعلق گرفت. تعداد این نقاط برای طبقات شدید: ۶۵، زیاد: ۵۲، متوسط: ۳۵، کم: ۱۷ و بدون بیابان زایی: ۵ پیکسل تعیین شد. سپس نقاط با کمک نقشه های موضوعی تفسیر شد. به این صورت پیکسل هایی که کاملاً خاک لخت و بدون پوشش گیاهی بود به عنوان طبقه بیابان زایی شدید، پیکسل هایی که بخش وسیعی از خاک، لخت و دارای پوشش بسیار پراکنده بود، طبقه بیابان زایی زیاد، پیکسل هایی که مقدار پوشش از طبقه قبلی بیشتر و خاک کمتری در معرض بود بیابان زایی متوسط، پیکسل هایی که در آن پوشش گیاهی متراکم بود به عنوان طبقه بیابان زایی کم و رودخانه کارون و اراضی فاریاب اطراف آن به عنوان طبقه بدون بیابان زایی در نظر گرفته شد، سپس این پیکسل ها با طبقه ای که در آن قرار گرفته بودند مقایسه شد و به این ترتیب، با تشکیل ماتریس خطا، صحت طبقه بندی با استفاده از صحت کلی^۱ (رابطه ۵) و ضریب کاپا^۲ (رابطه ۶) تعیین گردید. تجزیه و تحلیل کاپا روش مورد استفاده مشهور چند متغیره برای ارزیابی صحت است. این ضریب برای هر ماتریس به کمک عناصر قطری و حاشیه ای محاسبه شده و نشان دهنده آن است که طبقه بندی چقدر با داده های واقعی توافق دارد. میزان کلی توافق برای هر ماتریس، بر پایه تفاوت بین توافق عملی طبقه بندی و توافق شانسی محاسبه می گردد. بنابراین ضریب کاپا نشان دهنده توافق صحت کلی با حالت موجود در طبیعت است (۲۱).

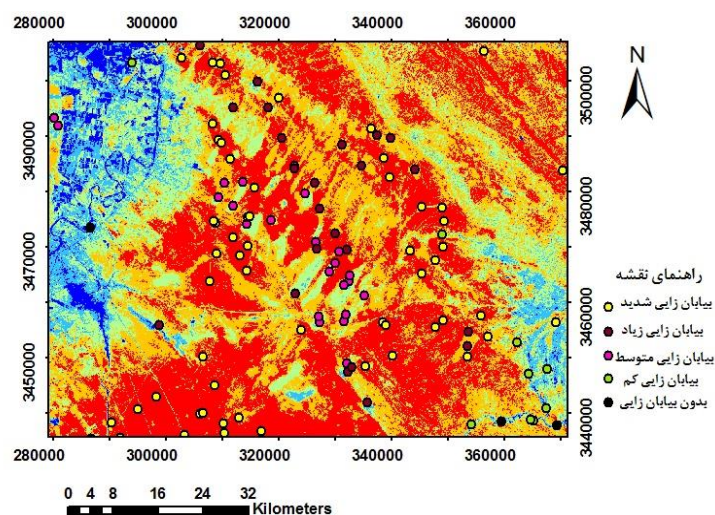
این نوع طبقه بندی بر اساس توزیع نرمال داده ها صورت گرفت و نقاط عطف داده ها مرز بین طبقات را مشخص نمود. در این روش پس از تعیین تعداد طبقه ها، نرم افزار با خوارزمیک محاسباتی، سعی در حداقل رساندن اختلاف بین داده ها در هر طبقه و به حداکثر رساندن اختلاف بین طبقه ها دارد. بدین ترتیب و بر اساس آنچه گفته شد روند فوق الذکر در مورد شاخص TGSi و آلبیدو مورد استفاده واقع شد و پس از ترسیم فضای ویژگی اطلاعات بیابان زایی از آن استخراج شد و مقدارهای شکست کمینه و بیشینه تخصیص داده شده برای هر طبقه مشخص شد.

تهیه نقشه بیابان زایی منطقه

با مشخص شدن مقدار کمینه و بیشینه شاخص DDI برای هر طبقه بیابان زایی، طبقه بندی شکست طبیعی برای کل منطقه اعمال شد و مقادیر حدی مشخص شده برای هر طبقه به نرم افزار معرفی شد و به این ترتیب نقشه وضعیت بیابان زایی کل منطقه مطالعاتی تولید شد (شکل ۶).

بررسی صحت نقشه بیابان زایی

برای ارزیابی صحت طبقه بندی از ماتریس خطا استفاده شد. برای ارزیابی صحت طبقه بندی انجام شده، تعداد ۱۷۴ پیکسل به عنوان واقعیت زمینی در حد امکان به طور یکنواخت از منطقه مطالعاتی انتخاب شد (شکل ۷). فرایند انتخاب نقاط با توجه به نسبت درصد پوشش طبقات در منطقه صورت پذیرفت. به این ترتیب که به طبقاتی از



شکل ۷. پراکنش نقاط کنترل زمینی جهت ارزیابی صحت نقشه

■ نتایج

محاسبه تصاویر شاخص‌های TGSi و Albedo

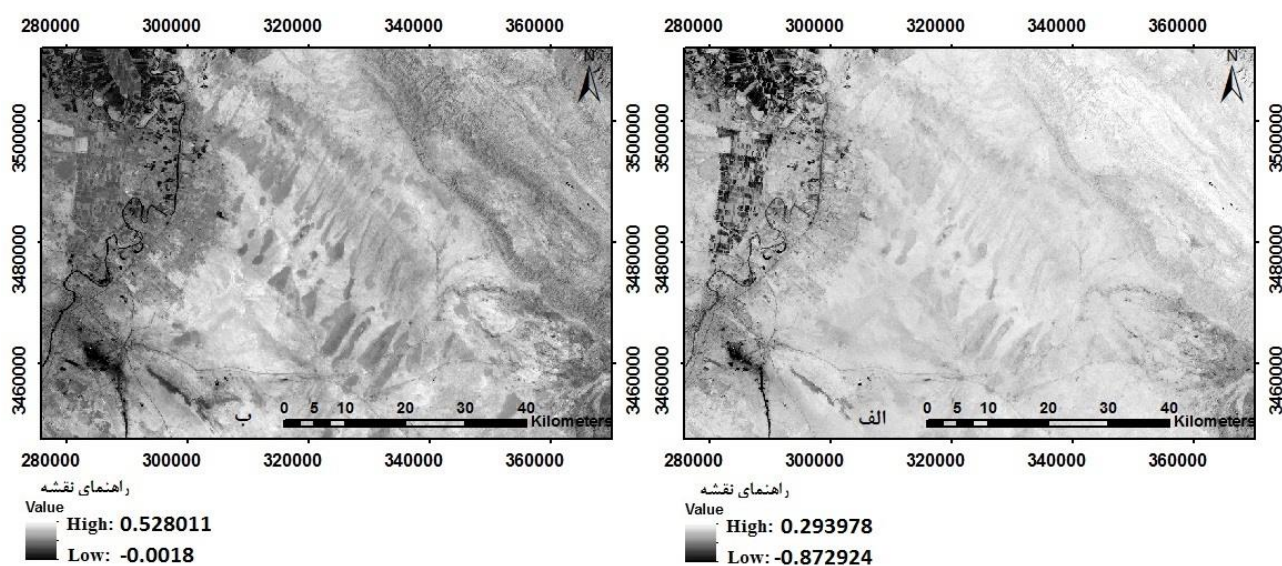
بر اساس رابطه اعمال شده بر روی پیکسل‌های تصویر، شاخص‌های مورد نظر طبق شکل ۸ محاسبه شدند. بررسی مقادیر استخراج شده نقاط تصادفی از تصویر شاخص TGSi، نشان داد تنها ۱۳ نقطه از ۴۱۱ نقطه دارای مقادیر منفی بودند که نشان دهنده پوشش فقیر در منطقه بود. آماره‌های توصیفی نقاط در جدول (۲) نشان داده شده است.

$$OA = 1/n \sum_{i=1}^m P_{ii} \quad (5)$$

در این رابطه n تعداد کل نمونه‌ها در تمام طبقات، m تعداد کل طبقات و P_{ii} عناصر قطر اصلی می‌باشند.

$$K = \frac{N - \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \quad (6)$$

در این رابطه N تعداد کل پیکسل‌های واقعیت زمینی، r تعداد ردیف‌های جدول خطا، X_{ii} تعداد مشاهدات روی قطر بزرگ، X_{i+} مشاهدات در ردیف i و X_{+i} کل مشاهدات در ستون i است.



شکل ۸. تصاویر مربوط به شاخص‌های محاسبه شده (الف) TGSi و (ب) Albedo

جدول ۲. آماره های توصیفی نقاط تصادفی.

شاخص	حداکثر	حداقل	میانگین	دامنه	میانه	مد	انحراف معیار
TGSi	۰/۲۱۸	-۰/۱۰۹	۰/۱۲۹	۰/۳۲۷	۰/۱۴۱	۰/۱۵۳	۰/۰۴۵
Albedo	۰/۴۰۷	۰/۱۱۹	۰/۳۱۷	۰/۲۸۷	۰/۳۲۲	۰/۱۱۹	۰/۰۵۰

ساخت و ایجاد مدل فضای ویژگی و استخراج رابطه بیابانزایی

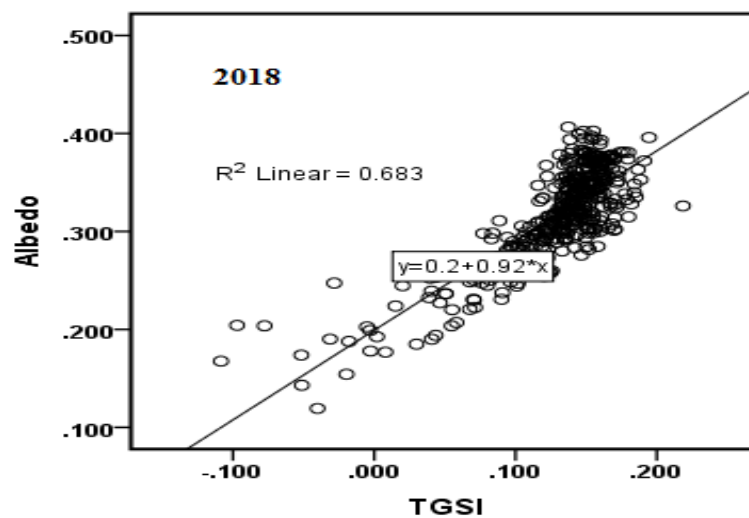
همانطور که در شکل نشان داده شده (شکل ۹) و در پژوهش های قبلی هم مشخص شد متغیر سپیدایی رابطه مستقیم و مثبت با متغیر TGSi دارد (۱۴، ۳۰، ۳۱). بر اساس تجزیه رگرسیون انجام شده بر روی داده ها، مقدار همبستگی این دو شاخص با یکدیگر که برابر ۰/۸۳ بود به دست آمد (جدول ۳). در بررسی های ذکر شده قبل نیز این مقدار بیشتر از ۰/۷۷ تخمین زده شده و مقدار ۰/۹۲ نیز به دست آمده است. همبستگی قوی و معنادار متغیرها نشان داد که شاخص اندازه ذرات سطحی خاک را می توان به عنوان شاخصی مناسب برای ارزیابی بیابانزایی به کار برد.

رابطه بین دو متغیر طبق رابطه ۷ به دست آمد:

$$Albedo = 0.199 + 0.915 TGSi \quad (7)$$

همچنین معادله رابطه بیابانزایی در سال ۱۳۹۷ بر اساس رابطه ۴ و شیب خط برازش داده شده به دست آمد (رابطه ۸). در پایان با استفاده از معادله به دست آمده، مقادیر درجه بیابانزایی برای هر پیکسل حاصل شد و تصویر شاخص درجه بیابانزایی به دست آمد (شکل ۱۰):

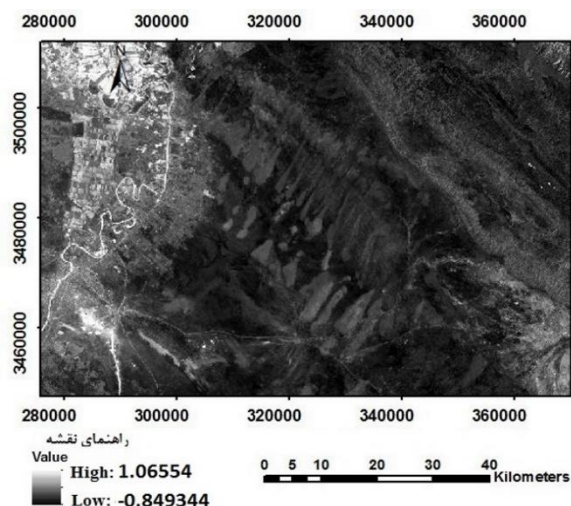
$$DDI = -1.093 TGSi - Albedo \quad (8)$$



شکل ۹. مدل فضای ویژگی Albedo-TGSi

جدول ۳. پارامترهای مربوط به مدل فضای ویژگی Albedo-TGSi

متغیرها	r	شیب خط برازش شده	Sig.
TGSi-Albedo	۰/۸۲۶	$\alpha = ۰/۹۱۵$	۰/۰۰



شکل ۱۰. تصویر شاخص درجات بیابان زایی DDI سال ۱۳۹۷.

طبقه‌بندی شاخص DDI

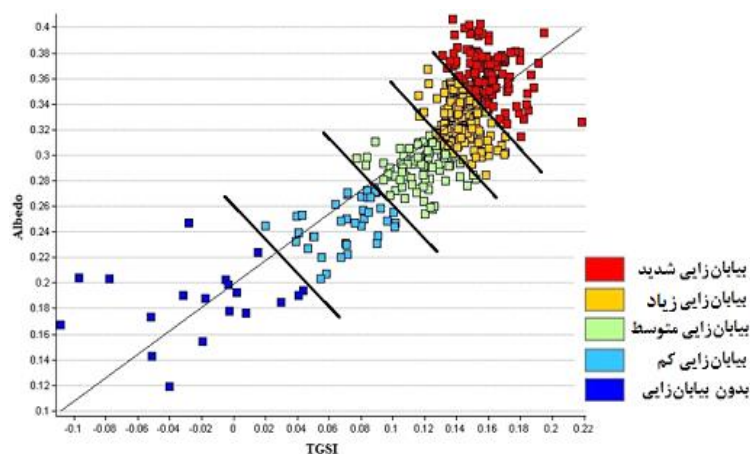
مقادیر حدی و نقاط شکست مقادیر، برای درجه‌های مختلف DDI، پس از اعمال طبقه‌بندی شکست طبیعی جنکز بر نقاط تصادفی در جدول ۴ آورده شده‌است. این مقادیر نشان می‌دهند که هر پیکسل، به کدامیک از طبقه‌های بیابان‌زایی تعلق گرفته است (شکل ۱۱).

تهیه نقشه بیابان‌زایی منطقه

پس از به‌دست آوردن مقادیرهای حدی شکست برای هر کدام از درجه‌های بیابان‌زایی، این مقادیر به عنوان مقدار حدی و شکست برای طبقه‌بندی منطقه به روش شکست طبیعی، اعمال شد و در پایان نقشه وضعیت بیابان‌زایی منطقه در سال ۱۳۹۷ به دست آمد (شکل ۱۲).

جدول ۴. حدود شاخص بیابان‌زایی DDI برای هر طبقه

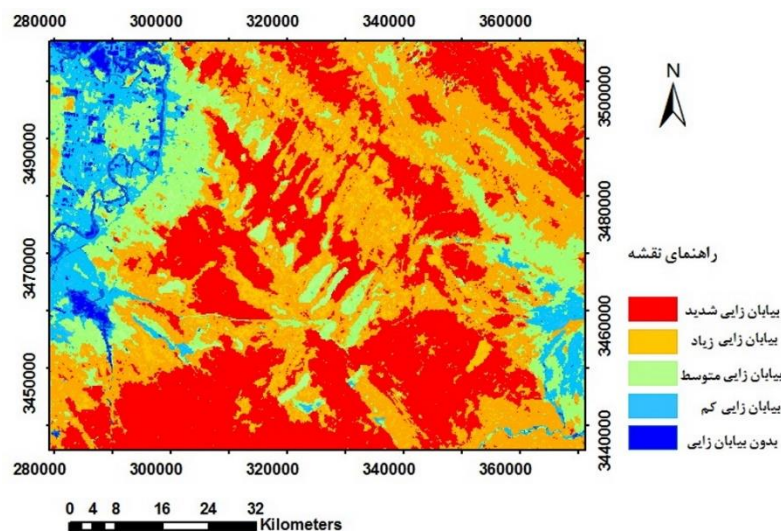
درجات بیابان‌زایی DDI	مقادیر حدی	نقاط شکست
بیابان‌زایی شدید	$-0.511028 \sim -0.608502$	-0.511028
بیابان‌زایی زیاد	$-0.451824 \sim -0.511028$	-0.451824
بیابان‌زایی متوسط	$-0.375214 \sim -0.451824$	-0.375214
بیابان‌زایی کم	$-0.263499 \sim -0.375214$	-0.263499
بدون بیابان‌زایی	$-0.048964 \sim -0.263499$	-0.048964



شکل ۱۱. گراف نحوه طبقه‌بندی درجات مختلف بیابان‌زایی سال ۱۳۹۷

جدول ۵. دامنه مقادیر درجه بیابان‌زایی برای هر طبقه و اطلاعات استخراج شده از طبقه‌بندی

طبقه بیابان‌زایی DDI	مساحت هر طبقه %	مساحت هر طبقه Km ²	دامنه مقادیر درجه بیابان‌زایی هر طبقه
بیابان‌زایی شدید	۳۶/۱۵	۲۷۵۹/۹	-۰/۸۴۹۳۴۴ ~ -۰/۵۱۱۰۲۸
بیابان‌زایی زیاد	۳۳/۲۵	۲۵۳۹/۰	-۰/۵۱۱۰۲۸ ~ -۰/۴۵۱۸۲۴
بیابان‌زایی متوسط	۱۸/۲۵	۱۳۹۳/۲	-۰/۴۵۱۸۲۴ ~ -۰/۳۷۵۲۱۴
بیابان‌زایی کم	۸/۲۹	۶۳۲/۸	-۰/۳۷۵۲۱۴ ~ -۰/۲۶۳۴۹۹
بدون بیابان‌زایی	۴/۰۶	۳۱۰/۱	-۰/۲۶۳۴۹۹ ~ ۱/۰۶۵۵۴
کل	۱۰۰	۷۶۳۵/۳	



شکل ۱۲. نقشه درجات وضعیت بیابان‌زایی سال ۱۳۹۷

منطقه به صورت جدول ۶ تعیین شد.

بررسی صحت نقشه

برای بررسی صحت نقشه به دست آمده، جدول ماتریس خطا تنظیم شد (جدول ۷). بر اساس این جدول صحت کلی نقشه و ضریب کاپا به ترتیب برابر ۹۴/۲۵٪ و ۹۲/۰۵٪ تعیین شد که نشان دهنده دقت بالای طبقه‌بندی بود.

طبق نقشه حاصل شده (شکل ۱۲) و (جدول ۵)،

۳۶/۱۵٪ منطقه دچار وضعیت بیابان‌زایی شدید و ۳۳/۲۵٪ منطقه دچار وضعیت بیابان‌زایی زیاد بود که در مجموع ۶۹/۴٪ مساحت منطقه را تشکیل می‌دهند و تنها ۴٪ منطقه در طبقه بدون بیابان‌زایی قرار گرفت. این ارقام نشان می‌دهند که به طور کلی منطقه از نظر بیابان‌زایی در وضعیت وخیمی به سر می‌برد. در پایان دامنه مقادیر شاخص بیابان‌زایی برای

جدول ۶. دامنه شاخص بیابان‌زایی

دامنه شاخص DDI برای هر طبقه	طبقه بیابان‌زایی DDI
< -۰/۵۱	بیابان‌زایی شدید
-۰/۵۱ ~ -۰/۴۵	بیابان‌زایی زیاد
-۰/۴۵ ~ -۰/۳۸	بیابان‌زایی متوسط
-۰/۳۸ ~ -۰/۲۶	بیابان‌زایی کم
> -۰/۲۶	بدون بیابان‌زایی

جهت کاربرد در مدل کمی فضای ویژگی در مقابل شاخص آلبیدو، توجه به پوشش منطقه اهمیت زیادی دارد. به طوریکه از نتایج تحقیقات محققان قبل می توان دریافت که چنانچه درصد پوشش گیاهی در منطقه زیاد باشد شاخص های مرتبط با پوشش گیاهی و چنانچه منطقه خالی از پوشش باشد شاخص های مرتبط با سطح خاک، قابلیت بالاتری در ارزیابی وضعیت تخریب و بیابان زایی سطح زمین دارند (۳۰، ۳۱). همچنین برخی پژوهش ها برای مناطقی که ترکیبی از پوشش گیاهی و خاک لخت می باشند، شاخصی مانند MSAVI را به کار برده اند. به عنوان مثال در پژوهشی که در چین انجام گرفت شاخص مزبور برای مناطق نیمه مرطوب و نیمه خشکی استفاده می شود که کاربری زمین عمدتاً به کشاورزی و چراگاه های مرتعی اختصاص دارد (۳۲). به نظر می رسد انتخاب این شاخص در ساخت مدل فضای ویژگی در این تحقیق به دلیل ماهیت شاخص مربوطه است که اثر خاک لخت سطحی بر پوشش گیاهی را خنثی می کند و نتایج حاصل شده در تحقیق نیز موید همین امر است. بنابراین چنانچه انتخاب شاخص به درستی صورت بگیرد می توان گفت مدل فضای ویژگی یک روش ساده، سریع، کم هزینه، قابل اعتماد و تکرار پذیر برای ارزیابی وضعیت بیابان زایی و پایش آن است.

بررسی نقشه طبقه بندی و مقایسه آن با واقعیت زمینی نشان داد مناطقی که دچار وضعیت بیابان زایی شدید و زیاد هستند، غالباً مناطقی با کاربری مرتع کم تراکم و اراضی دیم هستند که با در نظر گرفتن عوامل بیابان زایی ذکر شده در خوزستان، می توان به چرای قرار گرفتن این اراضی در طبقه بیابان زایی شدید پی برد.

مقایسه صحت نقشه حاصل شده با بررسی های قبلی انجام شده که روش طبقه بندی جنکز را در فضای ویژگی شاخص های ویژگی اعمال کرده و در پایان برای تهیه نقشه نهایی استفاده کرده اند و به ترتیب صحت کلی برابر $0.88/0.27$ و $0.85/0.21$ و ضریب کاپای 0.8518 و 0.8235 را به دست آورده اند (۳۵، ۳۶) نشان می دهد روش به کار رفته روشی قوی، کم هزینه و سریع برای ارزیابی وضعیت بیابان زایی بود.

■ بحث و نتیجه گیری

سالیان متمادی است که شاخص پوشش گیاهی NDVI، به عنوان معیاری از تخریب و بیابان زایی در نظر گرفته می شود، اما به دلیل عاری بودن سطح خاک از پوشش گیاهی و در معرض بودن سطح خاک در مناطق خشک و بیابانی، استفاده از شاخص های مرتبط با ویژگی های خاک سطحی نظیر TGSI منطقی تر به نظر می رسد. لذا پژوهش حاضر با هدف ارزیابی شاخص مزبور، با کاربرد مدل فضای ویژگی Albedo-TGSI در تعیین وضعیت بیابان زایی انجام شد. معنی داری همبستگی بین شاخص های اندازه ذرات خاک سطحی و سپیدایی سطح خاک به مقدار 0.83 ، در پژوهش حاضر، و تولید نقشه طبقه های بیابان زایی با ۵ طبقه بیابان زایی شدید، زیاد، متوسط، کم و بدون بیابان زایی با صحت 0.92 نشان داد که شاخص TGSI می تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی بیابان زایی مناطق با پوشش گیاهی بسیار کم به کار رود. این در حالی است که پژوهش های قبلی نیز حاکی از مناسب بودن شاخص مزبور برای مناطقی با پوشش گیاهی بسیار کم، می باشد. آن چه مشخص است در انتخاب شاخص

جدول ۷. ماتریس خطا جهت بررسی صحت طبقه بندی

بدون بیابان زایی	بیابان زایی کم	بیابان زایی متوسط	بیابان زایی زیاد	بیابان زایی شدید	کل
۵	۰	۰	۰	۰	۵
۲	۱۴	۱	۰	۰	۱۷
۰	۱	۳۳	۱	۰	۳۵
۰	۰	۵	۴۷	۰	۵۲
۰	۰	۰	۰	۶۵	۶۵
۷	۱۵	۳۹	۴۸	۶۵	۱۷۴

پوشیده از درختچه‌زار و بیشه‌زار هستند. وجود طبقه بدون بیابان‌زایی در نتایج، که دارای کمترین مقدار بازتابش در ارتباط با شاخص اندازه ذرات سطحی خاک بود، ناشی از وجود منابع رطوبتی شامل رودخانه کارون، اراضی کشاورزی فاریاب و مزارع پرورش ماهی می‌باشد. این نتایج نشان داد که شاخص مزبور به طور موفقیت‌آمیزی طبقه‌های مختلف بیابان‌زایی را جدا کند. مناطق طبقه‌بندی محدوده مورد مطالعه نشان داد، ۷۰٪ مساحت محدوده، در دو وضعیت بیابان‌زایی شدید و زیاد قرار دارد. از این رو و با نظر گرفتن مناطقی که در طبقه بدون بیابان‌زایی قرار گرفته‌اند می‌توان نتیجه گرفت منطقه از نظر وضعیت بیابان‌زایی در وضعیت نامناسبی به سر می‌برد. افزایش محسوس وقوع توفان‌های گرد و غبار در استان خوزستان، طی سال‌های اخیر، تأیید کننده نتیجه مزبور می‌باشد.

کانون‌های گردوغبار شماره ۳ و ۴ در استان خوزستان که محل برداشت و منشا گرد و غبار سال‌های اخیر در خوزستان هستند در شرق و جنوب شرق اهواز قرار دارند. به عبارت دیگر، کانون شماره ۳، در بخش غربی محدوده مورد مطالعه و کانون شماره ۴ نیز در قسمت جنوب و جنوب غرب محدوده مورد مطالعه است. این کانون‌ها در نقشه طبقه‌بندی، در طبقه بیابان‌زایی شدید قرار گرفته‌اند. با توجه به این که در این اراضی، ذرات کوچک برداشت شده و ذرات بزرگ‌تر به جای مانده‌اند. قرار گرفتن این کانون‌ها در طبقه بیابان‌زایی شدید، نشان می‌دهد شاخص TGSi در ارزیابی بیابان‌زایی این مناطق به درستی عمل کرده است. همچنین مناطقی که در طبقه بیابان‌زایی متوسط قرار گرفتند، از جمله تپه‌های ماسه‌ای موجود در منطقه، دارای درجاتی از پوشش گیاهی بودند. برخی پهنه‌های ماسه‌ای نیز در طبقه بیابان‌زایی کم قرار گرفتند که بررسی نقشه کاربری اراضی منطقه نشان داد این پهنه‌ها

■ References

1. Becerril-Pina, R., Díaz-Delgado, C., Mastachi-Loza, C. A., & González-Sosa, E. (2016). Integration of remote sensing techniques for monitoring desertification in Mexico. *Human and Ecological Risk Assessment*, 22 (6), 1323-1340.
2. Bernstein, L. S., Jin, X., Gregor, B., & Adler-Golden, S. M. (2012). Quick atmospheric correction code: algorithm description and recent upgrades. *Optical Engineering*, 51 (11), 111719.
3. Ci, L., & Yang, X. (2010). Desertification and Its Control in China. Beijing: Higher Education Press, Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
4. Dinarvand, M., Keneshloo, H., & Fayaz, M. (2018). Vegetation of dust sources in Khuzestan Province. *Iran Nature*, 3 (3), 32-42. (in Farsi)
5. Ekhtesasi, M. R., & Sepehr, A. (2011). Methods and models of desertification assessment and mapping. Yazd: University of Yazd. (in Farsi)
6. Emadodin, I., Reinsch, T., & Taube, F. (2019). Drought and Desertification in Iran. *Hydrology*, 6 (3), 66.
7. Eswaran, H., Lal, R., & Reich, P. F. (2001). Land Degradation: an Overview: Response to Land Degradation. 2nd International Conference on Land Degradation, Khon Kaen, Thailand.
8. Heidarian, P., Joudaki, M., Darvishi Khatoni, J., & Shahbazi, R. (2015). Recognized Dust Sources in Khuzestan Province: Ministry of Industry, Mine and Trade Geological Survey of Iran South West Regional Center.
9. <https://iran.un.org/en/126928-soil-solution>
10. <http://khzmet.ir/image/climakh.pdf>.
11. <https://www.harrisgeospatial.com/Software-Technology/ENVI5.3>.

12. https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-7-enhanced-thematic-mapper-plus-etm?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.
13. <https://yceo.yale.edu/how-fill-gaps-landsat-etm-images>. (Available on January 2021).
14. Lamchin, M., Lee, J. Y., Lee, W. K., Lee, E. J., kim, M., Lim, C. H., Choi, H. A. & Kim. S. R. (2016). Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia. *Advances in Space Research*, 57 (1), 64-77.
15. Lamchin, M., Lee, W. K., Jeon, S. W., Lee, J. Y., Song, C., Piao, D., Lim, C. H., Khaulenbek, A., & Navaandorj. I. (2017). Correlation between Desertification and Environmental Variables Using Remote Sensing Techniques in Hogno Khaan, Mongolia. *Sustainability*, 9 (4), 581.
16. Lamqadem, A. A., Saber, H., & Pradhan. B. (2018). Quantitative Assessment of Desertification in an Arid Oasis Using Remote Sensing Data and Spectral Index Techniques. *Remote Sensing*, 10 (12), 01-18.
17. Leu. J. (1977), Visible and near-infrared reflectance of beach sands: a study on the spectral reflectance/grain size relationship. *Remote Sensing of Environment*, 6 (3), 169-182.
18. Liang. S. (2001). Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I Algorithms. *Remote Sensing of Environment*, 76 (2), 213-238.
19. Ma, Z., Xie, Y., Jiao, J., li, L., & Wang. X. (2011). The Construction and Application of an Albedo-NDVI Based Desertification Monitoring Model. *Procedia Environmental Sciences*, 10 (Part C), 2029-2035.
20. Manjur Gebru, K., Lee, W. K., Khamzina, A., Wang, S. W., Cha, S., Song, c., & Lamchin. M. (2021). Spatiotemporal multi-index analysis of desertification in dry Afromontane forests of northern Ethiopia. *Environment, Development and Sustainability*, 3 (21), 23-50.
21. Mazaheri, H., Nowrouzi, A. A., & Fatahi. M. M. (2008). Evaluating the accuracy of the vegetation indices method in preparing the land use map. Fourth National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Watershed Management, Karaj, Iran. 1-8. (in Farsi)
22. Mirzabaev, A., J. Wu, J. Evans, F. García-Oliva, I.A.G. Hussein, M.H. Iqbal, J. Kimutai, T. Knowles, F. Meza, D. Nedjraoui, F. Tena, M. Türkeş, R.J. Vázquez, M. Weltz, (2019): Desertification. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)].
23. Pan, J., & Li. T. (2013). Extracting desertification from Landsat TM imagery based on spectral mixture analysis and Albedo-Vegetation feature space. *Natural Hazards*, 68 (2), 915-927.
24. Payandeh, Kh., Khashei, M., & Sabz Alipour. S. (2018). Investigating the causes of microtubules in Khuzestan province and its factors. The First International Conference and the Third National Conference on Sustainable Management of Soil and The Environment Resources, Kerman, Iran.
25. Salisbury, J. W., & D'Aria. D. M. (1992). Infrared (8-14 um) remote sensing of soil particle size. *Remote Sensing of Environment*, 42 (2), 157-165.
26. United State Geological Survey, <https://earthexplorer.usgs.gov/>. (Available on January 2020).
27. UNNCD. (1994). Convention to Combat Desertification. United Nations, Bonn, Germany.

28. UNCCD. (2008). Statement by Mr. Luc Gnacadja Executive Secretary United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) On the occasion of the Opening of the International Conference on Combating Desertification, Beijing, China.
29. Verstraete, M. M., & Pinty, B. (1996). Designing Optimal Spectral Indexes for Remote Sensing Applications, *Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 34 (5), 1254-1265.
30. Wei, H., Wang, J., Cheng, K., Li, G., Ochir, A., Davaasuren, D., & Chonokhuu, S. (2018). Desertification Information Extraction Based on Feature Space Combinations on the Mongolian Plateau. *Remote Sensing*, 10 (10), 1614.
31. Wei, H., Wang, J., & Han, B. (2020). Desertification Information Extraction Along the China–Mongolia Railway Supported by Multisource Feature Space and Geographical Zoning Modeling. Feature Space and Geographical Zoning Modeling. *Selected Topic in Applied Earth Observation and Remote Sensing*, 13, 392- 402.
32. Wen, Y., Guo, B., Zang, W., Ge, D., Luo, W., & Zhao, H. (2020). Desertification detection model in Naiman Banner based on the albedo-modified soil adjusted vegetation index feature space using the Landsat 8 OLI images. *Geomatics. Natural Hazards and Risk*, 11 (1), 544-558.
33. Williams, A. T., Wiltshire, R. J., & Thomas, M. C. (1998). Sand grain analysis: image processing, textural algorithms and neural nets. *Computers and Geosciences*, 24 (2), 111–118.
34. Wu, Z., Lei, S., Bian, Z., Huang, J., & Zhang, Y. (2019). Study of the desertification index based on the albedo-MSAVI feature space for semi-arid steppe region. *Environmental Earth Sciences*, 78 (6), 232.
35. Xiao, J., Shen, Y., Tateishi, R., & Bayaer, W. (2005). Detection of land desertification and topsoil grain size using remote sensing. Geoscience and Remote Sensing Symposium, Seoul, Korea (South). 198-201.
36. Xiao, J., Shen, Y., Tateishi, R., & Bayaer, W. (2006). Development of topsoil grain size index for monitoring desertification in arid land using remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 27 (12), 2411-2422.
37. Zehtabian, G. R., Khosravi, H., & Masoudi, R. (2016). Models of Desertification Assessment (Criteria and indices). Tehran: Tehran University. (in Farsi)

Study of Factors Influencing on Rural Participation in Desertification Projects (Case Study: Mohammad Shahkaram area in the town of Zahak)

A. Khaksefidi ^{1*}, B. Sahebzadeh ², Z. Nosratpanah ³

1. Lecturer Department of Range and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Iran.
2. Assistance Professor of Range and Watershed Management Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Iran.
3. M.Sc of Desertification, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Iran.

* Corresponding Author: A.khaksafidi@uoz.ac.ir

Received date: 27/08/2021

Accepted date: 01/12/2021

 [10.22034/JDMAL.2021.537618.1347](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.537618.1347)

Abstract

Community participation in desertification projects lowers costs and makes projects more effective. Through strategic policies for the restoration, conservation and sustainability of natural resources, the government is implementing programs, and individual, cultural, social and economic factors play an effective role in increasing the participation of villagers in desertification projects. The objective of this study was to study and prioritise factors affecting the participation of villagers in Mohammad Shahkaram area of Zahak city, where desertification projects have been implemented in its northern zone. Data collection tool is a questionnaire. According to Cochran's formula, the number of samples required was 358 questionnaires and for questionnaire reliability, 30 questionnaires for the sample were tested in advance. The analysis of the data was based on descriptive statistics and inferential analysis. Results of the AHP method and multivariate regression analysis showed that the independent entered variables can predict 57% of the variables related to the village participation in desertification projects. Among the variables studied, age and work experience of individual factors with a Pearson coefficient of 0.216 and local responsibility from social factors have the highest correlation with participation rate. Maintaining desertification projects in the region puts in the first rank, and sociocultural index factors have a higher priority than variables dependent on participation in desertification projects than economic index and planning.

Keywords: Desertification; Community Participation; Drought; Natural Resources





شناسایی و اولویت‌بندی عامل‌های مؤثر بر مشارکت جوامع روستایی در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی (مطالعه موردی: منطقه محمدشاهکرم شهرستان زهک استان سیستان و بلوچستان)

عباس خاک‌سفیدی^{۱*}، بهزاد صاحب‌زاده^۲، زهرا نصرت‌پناه^۳

۱. مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، ایران.

۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، ایران.

۳. کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، ایران.

* نویسنده مسئول: A.khaksafidi@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۰

doi [10.22034/JDMAL.2021.537618.1347](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.537618.1347)

چکیده

مشارکت مردم در طرح‌های بیابان‌زدایی، موجب کاهش هزینه‌ها و اجرای موثرتر آن‌ها می‌شود. دولت با اتخاذ سیاست‌های راهبردی در احیا، نگهداری و پایداری منابع طبیعی برنامه‌هایی را به اجرا می‌گذارد و عوامل فردی، فرهنگی اجتماعی و اقتصادی نقش موثری بر مشارکت بیشتر روستاییان در طرح‌های بیابان‌زدایی دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مشارکت روستاییان در طرح‌های بیابان‌زدایی منطقه محمدشاهکرم شهرستان زهک با روش پرسشنامه انجام شد. برپایه رابطه کوکران تعداد ۳۵۸ نمونه برای پرسشنامه برآورد شد. برای تعیین پایایی، ۳۰ پرسشنامه برای نمونه پیش‌آزمون در نظر گرفته شد و مقدار عدد ضریب آلفای کرونباخ برای شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی - فرهنگی و برنامه‌ریزی به ترتیب ۰/۷۰، ۰/۸۷ و ۰/۸۸ محاسبه شد. واکاوی داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و تحلیل‌های استنباطی انجام شد. یافته‌های حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل رگرسیون چند متغیره نشان داد که متغیرهای مستقل، قابلیت پیش‌بینی ۵۷٪ از تغییرات متغیر مشارکت روستاییان در طرح‌های بیابان‌زدایی را دارد. از بین متغیرهای مورد بررسی، متغیرهای سن و سابقه شغلی از عامل فردی با ضریب همبستگی پیرسون ۰/۲۲ و مسئولیت محلی از عامل اجتماعی، بیشترین مقدار همبستگی را با مشارکت دارند. عامل حفظ و پایداری طرح‌های بیابان‌زدایی انجام شده در منطقه در رتبه اول و عوامل شاخص اجتماعی فرهنگی بر متغیرهای وابسته مشارکت در طرح‌های بیابان‌زدایی نسبت به شاخص اقتصادی و برنامه‌ریزی در اولویت بیشتری قرار دارد.

واژگان کلیدی: بیابان‌زایی؛ خشکسالی؛ مشارکت مردمی؛ منابع طبیعی



■ مقدمه

بیابان‌زایی بعد از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین به عنوان سومین چالش مهم جامعه جهانی در قرن ۲۱ محسوب می‌گردد به طوری که بر اساس گزارشات سازمان‌های بین‌المللی یک ششم جمعیت، سه چهارم اراضی خشک و یک سوم خشکی‌های جهان به مساحت 5×10^9 ha در ۱۱۰ کشور جهان در معرض پدیده بیابان‌زایی است (۵). عامل‌های مؤثر بر بیابان‌زایی را به دو دسته طبیعی: وجود سازندهای شور و حساس به فرسایش، باد، سیل و دیگر بلایای طبیعی و عامل انسانی مانند گسترش شهرها و روستاها، بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی، چرای بیش از حد دام، تغییر غیر اصولی کاربری اراضی جنگلی و مرتعی و سایر فعالیت‌های انسان ساخت تقسیم می‌کنند (۲۳). موضوع بیابان‌زایی در ایران معلول عوامل متعددی است که با توجه به شرایط ویژه هر منطقه از جمله ویژگی‌های طبیعی و ساختار اجتماعی و فرهنگی که رفتار و عملکرد خود را در شیوه‌های بهره‌برداری از منابع آب و خاک بر جای می‌گذارند، به وجود آمده است در سالهای اخیر، دولتها با اتخاذ سیاست‌های راهبردی جهت درگیر ساختن مردم و مشارکت هرچه بیشتر آنان و اتخاذ برنامه‌های درازمدت نسبت به احیا، نگهداری و پایداری منابع طبیعی، برنامه‌هایی را به مورد اجرا گذارده‌اند و از آنجا که اصولاً بهره‌برداران اراضی، مردم محلی و کشاورزان هستند نقش حائز اهمیتی را در حفظ منابع طبیعی و زیست محیطی دارند و لازم است به مشارکت آنان به عنوان راه حلی جایگزین، توجه لازم شود. از این رو عامل‌های فردی، فرهنگی اجتماعی و اقتصادی نقش مؤثری بر مشارکت هر چه بیشتر روستاییان در فعالیت‌های بیابان‌زدایی را در بر خواهد داشت (۲۰). شناخت و بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش افراد در فعالیت‌ها و طرح‌های بیابان‌زدایی سبب شناخت آن دسته از عامل‌هایی می‌شود که موجب افزایش انگیزه افراد برای شرکت در انجام پروژه‌های بیابان‌زدایی می‌گردد و از این طریق می‌توان به اهدافی همچون مهار بیابان و بیابان‌زدایی و بهبود اوضاع اقتصادی و اجتماعی روستاییان دست پیدا کرد (۳).

پژوهش‌هایی در منطقه‌های مختلف در زمینه عامل‌های مؤثر بر مشارکت روستاییان انجام شده‌است که به منظور بررسی پیوند پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی به مواردی اشاره می‌گردد:

نتایج پژوهش بررسی عامل‌های مؤثر در مشارکت کشاورزان در برنامه‌های مدیریت جنگل و بیابان نشان داد که بین درآمد فرد، علاقه به حفظ منابع طبیعی، شرکت در دوره‌های آموزشی، تأمین نهاده‌های مورد نیاز با میزان مشارکت در بیابان‌زدایی رابطه مثبت اما بین تعداد اعضای خانوار با میزان مشارکت رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد (۶). عامل‌های مؤثر بر مشارکت بهره‌برداران در طرح‌های مرتعداری و آبخیزداری در منطقه‌ی کچیک واقع در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت که بین سن و درآمد با میزان مشارکت بهره‌برداران رابطه معنی‌داری وجود دارد اما بین سطح سواد، شناخت از پروژه‌ها و مالکیت و تمایل به مشارکت، رابطه معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (۱۱). نتایج پژوهش بررسی نقش مشارکت‌های مردمی در طرح‌های آبخیزداری و حوزه‌های آبخیز در منطقه زابل، نشان داد که کاهش هزینه در گردآوری داده‌ها، تعیین راهکارهای واقعی‌تر، تدوین قوانین اثربخش‌تر، هماهنگی و انسجام بیشتر افراد جامعه‌ی روستایی و اعمال بهتر قوانین را از مزایای مشارکت افراد محلی در طرح‌ها است (۱۴). در پژوهشی در منطقه جیرفت مشخص شد که علاوه بر سن و سطح اراضی، متغیرهای سطح تحصیلات، میزان رضایت‌مندی، انسجام اجتماعی، سطح پایگاه اقتصادی- اجتماعی، انگیزه پیشرفت، عضویت در نهادهای عمومی روستا، سطح استفاده از منابع اطلاعاتی، سابقه فعالیت کشاورزی، مقدار درآمد از طریق فعالیت‌های کشاورزی، سطح زیرکشت زمین کشاورزی و فعالیت شورای اسلامی روستا با مشارکت، همبستگی معنی‌داری نشان می‌دهند (۲۵).

عامل‌های مؤثر بر مشارکت مرتعداران در طرح‌های مرتعداری شهرستان تفرش بررسی و نتایج نشان می‌دهد که رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری بین متغیر میزان مشارکت در طرح‌های مرتعداری با متغیرهای رضایت و آگاهی از طرح، انگیزه‌ی مشارکت، بهره‌گیری از رسانه‌های جمعی،

درک نسبت به اثربخشی روش‌های ترویجی و تعداد واحد دامی تحت تملک وجود دارد (۸). عامل‌های مؤثر بر عدم مشارکت بهره‌برداران در طرح‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز برنجستانک سوادکوه بررسی و نتایج نشان می‌دهد که بین میزان شناخت بهره‌برداران و تمایل به مشارکت آنها رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. یعنی، هرچه شناخت بهره‌برداران نسبت به پروژه‌ها بیشتر شود، تمایل به مشارکت آنها در طرح‌های آبخیزداری بیشتر می‌شود (۲۸). عامل‌های مؤثر بر تمایل آبخیزنشینان به مشارکت در طرح‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز هزارخانی بررسی و نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی نشان می‌دهد که بین متغیر وابسته مشارکت عمومی آبخیزنشینان، با متغیرهای سطح تحصیلات، تعداد دام و مساحت زمین رابطه مثبت و معنی‌دار و با سن ذینفع رابطه معنی‌دار منفی وجود دارد و نتایج تجزیه و تحلیل مسیر نشان می‌دهد که مساحت زمین، تحصیلات، عامل‌های اقتصادی و تعداد دام به ترتیب بیشترین تأثیر و سن، عامل‌های اجتماعی و عامل‌های ارتباطی و منابع اطلاعاتی به ترتیب کمترین تأثیر را بر تمایل آبخیزنشینان به مشارکت داشتند (۷). ارزیابی اثرات اجتماعی - اقتصادی پروژه‌های منابع طبیعی اجرا شده از دید ذینفعان در حوزه آبخیز اندبیل شهرستان خلخال بررسی و نتایج نشان می‌دهد که کنترل سیلاب، افزایش حجم آب‌های زیرزمینی و کاهش مهاجرت از مهمترین دستاوردهای این طرح‌ها می‌باشد و طرح‌های اجرایی بر سطح اراضی کشاورزی، سطح اراضی باغی، سطح اراضی دیمی و پوشش گیاهی منطقه تأثیر مثبتی دارد و باعث افزایش تولیدات دامی می‌گردد و میانگین رتبه پاسخ‌های به دست آمده در طیف لیکرت مثبت ارزیابی و تفاوت آن در سطح ۹۵٪ معنی‌دار است (۱۶). اثرات طرح‌های منابع طبیعی و آبخیزداری اجرا شده با مشارکت بهره‌برداران در حوزه قره شیران شهرستان نیر استان اردبیل در توسعه روستا بررسی شد و بر اساس نتایج، در اثر اجرای طرح‌ها در منطقه، وضعیت درآمدزایی ۳۵٪، عملکرد و هزینه محصول‌های آبی، باغی و تولید علوفه به ترتیب ۱۰، ۱۰ و ۱۲٪ افزایش را نشان می‌دهد و بیشترین تأثیر اجرای طرح‌های اجرا شده در منطقه، بر حل معضل سیل با میانگین ۱/۰۲ و بهبود وضعیت اقتصادی بهره‌برداران با

میانگین ۱/۷۰ بوده است و تأثیر چندانی بر کاهش مهاجرت و بیکاری ندارد (۱۷). تأثیر شاخص‌های اجتماعی در ارزیابی پتانسیل بهبودی حوزه‌های آبریز مختل شده بررسی شد و نتایج نشان می‌دهد که حوزه‌های آبخیز با شاخص‌های اجتماعی پایین، دارای امتیاز کمتری هستند و در حوزه‌های ویژه مورد مطالعه، زیرمجموعه اقتصادی - اجتماعی بیشترین تأثیر را در پتانسیل بهبود کلی دارد (۲۶). در پژوهشی عامل‌های مؤثر بر مشارکت روستاییان در اجرای طرح بیابان‌زدایی در گستره اقلیمی خشک و بیابانی ایران مورد بررسی قرار گرفت که بین متغیرهای مستقل عامل‌های روانشناختی، فرهنگی، اقتصادی، آموزشی، قانونی و متغیر وابسته مشارکت، ارتباط معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ با میزان علاقه و مشارکت جوامع روستایی در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی وجود دارد و عامل اقتصادی و سطح رفاهی در این مناطق با ضریب نسبی درجه اهمیت ۰/۵ جزء مهمترین عامل‌های می‌باشد و عامل‌های فرهنگی و اقتصادی، ۶۶٪ از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌نماید. همچنین همبستگی معنی‌داری میان عامل‌های چون جنسیت، سن و تأهل با متغیر وابسته وجود نداشته و عامل اقتصاد و فرهنگ به عنوان چالش اصلی روستاییان در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی می‌باشد (۲۷). مشارکت بهره‌برداران در برنامه‌های زیست محیطی - کشاورزی دریونان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان می‌دهد که آموزش کشاورزان، جایگاه اقتصادی و اجتماعی، ارتباط با رسانه‌ها و کارشناسان بخش کشاورزی، سطح تحصیلات و ارتباط با همسایگان و همکاران می‌تواند مشارکت کشاورزان در برنامه‌های محیط‌زیستی را تحت تأثیر قرار دهد (۴).

ارتباط با فاکتورهای تأثیرگذار روی مشارکت افراد در مدیریت جنگل در هندوستان بررسی و این نتیجه به دست آمد که شاخص‌های اجتماعی و بعد از آن شاخص‌های اقتصادی بیشترین نقش را در مشارکت ایفا می‌کنند. همچنین وابستگی بیشتر به جنگل باعث افزایش مشارکت داوطلبانه افراد می‌شود (۱۵). در پژوهشی همکاری کشاورزان در کارهای عمومی مورد بررسی قرار گرفت که یافته‌های تحقیق نشان داد که آمادگی کشاورزان برای همکاری در اجرای برنامه‌های مورد توافق، بیشتر تحت

تأثیر فاکتورهای اجتماعی مثل ادراک آنها از فواید اجتماع برای آنها و اعتماد به این که دیگر اعضا هم همکاری خواهند کرد، می باشد (۱۸). عامل های اقتصادی- اجتماعی مؤثر بر مشارکت بهره برداران در اجرای طرح های مرتعداری شهرستان سنندج مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان می دهد که میزان مشارکت بهره برداران در طرح های مرتعداری در دو متغیر درآمد سالیانه و عضویت در تعاونی، در سطح اطمینان ۹۵٪، تفاوت معنی داری با یکدیگر دارند و متغیرهای میزان درآمد سالیانه از بین عامل های اقتصادی، تشکیل دوره های آموزشی ترویجی و حس مسئولیت پذیری از بین عامل های اجتماعی، به ترتیب با ضریب همبستگی ۰/۲۳۲، ۰/۱۸۰ و ۰/۳۸۸، با میزان مشارکت بهره برداران در طرح های مرتعداری رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد و نتایج رگرسیون چندمتغیره نشان می دهد که، بیشترین مقدار تغییرپذیری متغیر وابسته مربوط به متغیرهای اجتماعی با مقدار ۱۱/۱۸۱ است (۲۲). عامل های مؤثر بر مشارکت زنان در بیابان زدایی در ترکیه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که رابطه مستقیمی بین سن و میزان مشارکت در طرح ها وجود دارد (۱). مشارکت عمومی در مدیریت منابع آب از حوزه رودخانه حایهه^۱، چین مورد بررسی قرار گرفت که برگزاری دوره های آموزشی به منظور بهبود سطح آگاهی افراد در خصوص طرح های آبخیزداری پیشنهاد می شود (۱۲). تحلیل خصوصیات ساختاری شبکه زنان روستایی در استقرار مدیریت مشارکتی مناطق بیابانی بررسی و نتایج حاصل بیانگر آن است که میزان سرمایه اجتماعی و به تبع آن سرعت گردش پیوندهای اعتماد و مشارکت در حد متوسط می باشد (۸). عامل های مشارکت بهره برداران در اجرای طرح مرتع در گلستان بررسی و نتایج آنان نشان داد که در بین بهره برداران فعال در اجرای طرح های مرتعداری، متغیرهای ادراک در مورد تسهیل کننده ها و بازدارنده های مشارکت، آگاهی زیست محیطی و امکان سنجی فیزیکی- اکولوژیکی تبیین کننده مشارکت در طرح های مرتعداری است (۱۳). عامل های مؤثر بر مشارکت روستایی در فعالیتهای آبخیزداری در حوزه آبخیز چشمه زینل

شهرستان بروجن بررسی و نتایج نشان می دهد که بین سن افراد با درصد همبستگی ۰/۱۳۶ $r = -$ و تجربه افراد در کشاورزی با درصد همبستگی ۰/۰۳۲ $r = -$ با مشارکت آنها در فعالیتهای حوزه ارتباط منفی و غیر معنی داری وجود دارد و بین تطبیق پذیری اجتماعی با درصد همبستگی ۰/۴۳ $r =$ ، وضعیت اقتصادی اجتماعی با درصد همبستگی ۰/۵۷ $r =$ ، عضویت در موسسات عمومی روستایی با درصد همبستگی ۰/۳۶ $r =$ و استفاده از منابع اطلاعاتی با درصد همبستگی ۰/۳۷ $r =$ با میزان مشارکت پاسخ دهندگان رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. نتایج تجزیه و تحلیل چند رگرسیونی به روش گام به گام نشان داد که سطح آگاهی از اهداف و ویژگی های پروژه های حوزه آبخیز، با درصد همبستگی ۰/۵۳، بیشترین نقش را در میزان مشارکت پاسخ دهندگان در فعالیتهای آبخیزداری دارد (۲۴). آثار اقتصادی و اجتماعی عملیات آبخیزداری بر آبخیزنشینان حوزه حسن ابدال استان زنجان تحلیل و نتایج نشان می دهد که اجرای طرح های آبخیزداری نتوانسته بر روی سرمایه های اجتماعی روستا از قبیل افزایش مشارکت و اعتماد، افزایش سطح آگاهی و مهارت های مردم، افزایش درآمد، افزایش فرصت شغلی، افزایش پوشش گیاهی مؤثر باشد (۱۰). در پژوهشی عامل های مؤثر بر عدم مشارکت جوامع روستایی در طرح های آبخیزداری حوزه آبخیز نیربج شناسایی و اولویت بندی شد و نتایج نشان داد که از منظر خبرگان و مردم، شاخص های مدیریتی و اقتصادی نقش بیشتری را در عدم مشارکت مردم نسبت به شاخص های اجتماعی و آموزشی و ترویجی دارند. نتایج رتبه بندی زیرشاخص ها حاکی از تفاوت اهمیت زیرشاخص ها داشته و از منظر کارشناسان، زیرشاخص های عدم تخصیص کامل اعتبارات اجرایی در زمان مقرر و اختلافات محلی و قومی، به ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت را دارند در حالی که جوامع محلی زیرشاخص های عدم نظرخواهی از ذینفعان در مراحل طراحی و تدوین پروژه ها و عدم اعتماد نسبت به نتایج پروژه ها را دارای بیشترین و کمترین رتبه معرفی نموده اند و در نظر سنجی از جوامع محلی، تمرکززدایی قدرت تصمیم گیری، فعالیت سمن ها و آموزش بهره برداران

نگرش و ادراک مردم ساکن در این زیست‌بوم‌ها نسبت به تأثیر طرح‌های بیابان‌زدایی انجام نگرفته. لذا شناسایی و اولویت‌بندی عامل‌های فردی، اقتصادی، اجتماعی فرهنگی تأثیرگذار بر مقدار مشارکت مردم در طرح‌های بیابان‌زدایی انجام شده در منطقه محمدشاه‌کرم شهرستان زهک هدف اصلی این پژوهش است. این مجتمع مسکونی تجمیعی از ۶ روستای پراکنده از مناطق مختلف، با ویژگی‌های طایفه‌ای و خرده فرهنگ متفاوت می‌باشد که در سال ۱۳۶۹ در این منطقه سکونت گزیده‌اند و بنابراین ضرورت زیادی دارد.

■ مواد و روش

موقعیت منطقه مورد بررسی

شهرستان زهک در محدوده جغرافیایی $30^{\circ} 44'$ تا $30^{\circ} 59'$ عرض شمالی و $61^{\circ} 37'$ تا $61^{\circ} 48'$ طول شرقی با مساحت 950 km^2 در شمال استان سیستان و بلوچستان قرار دارد منطقه محمدشاه‌کرم از توابع شهرستان زهک با ارتفاع حدود 471 m از سطح دریا، اقلیم خشک و فراخشک بوده و میانگین بارندگی سالانه $58/8 \text{ mm}$ ، بیشینه مطلق دما $46/9^{\circ}\text{C}$ ، حداقل رطوبت $15/7\%$ ؛ باد غالب شهر زهک شمال غربی به جنوب شرقی و بیشینه سرعت باد غالب در این منطقه مقارن با هنگام وزش بادهای 120 روزه سیستان است که فعالیت آن از اوایل خرداد تا اواخر شهریور ماه ادامه می‌یابد (شکل ۱). این منطقه از تجمیع تعدادی روستاهای متراکم از جمله: گرمه، حاجی جلالی، شاهگل، محمدشاه‌کرم، شریف آباد و لجه‌ای پس از سیل سال ۱۳۶۹ ایجاد شده که به دلیل جانمایی نادرست در مسیر کریدورهای توفان ماسه قرار گرفته است و جمعاً 1187 خانوار و 5134 نفر جمعیت دارد که $51/2\%$ زنان و $48/8\%$ آن را مردان تشکیل می‌دهد. این منطقه بخشی از دشت وسیع سیستان است که در اواخر دوران دوم زمین‌شناسی در اثر جنبش‌های کوهزایی از دریا جدا شده و در ابتدا رسوبات آهکی از نوع دریایی و سپس رسوباتی نسبتاً درشت و نرم روی هم انباشته شده و سازندهای زمین‌شناسی منطقه عموماً متشکل از نهشته‌های رسوبی زمان نئوژن تا عهد حاضر از جنس فلیش است. عمده خاک‌های منطقه را سه رده انتی‌سول، اریدی‌سول و اینسپتی‌سول تشکیل داده‌اند مساحت کل زمین‌های قابل کشت $4011/95 \text{ ha}$ می‌باشد که طرح‌های

به‌همراه عامل‌های چون اجرای پروژه‌های چندمنظوره و در نظر داشتن منافع آبخیز‌نشینان می‌تواند زمینه‌ساز اعتماد و جلب مشارکت فعال مردم در پروژه‌های آبخیزداری حوزه گردد (۱۹).

با توجه به مرور سوابق تحقیق مشخص شد که پایداری و اثربخشی فعالیت‌های بیابان‌زدایی انجام شده در گرو مشارکت دادن هر چه بیشتر جوامع محلی و ذینفعان عرصه‌های منابع طبیعی در مراحل مختلف انجام آنهاست. بنابراین بررسی مقوله مشارکت در فعالیت‌های بیابان‌زدایی با توجه به شرایط فرهنگی خاص هر منطقه، می‌تواند یکی از پیش‌نیازهای اصلی هرگونه اقدام باشد زیرا بررسی عامل‌های مؤثر بر مشارکت مردم در طرح‌های بیابان‌زدایی برای سیاست‌گذاران توسعه روستایی و کشاورزی و بخصوص دست‌اندرکاران منابع طبیعی به منظور بازاندیشی بر روند تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی، اجرا و ارزشیابی پروژه‌های منابع طبیعی و تعیین جایگاه و نقش مردم در این فرآیند، فرصتی مغتنم و ضرورتی انکارناپذیر است سهیم کردن مردم منطقه در مراحل مختلف پروژه‌ها اعم از برنامه‌ریزی، تعیین اولویت، اجرای پروژه، بهره‌برداری و نگهداری و همچنین عامل‌های فردی، اجتماعی- فرهنگی و اقتصادی نقش مؤثری بر مشارکت بیشتر روستاییان در طرح‌های بیابان‌زدایی دارد. از آنجایی که اهمیت فعالیت‌های گروهی در زمینه‌های مختلف از جمله مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌های بیابان‌زدایی و مشارکت باعث می‌شود که افراد در مورد مفاهیم همکاری، تعاون و تصمیم‌گیری در حین مشارکت آموزش ببینند و نقش و تأثیر عامل انسانی در بیابان‌زدایی و پیامدهای حاصل از آن، گویای اهمیت مشارکت مردم بخصوص مردم محلی در جهت کنترل بیابان‌زایی می‌باشد و در این امر نیاز به داشتن کنترل و مسئولیت بیشتر مردم محلی بر منابع خود، مشارکت و تأثیرگذاری آنها در فرآیندهای تصمیم‌گیری و توانایی سازماندهی را بیشتر آشکار می‌سازد و همه این موارد، زمینه‌سازی مشارکت این افراد را در برنامه‌ریزی، مدیریت و اجرای پروژه‌های بیابان‌زدایی نشان می‌دهد. عامل‌های مختلفی در مشارکت مردم در طرح‌های مقابله با بیابان‌زایی نقش دارند و با وجود اجرای پروژه‌های متعدد در زمینه بیابان‌زدایی در سطح کشور، تاکنون بررسی در خصوص

کارمند و ... ساکن در منطقه می‌باشد که بصورت تصادفی انتخاب شدند و تعداد پرسشنامه مورد نیاز برای انجام پژوهش حاضر نیز براساس رابطه کوکران (رابطه ۲) و با سطح اطمینان ۹۵٪ و احتمال خطای ۵٪ محاسبه شد.

$$r_a = \frac{j}{j-1} \left[1 - \frac{\sum S_j^2}{S^2} \right] \quad (1)$$

j = تعداد زیر مجموعه سوال‌های پرسشنامه یا آزمون، S_j^2 واریانس زیرآزمون j ام، S = واریانس داده‌ها

$$n = \frac{\frac{t^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{t^2 pq}{d^2} - 1 \right)} \quad (2)$$

t : درصد احتمال صحت گفتار برابر با ۹۵٪، p : مقدار نسبت صفت موجود در جامعه = ۰/۵، q : درصد افرادی که فاقد آن صفت در جامعه هستند = ۰/۵، d : مقدار اشتباه مجاز یا درصد خطا، N : حجم جمعیت آماری، n : حجم نمونه
برای استخراج از روش تحلیل محتوا، داده‌ها به صورت طبقه اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم به شرح زیر طبقه‌بندی شد: طبقه اول: کسانی که هیچ مسئولیتی را در روستا بر عهده نداشتند.

بیابان‌زدایی از جمله: عملیات زیستی نهال‌کاری، بادشکن و پخش سیلاب در محدوده شمال آن اجرا شده است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی است که با روش پیمایش انجام شده و ابزار سنجش، پرسشنامه با دو نوع متغیر وابسته و متغیر مستقل بوده که شامل سوال‌های بسته و تعداد محدودی سوال باز بود و از حالت مقیاس چند درجه‌ای طیف لیکرت^۱ استفاده شد. این مقیاس از مجموعه‌ای از گویه‌ها تدوین شده است که به ترتیب خاصی ساخته می‌شود. پاسخ دهنده میزان موافقت خود را با هر یک از عبارات در یک مقیاس درجه‌بندی از یک تا پنج درجه نشان می‌دهد. سپس پاسخ آزمودنی‌ها به هر یک از گویه‌ها از نظر عددی ارزش‌گذاری و با حاصل جمع عددی این ارزش‌ها، نمره آزمودنی در این مقیاس به دست آمد (۲۲). روایی محتوایی پرسشنامه با استفاده از نظرات متخصصین تصحیح شد و برای تایید پایایی پرسشنامه، از ضریب آلفای کرونباخ (رابطه ۱) استفاده گردید که هر قدر شاخص آلفای کرونباخ به عدد یک نزدیک‌تر باشد همبستگی درونی بین سوالات یک پرسشنامه بیشتر و در نتیجه پرسش‌ها همگن‌تر خواهند بود جامعه آماری پژوهش، اقشار مختلف کشاورز، دامدار، کارگر،



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور، استان و شهرستان

ANOVA بین متغیرهای مختلف انواع عامل‌های فردی و اجتماعی مرتبط با میزان مشارکت برنامه‌ریزی، مشارکت اجرا، مشارکت نگهداری و مراقبت و بصورت تلفیقی از آنها محاسبه و برای رتبه‌بندی عامل‌های مؤثر بر مشارکت با روش تصمیم‌گیری AHP و برای اولویت‌بندی اثرات متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته در هر کدام از شاخص‌های مشارکت، از رگرسیون چند متغیره استفاده شد (شکل ۲).

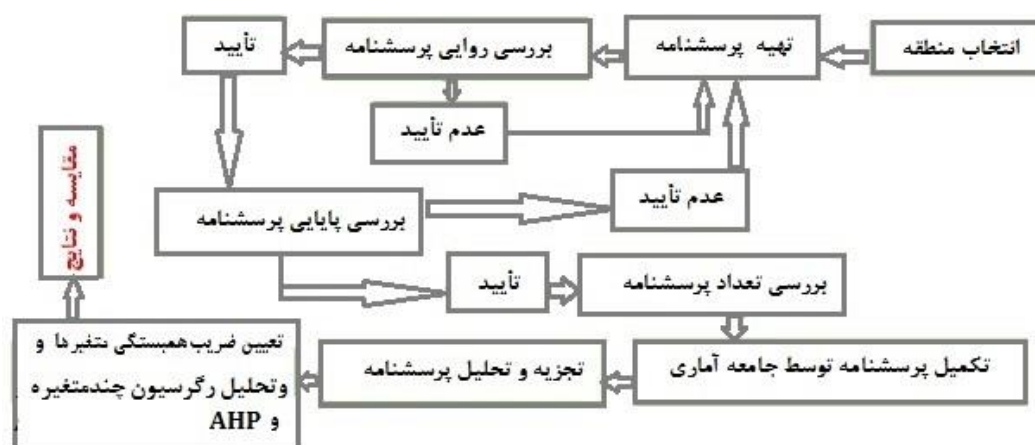
■ نتایج و بحث

ضریب آلفای کرونباخ برای ابعاد مختلف مشارکت، عدد ۰/۷۰ و بیشتر از آن بدست آمد که نشان‌دهنده سازگاری درونی یا پایایی همگنی سوالات پرسشنامه است (جدول ۱) که با توجه به مقدار ضریب آلفای کرونباخ مشخص شد که سوالات مربوط به مشارکت اجتماعی فرهنگی و برنامه‌ریزی از همگنی بیشتری نسبت به سوالات اقتصادی برخوردارند و تعداد پرسشنامه مورد نیاز برای انجام پژوهش نیز براساس فرمول کوکران، تعداد ۳۵۸ پرسشنامه محاسبه شد که ۳۱۹ نفر یا ۸۹/۱٪ مرد و ۳۹ نفر یا ۱۰/۹٪ زن از جامعه آماری موجود در منطقه، به پرسشنامه‌ها پاسخ دادند و بیشترین درصد پاسخ‌دهندگان، معادل ۳۶٪، دارای سن ۴۱ تا ۵۰ سال بودند همچنین در بین پاسخ‌دهندگان، بیشترین زمان سکونت در روستا، مربوط به افرادی بود که حدود ۲۷ تا ۴۹ سال، معادل ۵۲/۵٪ است که در این منطقه زندگی می‌کنند (جدول ۲). گویه‌های مربوط به هر بخش با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی حاکم بر منطقه انتخاب شد.

طبقه دوم: کسانی که متولی مسجد، مسئول پایگاه بسیج و یا انجمن مدرسه بودند. طبقه سوم: کسانی که در یک دوره شورا حضور داشتند یا در کاری دیگر به مدت ۴ سال در روستا مسئولیت داشتند. طبقه چهارم: کسانی که در دو دوره شورا حضور داشته یا در کاری دیگر به مدت ۸ سال در روستا مسئولیت داشتند و طبقه پنجم: کسانی که بیش از ۸ سال در روستا مسئولیت داشتند. یکی از عامل‌هایی که ممکن است روی سطح مشارکت روستاییان در کارهای جمعی تأثیر منفی به‌گذارد، وجود تضاد و اختلاف در بین اهالی روستا است. این داده‌ها به‌صورت طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت در قالب سوال مطرح گردید. اطلاعات اولیه پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه‌ها شامل: جنسیت، سرپرست خانوار، سن، تحصیلات، سابقه سکونت در روستا، تعداد اعضای خانوار، شغل، سابقه شغل، منبع درآمد، نوع اراضی تحت تملک و سطح اراضی زیر کشت، مسئولیت محلی، اختلاف و تضاد بهره‌برداران جمع‌آوری و فراوانی بود و درصد هر متغیر به‌دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده در قالب پرسشنامه با استفاده از آمار توصیفی و تحلیل‌های استنباطی انجام شد. برای اولویت‌بندی هر کدام از شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی فرهنگی، برنامه‌ریزی، اجرا، مراقبت و نگهداری، یکسری سوالات یا گویه‌های چند گزینه‌ای طراحی و پارامترهای آماری از قبیل: فراوانی، میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات پاسخ‌های داده شده به هر سوال، ضریب همبستگی پیرسون، میزان F و انحراف معیار در آزمون



شکل ۲. فلوچارت مراحل انجام پژوهش

جدول ۱. مقدار آلفای کرونباخ ابعاد مختلف مشارکت

ردیف	ابعاد	میزان آلفای کرونباخ
۱	اقتصادی	۰/۷۰
۲	اجتماعی- فرهنگی	۰/۸۷
۳	برنامه‌ریزی	۰/۸۷

جدول ۲. توزیع اطلاعات اولیه پاسخ دهندگان به پرسشنامه‌ها

اطلاعات پاسخگویان پرسشنامه‌ها	فراوانی	درصد	جمع بندی
جنسیت	مرد	۳۱۹	جمع: ۳۵۸
	زن	۳۹	
سرپرست خانوار	مرد	۳۴۶	جمع: ۳۵۸
	زن	۱۲	
	۳۰ سال و کمتر	۱۸	
	۳۱-۴۰	۷۴	
سن (سال)	۴۱-۵۰	۱۲۹	جمع: ۳۵۸
	۵۱-۶۰	۸۰	
	۶۱ سال و بیشتر	۵۷	
	بی‌سواد	۷۷	
تحصیلات	ابتدایی	۷۳	جمع: ۳۵۸
	راهنمایی	۹۰	
	دیپلم	۳۷	
	دبیرستان	۶۷	
سابقه سکونت در روستا (سال)	لیسانس و بالاتر	۱۴	جمع: ۳۵۸
	۲۶ سال و کمتر	۲۹	
	۴۹-۲۷	۱۸۸	
	۵۰ سال و بیشتر	۱۴۱	
بُعد خانوار (نفر)	۳ و کمتر	۱۵۶	جمع: ۳۵۸
	۴-۶	۱۵۹	
	۷ و بیشتر	۴۳	
	کشاورزی	۱۹۷	
شغل	دامداری	۱۴	جمع: ۳۵۸
	باغداری	۵	
	کشاورزی- دامداری	۱۰۶	
	سایر	۳۹	
سابقه شغل (سال)	۲۰ سال و کمتر	۱۱۷	جمع: ۳۵۸
	۴۰-۲۱	۱۹۷	
	۴۱ سال و بیشتر	۴۴	
	کشاورزی	۲۶۰	
منبع درآمد سالیانه	دامداری	۳۹	جمع: ۳۵۸
	پرورش طیور	۹	
	کارگری	۱۵	
	کاسی	۱۱	
	دولتی	۲۱	جمع: ۳۵۸
	سایر	۳	

ادامهٔ جدول ۲. توزیع اطلاعات اولیه پاسخ دهندگان به پرسشنامه‌ها

اطلاعات پاسخگویان پرسشنامه‌ها	فراوانی	درصد	جمع بندی
نوع اراضی تحت تملک	شخصی	۳۵۶	۹۸/۱۰
	دولتی	۲	۱/۹۰
	بدون زمین	۳۳	۹/۲
سطح اراضی زیر کشت (هکتار)	۲-۱	۲۵۸	۷۲/۱
	۴-۳	۶۷	۱۸/۷
	طبقه ۱	۳۳۳	۹۳
مسئولیت محلی	طبقه ۲	۱۷	۴/۷
	طبقه ۳	۴	۱/۱
	طبقه ۴	۲	۰/۶
	طبقه ۵	۲	۰/۶
	خیلی کم	۱۰۴	۲۹
تضاد و اختلاف بهره‌برداران	کم	۱۹۱	۵۳/۴
	متوسط	۶۳	۱۷/۶

نتایج حاصل از مقایسه عامل‌های اقتصادی و اجتماعی - فرهنگی نشان داد که ۵۷ نفر از روستاییان معادل ۱۵/۹٪، تمایل به مشارکت اقتصادی زیاد دارند یعنی حاضرند برای اجرای این‌گونه طرح‌ها هزینه شخصی هم انجام دهند و ۲۰۲ نفر از آنها معادل ۵۶/۴٪، دارای مشارکت اقتصادی متوسط‌اند که می‌توان نتیجه گرفت که افراد مورد بررسی از نظر مقدار مشارکت اقتصادی در حد مطلوبی هستند و در شرایط لزوم حاضر به هزینه شخصی هم هستند و همچنین میانگین مشارکت اجتماعی - فرهنگی روستاییان ۸۲/۹۲ می‌باشد. حداقل امتیاز بدست آمده برابر با ۶۴ و حداکثر آن برابر با ۹۵ است. مشارکت اجتماعی - فرهنگی ۹۵ نفر، معادل ۲۶/۵٪، از افراد مورد مطالعه پایین می‌باشد و ۱۰۹ نفر، معادل ۳۰/۴٪، از روستاییان دارای مشارکت

اجتماعی - فرهنگی بالایی هستند و حاضر به شرکت در جلسات و دوره‌های آموزشی، حفاظتی، مراقبتی و ترویج در بین دیگر افراد در خصوص طرح‌های بیابان‌زدایی می‌باشند و آمادگی برای هرگونه همکاری را دارند (جدول ۳). بر پایهٔ نتایج جدول (۴) گویه؛ «تا چه میزان حاضر به حفظ و نگهداری طرح‌های اجرا شده در روستا هستید» با ضریب تغییرات ۰/۱۶۵، اولویت اول و گویه «آیا بانکها وام یا تسهیلات مالی را جهت کمک به فعالیت‌های کشاورزی و... بعد از اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی در اختیار کشاورزان قرار داده‌اند» با ضریب تغییرات ۰/۳۶۵، کم اهمیت‌ترین گویه تبیین‌کننده مقیاس مشارکت عامل‌های اقتصادی است.

جدول ۳. توزیع فراوانی پاسخگویان بر حسب عامل‌های یا شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی - فرهنگی در مشارکت

نوع عامل یا شاخص مشارکت	میزان	فراوانی	درصد	اطلاعات آماری
اقتصادی	کم	۹۹	۲۷/۷	بیشینه: ۵۵
	متوسط	۲۰۲	۵۶/۴	میانگین: ۳۶/۸۱
	بالا	۵۷	۱۵/۹	
اجتماعی - فرهنگی	کم	۹۵	۲۶/۵	بیشینه: ۹۵
	متوسط	۱۵۴	۴۳/۱	میانگین: ۸۲/۹۹
	بالا	۱۰۹	۳۰/۴	

اولویت آخر عامل‌های اجتماعی - فرهنگی را به خود اختصاص داد به عبارتی روستاییان معتقد بودند که اینگونه طرح‌ها باید به گونه‌ای تعریف شود که برای جوامع هدف درآمدزایی نیز داشته باشد و آنها انگیزه لازم را برای حضور در این طرح‌ها داشته باشند.

بر اساس نتایج جدول (۵) گویه؛ «تلاش مجریان طرح در جلب همکاری روستائیان را چگونه ارزیابی می‌کنید» با ضریب تغییرات ۰/۰۸۸، اولویت اول و گویه «آیا در تقسیم و توزیع آب کشاورزی و حفظ و نگهداری نهال‌ها با مسئولین مربوطه همکاری داشته‌اید» با ضریب تغییرات ۰/۲۶۷،

جدول ۴. اولویت‌بندی زیرشاخص‌ها یا گویه‌های تبیین‌کننده شاخص اقتصادی

اولویت	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	اختصار	زیرشاخص‌ها یا گویه‌ها
۱	۰/۱۶۵	۰/۶۹۱	۴/۱۷	X1	تا چه میزان حاضر به حفظ و نگهداری طرح‌های اجرایی شده در روستا هستید.
۲	۰/۲۱۴	۰/۷۷۶	۳/۶۷	X2	تا چه اندازه علاقمند به مشارکت با دیگران برای تشکیل تعاونی و کارگروهی برای هزینه اینگونه طرح‌ها دارید
۳	۰/۲۱۷	۰/۸۱۷	۳/۷۵	X3	شخصا به چه میزان علاقمند به مشارکت مالی در این طرح‌ها هستید.
۴	۰/۲۳۶	۰/۸۴۵	۳/۵۷	X4	توجه مسئولین ارگانهای مرتبط را به چه میزان در هزینه طرح‌های بیابان‌زایی مؤثر می‌دانید.
۵	۰/۲۴۳	۰/۸۶۱	۳/۵۳	X5	توجه مسئولین ارگانهای مرتبط را به چه میزان در اشتغال‌زایی و افزایش درآمدهای بهره‌برداران مؤثر می‌دانید
۶	۰/۲۶۶	۰/۸۷۰	۳/۲۷	X6	علاقه فرزندان/ جوانان به انجام مشارکت و همیاری در طرح‌های بیابان‌زدایی چه میزان است
۷	۰/۳۱۹	۰/۹۶۵	۳/۰۲	X7	میزان اشتغال جوانان از طریق مشارکت در این طرح‌ها تغییری کرده است
۸	۰/۳۳۰	۱/۰۱	۳/۰۶	X8	اجرای پروژه‌های بیابان‌زدایی (احداث بادشکن، قرق حفاظتی، نهالکاری و...) تا چه میزان در افزایش درآمدهای اقتصادی‌تان اثر داشته است
۹	۰/۳۳۹	۱/۰۲	۳/۰۵	X9	آیا طرح انجام شده در منطقه باعث افزایش درآمدهای کشاورزی و دامداری شما شده است
۱۰	۰/۳۴۵	۱/۰۱	۲/۹۲	X10	سطح اقتصادی خانوارها در چند سال اخیر که طرح بیابان‌زدایی انجام شده در روستا به چه میزان افزایش پیدا کرده است
۱۱	۰/۳۶۵	۱/۰۳	۲/۸۲	X11	آیا بانک‌ها وام یا تسهیلات مالی را جهت کمک به فعالیتهای کشاورزی و... بعد از اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی در اختیار کشاورزان قرار داده‌اند

جدول ۵. اولویت‌بندی زیرشاخص‌ها یا گویه‌های تبیین‌کننده شاخص اجتماعی - فرهنگی

اولویت	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میانگین	اختصار	زیرشاخص‌ها یا گویه‌ها
۱	۰/۰۸۸	۰/۲۵۹	۲/۹۴	Y1	تلاش مجریان طرح در جلب همکاری روستائیان را چگونه ارزیابی می‌کنید
۲	۰/۱۱۰	۰/۳۲۳	۲/۹۳	Y2	پذیرش روش‌ها و برنامه‌های جدید در روستا جهت طرح‌های بیابان‌زدایی به چه میزان است
۳	۰/۱۱۱	۰/۴۴۲	۴/۰۵	Y3	هنگام انجام کارهای گروهی چه میزان احساس مسئولیت دارید
۴	۰/۱۱۷	۰/۳۴۸	۲/۹۵	Y4	تخریب اراضی، بوته کنی و... پس از اجرای پروژه چقدر کمتر شده است
۵	۰/۱۱۹	۰/۳۴۶	۲/۹۰	Y5	میزان رضایت شما از کلاسهای آموزشی ترویجی روستا چه میزان است
۶	۰/۱۲۸	۰/۵۷۱	۴/۴۵	Y6	نقش دانش بومی را تا چه حد در پیشرفت طرح‌های بیابان‌زدایی مؤثر می‌دانید
۷	۰/۱۲۹	۰/۴۸۷	۳/۷۸	Y7	میزان مشارکت شما در انجام کارهای گروهی کشاورزی با اهالی روستا چقدر است
۸	۰/۱۴۲	۰/۵۴۰	۳/۷۸	Y8	مشارکت و همکاری شما با اعضای شورا، دهیاری و اهالی روستا چه میزان است
۹	۰/۱۵۵	۰/۶۳۶	۴/۰۹	Y9	تا چه حد به قوانین مربوط به طرح‌های بیابان‌زدایی احترام می‌گذارید
۱۰	۰/۱۶۴	۰/۵۷۸	۳/۵۱	Y10	به چه میزان احساس نیاز سواد بیشتر جهت بهتر انجام دادن فعالیت‌ها دارید
۱۱	۰/۱۶۵	۰/۵۷۸	۳/۵۰	Y11	چقدر از رسانه‌ها برای افزایش آگاهی در مورد اینگونه طرح‌ها استفاده می‌کنید

ادامهٔ جدول ۵. اولویت‌بندی زیرشاخص‌ها یا گویه‌های تبیین‌کننده شاخص اجتماعی - فرهنگی

اولویت	زیرشاخص‌ها یا گویه‌ها	اختصار	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۱۲	آیا مایل به تشویق فرزندان / جوانان جهت سکونت در روستایان هستید	Y12	۳/۶۶	۰/۶۱۱	۰/۱۶۶
۱۳	چقدر تمایل دارید در کارهای حفاظتی از طرح‌های بیابان‌زدایی با دیگران مشارکت داشته باشید	Y13	۳/۹۹	۰/۶۷۳	۰/۱۶۸
۱۴	چه میزان در طرح‌های بیابان‌زدایی اجرا شده مشارکت داشته‌اید	Y14	۲/۹۰	۰/۵۰۴	۰/۱۷۳
۱۵	آیا تمایل به مشارکت در طرح‌های بیابان‌زدایی دارید	Y15	۴/۰۸	۰/۷۳۷	۰/۱۸۰
۱۶	پروژه بیابان‌زدایی (محمدشاه‌کرم) چه مقدار رضایتمندی شما را از جهت اقتصادی و بهبود شرایط زیست محیطی روستا فراهم ساخته است	Y16	۲/۷۲	۰/۵۰۱	۰/۱۸۴
۱۷	چقدر تمایل دارید در صورت برگزاری کلاس‌های آموزشی و عملی که از طرف ادارات مربوطه جهت افزایش اطلاعات عمومی شما در زمینه طرح‌های بیابان‌زدایی و بهره‌برداری از آنها برگزار شود مشارکت نمایید.	Y17	۳/۶۱	۰/۶۸۳	۰/۱۸۹
۱۸	به چه میزان علاقه‌مند به مشارکت زنان در کلاس‌های آموزشی مناسب با این طرح‌ها هستید.	Y18	۳/۶۳	۰/۶۹۲	۰/۱۹۰
۱۹	میزان آشنایی شما با فعالیت‌های منابع طبیعی در زمینه طرح‌های بیابان‌زدایی، چه حد است.	Y19	۳/۲۷	۰/۶۲۵	۰/۱۹۱
۲۰	با وجود شرایط خشکسالی و اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی، تا چه حد مایل به ماندن در روستا هستید.	Y20	۳/۴۹	۰/۷۲۴	۰/۲۰۷
۲۱	چقدر آموزش برای حفظ و صیانت از طرح‌ها به شما داده شده است.	Y21	۲/۵۵	۰/۵۷۵	۰/۲۲۵
۲۲	بعد از اجرای طرح‌ها به علت بهتر شدن فضای کار در روستا، میزان بازگشت و انصراف از مهاجرت چقدر بوده است.	Y22	۲/۴۳	۰/۵۶۴	۰/۲۳۲
۲۳	با مسئولین پروژه‌های طرح‌های بیابان‌زدایی چقدر دیدار و جلسه داشته‌اید.	Y23	۲/۴۹	۰/۶۲۹	۰/۲۵۲
۲۴	در تقسیم و توزیع آب کشاورزی و حفظ و نگهداری نهال‌ها با مسئولین مربوطه چقدر همکاری داشته‌اید.	Y24	۲/۶۹	۰/۶۸۰	۰/۲۶۷

اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر مشارکت، با استفاده از روش AHP انجام شد و مقادیر نمایه‌های نسبت سازگاری و وزن‌های نرمال شده محاسباتی شاخص‌ها در جدول ۶ ارائه شده است. وزن پایانی برای شاخص اجتماعی فرهنگی از همه بیشتر و معادل ۰/۴۳۶ و پس از آن شاخص مدیریتی با وزن ۰/۴۰۲ در اولویت دوم و کمترین وزن نرمال، مربوط به شاخص اقتصادی و معادل ۰/۱۵۵ می‌باشد لذا شاخص اقتصادی کمترین اولویت را دارا است.

حداقل مشارکت در برنامه‌ریزی برای شروع طرح‌های بیابان‌زدایی در منطقه ۳۲/۷٪ و حداکثر آن ۴۰/۸٪ می‌باشد. ۳۲/۷٪ دارای مشارکت پایین در اجرا، ۲۳/۷٪

متوسط و ۴۶/۶٪ مقادیر بالای مشارکت را داشته‌اند. ۴۹/۷٪ پاسخگویان مشارکت متوسط در نگهداری و مراقبت و ۲۷/۹٪ دارای مشارکت بالا بودند (جدول ۷). از بین گویه‌های بررسی شده برای متغیر مشارکت در برنامه‌ریزی، گویه؛ «تا چه حد جلساتی با حضور کارشناسان مربوطه قبل از اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی داشته‌اید» با ضریب تغییرات ۰/۲۲۵، اولویت اول و گویه؛ «کارشناسان و مروجان تا چه حد به نظرات شما در مورد طرح‌های بیابان‌زدایی توجه کرده‌اند» با ضریب تغییرات ۰/۲۵۵، آخرین اولویت را به خود اختصاص داده است.

جدول ۶. نسبت سازگاری و وزن نرمال شده محاسباتی شاخص‌ها

شاخص	CI	RI	CR	L	M	U	وزن نرمال
اقتصادی	۰/۰۸	۰/۹	۰/۰۸۸	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۷۶	۰/۱۵۵
اجتماعی فرهنگی	۰/۰۸	۰/۹	۰/۰۸۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۴۳۶
مدیریتی	۰/۰۸	۰/۹	۰/۰۸۸	۰/۱۶	۰/۳۲	۱/۱۸	۰/۴۰۲

CI: نمایه سازگاری تصادفی، RI: نمایه ناسازگاری تصادفی، CR: نسبت سازگاری، L، M و U بترتیب مولفه‌های اول تا سوم اعداد فازی

در بحث مشارکت در اجرا، گویهی «تا چه حد در راهنمایی و هدایت دیگر روستاییان به مشارکت و همکاری در طرح بیابان‌زدایی فعالیت داشته‌اید» با ضریب تغییرات ۰/۲۰۲، اولویت اول و گویهی «چه مقدار از هزینه های مربوط به طرح‌های بیابان‌زدایی را پرداخت کرده‌اید» با ضریب تغییرات ۰/۲۸۶، آخرین اولویت را به خود اختصاص داده است.

در بحث مشارکت در مراقبت و نگهداری، گویهی «تا چه میزان حاضر به حفظ و نگهداری طرح‌های بیابان‌زدایی انجام شده در روستا هستید» با ضریب تغییرات ۰/۱۲۳، اولویت اول و گویهی «به نظر شما، تخریب منابع طبیعی تا چه حد کاهش یافته است» با ضریب تغییرات ۰/۲۰۳، آخرین اولویت را به خود اختصاص داده است (جدول ۸).

جدول ۷. توزیع فراوانی پاسخگویان بر حسب مشارکت در برنامه‌ریزی، اجرا، مراقبت و نگهداری

نوع مشارکت	میزان	فراوانی	درصد	اطلاعات آماری
مشارکت برنامه‌ریزی	پایین	۱۱۷	۳۲/۷	بیشینه: ۱۷
	متوسط	۹۵	۲۶/۵	میانگین: ۱۲/۵۶
	بالا	۱۴۶	۴۰/۸	انحراف معیار: ۲/۲۸ کمینه: ۵
مشارکت در اجرا	پایین	۱۱۷	۳۲/۷	بیشینه: ۲۳
	متوسط	۸۵	۲۳/۷	میانگین: ۱۷/۵۴
	بالا	۱۵۶	۴۶/۶	انحراف معیار: ۲/۷۱ کمینه: ۹
مشارکت در نگهداری و مراقبت	پایین	۸۰	۲۲/۴	بیشینه: ۳۲
	متوسط	۱۷۸	۴۹/۷	میانگین: ۲۵/۰۱
	بالا	۱۰۰	۲۷/۹	انحراف معیار: ۲/۳۲ کمینه: ۱۵

جدول ۸. اولویت‌بندی گویه‌های تبیین‌کننده مشارکت در برنامه‌ریزی، اجرا، مراقبت و نگهداری

نوع مشارکت	گویه‌ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	اولویت
برنامه‌ریزی	تا چه حد با کارشناسان مربوطه قبل از اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی جلسه داشته‌اید	۲/۵۵	۰/۵۷۵	۰/۲۲۵	۱
	مروجین و کارشناسان قبل از اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی تا چه حد با شما مشورت کردند	۲/۵۵	۰/۵۸۰	۰/۲۲۷	۲
	تا چه حد از شما در مورد اجرای برنامه‌های بیابان‌زدایی نظرخواهی شد	۲/۵۲	۰/۵۵۸	۰/۲۳۲	۳
	تا چه حد شما به کارشناسان و مروجان برای مشاوره و راهنمایی به شهر مراجعه کردید	۲/۴۶	۰/۶۱۹	۰/۲۵۱	۴
	کارشناسان و مروجان تا چه حد به نظرات شما در مورد طرح‌های بیابان‌زدایی توجه کرده اند	۲/۴۶	۰/۶۲۸	۰/۲۵۵	۵
اجرا	تا چه حد در راهنمایی و هدایت دیگر روستاییان به مشارکت و همکاری در طرح‌های بیابان‌زدایی فعالیت داشته‌اید	۲/۷۲	۰/۵۵۰	۰/۲۰۲	۱
	تا چه حد در اجرای طرح (نهال کاری، قلمه زنی) حضور داشته‌اید	۲/۵۸	۰/۵۷۱	۰/۲۲۱	۲
	دولت تا چه حد به تنهایی از عهده طرح‌های بیابان‌زدایی برمی‌آید	۲/۴۳	۰/۵۸۴	۰/۲۴۰	۳
	در تهیه قلمه، نهال و یا بذر برای کاشت تا چه حد همکاری داشته‌اید	۲/۶۸	۰/۶۶۳	۰/۲۴۷	۴
	در حمل قلمه یا نهال از محل خزانه تا محل کاشت تا چه حد همکاری داشته‌اید	۲/۵۶	۰/۶۳۴	۰/۲۴۸	۵
مشارکت در نگهداری و مراقبت	تا چه حد در اجرای طرح (کپه کاری و بذر کاری) حضور داشته اید	۲/۴۷	۰/۶۸۰	۰/۲۷۵	۱
	چه مقدار از هزینه های مربوط به طرح‌های بیابان‌زدایی را پرداخت کرده اید	۲/۰۷	۰/۵۹۴	۰/۲۸۶	۲
	تا چه میزان حاضر به حفظ و نگهداری طرح‌های بیابان‌زدایی انجام شده در روستا هستید	۴/۳۵	۰/۵۳۸	۰/۱۲۳	۳
	عرصه احیا شده تا چه حد موجب کاهش گرد و غبار در موقع طوفان شده است	۲/۸۳	۰/۴۴۲	۰/۱۵۶	۴
	به نظر شما تا چه حد وجود قرقبان جهت حفاظت از عرصه‌های احیای شده ضروری است	۳/۲۵	۰/۵۳۶	۰/۱۶۴	۵
مشارکت در نگهداری و مراقبت	تا چه حد جهت جلوگیری از ورود دام به محدوده طرح بیابان‌زدایی همکاری دارید	۲/۹۳	۰/۴۸۸	۰/۱۶۶	۱
	میزان سودمندی و تأثیرگذاری مثبت طرح بیابان‌زدایی بر زندگی شما	۲/۷۸	۰/۴۸۶	۰/۱۷۴	۲
	پوشش گیاهی در محدوده‌ی سکونت شما تا چه حدی افزایش یافته است	۳/۱۷	۰/۵۶۴	۰/۱۷۷	۳
	عرصه احیا شده تا چه حدی تامین کننده علوفه دام شما می‌باشد	۲/۷۷	۰/۵۳۷	۰/۱۹۳	۴
	به نظر شما، تخریب منابع طبیعی تا چه حد کاهش یافته است	۲/۹۱	۰/۵۹۲	۰/۲۰۳	۵

بررسی ضریب همبستگی بین عامل‌های، متغیرها و مشارکت‌های مختلف (جدول ۹) نشان می‌دهد که:

سن افراد برای مشارکت در برنامه‌ریزی، نگهداری و مراقبت و مشارکت کل در طرح‌های بیابان‌زدایی در سطح ۱٪ دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و برای مشارکت در اجرا معنی‌دار نیست که نتایج پژوهش منطقه چقاقدو کرمانشاه (۱) با این یافته‌ها مطابقت و برخلاف نتایج پژوهش حوزه آبخیز هزارخانی (۷) می‌باشد یعنی هر چه سن افراد، بالاتر باشد مشارکت آنها نیز بیشتر می‌شود. جوانان روستا نسبت به افراد مسن‌تر به دلیل وجود خشکسالی و تأثیر اقتصادی پایین طرح‌های اجرا شده رغبتی به مشارکت در مراحل برنامه‌ریزی و نگهداری طرح‌های بیابان‌زدایی ندارند. زنان در طرح‌های بیابان‌زدایی مشارکت ندارند چون آنها معتقدند که بیابان‌زدایی یک کار مردانه است و زنان قادر به مشارکت در این امر نیستند که این یافته با نتایج پژوهش (۶) مطابقت دارد. سطح تحصیلات افراد همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۵٪ با میزان مشارکت آنها داشت، یعنی با افزایش مقدار سواد و تحصیل افراد، مشارکت آنها کمتر می‌شود زیرا افراد با سوادتر، بیشتر جوانانی هستند که شغل اصلی آنها کارمند یا شغل دیگری می‌باشد و به همین دلیل در مشارکت طرح‌ها، شرکت نمی‌کنند که باید به دنبال راه‌های ترغیب روستاییان برای حضور در طرح‌ها از طریق راه‌های ارتباطی مقبول و دارای عواید اقتصادی بود و افراد بی‌سواد از نظر مشارکت علاقه‌مندی بیشتری نشان می‌دهند نتیجه این پژوهش برخلاف نتایج پژوهش‌های حوزه آبخیز چشمه زینل شهرستان بروجن (۲۴) و پژوهش (۶) و موافق پژوهش (۲۷) می‌باشد. سابقه شغلی در دو سطح برنامه‌ریزی و نگهداری و مراقبت معنی‌دار است ولی در اجرا فاقد معنی شد یعنی هرچه شناخت بهره‌برداران نسبت به پروژه‌ها بیشتر شود، تمایل به مشارکت آنها در طرح‌های بیابان‌زدایی هم افزایش می‌یابد که نتایج پژوهش منطقه برنجستانک سوادکوه (۲۷) با این یافته‌ها مطابقت دارد. تعداد افراد خانوار دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱٪ با مشارکت دارد که تأثیر مثبت تعداد افراد خانواده روی میزان مشارکت افراد، به این علت است که این خانواده‌ها نیروی کار بیشتری دارند و در نتیجه فرصت

بیشتری برای شرکت در جلسات و دیگر وظایف مورد نیاز مشارکت دارند که نتیجه این پژوهش موافق با نتایج پژوهش (۶) و برخلاف نتایج پژوهش حوزه آبخیز چشمه زینل شهرستان بروجن (۲۴) می‌باشد. سطح اراضی زیر کشت با مشارکت در برنامه‌ریزی و اجرا در سطح ۵٪ معنی‌دار گردیده ولی با مشارکت نگهداری و مراقبت معنی‌دار نشده و در مقایسه همبستگی این متغیر با مشارکت کل، دارای همبستگی معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد این نتایج با نتایج یافته‌های پژوهش منطقه جیرفت (۲۵) مطابقت دارد یعنی هر چه سطح اراضی بیشتر باشد مقدار مشارکت آن‌ها نیز بیشتر می‌باشد و در آخر موجب منفعت خود بهره‌بردار می‌شود.

براساس آزمون آماری ANOVA نوع اراضی با مشارکت در اجرا و نگهداری و مراقبت و مشارکت کل رابطه معنی‌دار ندارد و فقط در سطح برنامه‌ریزی معنی‌دار شده و کشاورزی و دامداری بیشترین مقدار مشارکت را به خود اختصاص دادند و در هر سه سطح مشارکت معنی‌دار شده‌اند. این نتایج با یافته‌های پژوهش انجام شده در هندوستان (۱۵) مطابقت دارد که علت افزایش مشارکت افراد، وابستگی نوع اراضی و افزایش سطح درآمد آنها در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی است. ارتباط معنی‌داری بین شغل اصلی و میزان مشارکت در طرح‌های بیابان‌زدایی منطقه مورد مطالعه وجود داشته، روستاییانی که شغل اصلی آنان وابسته‌ی به طرح‌ها است مشارکت بیشتری دارند زیرا منبع درآمد آنها وابسته به این طرح‌ها است که با نتایج یافته‌های پژوهش منطقه سنج (۲۲) مطابقت دارد و طرح‌هایی که با هدف تثبیت ماسه‌های روان صورت گرفته منفعت آن به همه مردم منطقه می‌رسد.

در تمام سطوح مشارکت، تفاوت معنی‌داری در نوع مسئولیت محلی در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد و تفاوت معنی‌داری در سطوح مختلف مشارکت در زمینه تضاد و اختلاف بهره‌برداران مشاهده نگردید که نتیجه این پژوهش با نتایج پژوهش حوزه آبخیز چشمه زینل شهرستان بروجن (۲۴) مطابقت دارد. مقدار نسبت سازگاری در روش AHP، ۰/۰۸۸ محاسبه و کمتر از ۰/۱ و مورد قبول می‌باشد و اولویت بندی روش تحلیل سلسله مراتبی نشان می‌دهد که شاخص اجتماعی فرهنگی، بیشترین و شاخص اقتصادی کمترین

تحلیل شدند و تأثیرهای کلیه متغیرهای مستقل بر روی متغیر وابسته مورد بررسی قرار گرفت و به مرور متغیرهای ضعیف‌تر یکی پس از دیگری از معادله خارج شد این مراحل تا زمانی ادامه یافت که خطای آزمون معناداری به ده درصد رسید.

اولویت را دارد که نتیجه این پژوهش موافق با نتایج پژوهش‌های (۱۵)، (۱۷) و (۱۹) و برخلاف نتایج پژوهش‌های (۲۶) و (۲۷) می‌باشد. برای سنجش تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته، مشارکت مردم از رگرسیون چند متغیره به روش Backward استفاده شد در این روش ابتدا کلیه متغیرهای مستقل، هم‌زمان وارد

جدول ۹. ضریب همبستگی بین عامل‌های، متغیرها و مشارکت‌های مختلف

نوع عامل	متغیر	نوع مشارکت	زیر بخش	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی پیرسون	آماره F ANOVA	انحراف معیار آزمون ANOVA
عامل‌های فردی	تخصیلات	برنامه‌ریزی	-	۰/۰۰۰	۰/۲۳۰	-	-
		اجرا	-	۰/۰۸۵	۰/۰۹۱	-	-
		نگهداری و مراقبت	-	۰/۰۰۱	۰/۱۷۹	-	-
		کل	-	۰/۰۰۰	۰/۲۱۶	-	-
	تعداد خانوار	برنامه‌ریزی	-	۰/۰۰۷	-۰/۱۴۹	-	-
		اجرا	-	۰/۹۸۱	۰/۰۰۱	-	-
		نگهداری و مراقبت	-	۰/۰۱۳	-۰/۱۳۱	-	-
		کل	-	۰/۰۳۱	-۰/۱۱۴	-	-
	سابقه شغلی	برنامه‌ریزی	-	۰/۰۰۰	۰/۲۱۱	-	-
		اجرا	-	۰/۲۴۶	۰/۰۶۱	-	۱/۸۵
		نگهداری و مراقبت	-	۰/۱۶۱	۰/۰۷۶	-	-
		کل	-	۰/۰۰۵	۰/۱۴۹	-	-
	سطح زیر کشت	برنامه‌ریزی	-	۰/۰۰۰	۰/۲۷۵	-	-
		اجرا	-	۰/۲۴۰	۰/۰۶۲	-	۱۲/۱
		نگهداری و مراقبت	-	۰/۰۰۱	۰/۱۶۷	-	-
		کل	-	۰/۰۰۰	۰/۲۱۶	-	-
تجمع مالکیت	برنامه‌ریزی	برنامه‌ریزی	شخصی	۰/۰۲۰	-	۵/۴۹	۲/۲۷
		اجرا	دولتی	۰/۰۲۰	-	۵/۴۹	۲/۱۴
		نگهداری و مراقبت	شخصی	۰/۱۹۸	-	۱/۶۶	۲/۷۰
		کل	دولتی	۰/۱۹۸	-	۱/۶۶	۳/۲۳
	کل	برنامه‌ریزی	شخصی	۰/۴۰۳	-	۰/۷۰۲	۲/۳۳
		اجرا	دولتی	۰/۴۰۳	-	۰/۷۰۲	۲/۱۳
		نگهداری و مراقبت	شخصی	۰/۴۹۳	-	۴/۷۰	۵/۵۵
		کل	دولتی	۰/۴۹۳	-	۴/۷۰	۲/۲۱
	کشاورزی و باغداری	کشاورزی	کشاورزی	-	-	-	۲/۰۱
		دامداری	دامداری	-	-	-	۲/۹۲
		باغداری	باغداری	۰/۰۰۰	-	۱۹/۴۷	۱/۳۴
		سایر	سایر	-	-	-	۲/۰۵
	سایر	کشاورزی و باغداری	کشاورزی و باغداری	-	-	-	۲/۱۸
		سایر	سایر	-	-	-	-

ادامهٔ جدول ۹. ضریب همبستگی بین عامل‌های، متغیرها و مشارکت‌های مختلف

نوع عامل	متغیر	نوع مشارکت	زیر بخش	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی پیرسون	آمارهٔ F ANOVA	انحراف معیار ANOVA
		اجرا	کشاورزی	۰/۰۰۰	-	۷/۳۲	۲/۴۶
			دامداری		-		۳/۶۷
			باغداری		-		۱/۶۷
			کشاورزی و باغداری		-		۲/۳۲
			سایر		-		۳/۶۶
		نگهداری و مراقبت	کشاورزی	۰/۰۰۰	-	۶/۹۵	۲/۰۵
			دامداری		-		۳/۰۹
			باغداری		-		۱/۶۴
			کشاورزی و باغداری		-		۲/۰۲
			سایر		-		۳/۳۰
		کل	کشاورزی	۰/۰۰۰	-	۱۳/۸۷	۴/۹۵
			دامداری		-		۷/۹۵
			باغداری		-		۴/۱۸
			کشاورزی و باغداری		-		۴/۰۸
			سایر		-		۷/۱۹
		برنامه‌ریزی	کشاورزی	۰/۰۰۰	-	۵/۶۹	۱/۹۹
			دامداری		-		۲/۸۶
			پرورش طیور		-		۳/۵۰
			کارگر		-		۳/۰۸
			کاسب		-		۲/۳
		اجرا	دولتی	۰/۰۰۰	-	۶/۳۳	۲/۰۱
			سایر		-		۰/۵۷
			کشاورزی		-		۲/۲۳
			دامداری		-		۲/۶۲
			پرورش طیور		-		۴/۷۸
		نگهداری و مراقبت	کارگر	۰/۰۰۰	-	۶/۴۲	۴/۲۵
			کاسب		-		۳/۵۱
			دولتی		-		۳/۶۰
			سایر		-		۰/۵۷
			کشاورزی		-		۱/۹۳
		کل	دامداری	۰/۰۰۰	-	۹/۷۶	۲/۲۹
			پرورش طیور		-		۲/۳۸
			کارگر		-		۴/۵۵
			کاسب		-		۲/۹۸
			دولتی		-		۲/۴۳
		نگهداری و مراقبت	سایر	۰/۰۰۰	-	۹/۷۶	۴/۰۴
			کشاورزی		-		۳/۹۵
			دامداری		-		۵/۵۱
			پرورش طیور		-		۱۰/۰۸
			کارگر		-		۱۰/۷۳
		کل	کاسب	۰/۰۰۰	-	۹/۷۶	۷/۲۱
			دولتی		-		۷/۲۸
			سایر		-		۵/۱۹

۱
۲
۳

ادامه جدول ۹. ضریب همبستگی بین عامل‌های، متغیرها و مشارک‌های مختلف

نوع عامل	متغیر	نوع مشارکت	زیر بخش	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی پیرسون	آماره F ANOVA	انحراف معیار ANOVA
عامل‌های اجتماعی	مسئله‌های محیطی	برنامه‌ریزی	طبقه ۱	۰/۲۱۶	-	۱/۴۵	۲/۳۰
			طبقه ۲		-		۱/۹۰
			طبقه ۳		-		۱/۲۹
			طبقه ۴		-		۰/۷۰
			طبقه ۵		-		۱/۴۱
		اجرا	طبقه ۱	۰/۷۹۵	-	۰/۴۱۹	۲/۷۰
			طبقه ۲		-		۳/۱۲
			طبقه ۳		-		۲/۹۴
			طبقه ۴		-		۲/۱۲
			طبقه ۵		-		۳/۵۳
		نگهداری و مراقبت	طبقه ۱	۰/۱۸۹	-	۱/۵۴	۲/۳۲
			طبقه ۲		-		۲/۳۱
			طبقه ۳		-		۱/۹۱
			طبقه ۴		-		۰/۰۱
			طبقه ۵		-		۲/۸۲
تغییرات نهاد و اختلاف نظر	تغییرات نهاد و اختلاف نظر	کل	طبقه ۱	۰/۲۷۸	-	۱/۲۷	۵/۴۶
			طبقه ۲		-		۶/۰۶
			طبقه ۳		-		۵/۳۵
			طبقه ۴		-		۲/۸۲
			طبقه ۵		-		۷/۷۷
		برنامه‌ریزی	-	۰/۰۸۲	۰/۰۹۲	-	-
			-	۰/۹۷۹	۰/۰۰۱	-	-
			-	۰/۴۷۱	-۰/۰۳۸	-	-
			-	۰/۶۱۳	۰/۰۲۷	-	--
			-	-	-	-	-
		اجرا	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
		نگهداری و مراقبت	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
		کل	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-

جدول ۱۰ نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون چند متغیره را نشان می‌دهد اگر sig کوچکتر از ۰/۰۵ باشد فرض صفر که بیانگر بی اثر بودن متغیر در مدل است رد می‌شود و هرچه t بزرگتر باشد بیانگر این است که نقش آن متغیر در مدل‌سازی بیشتر است. نتایج رگرسیون چند متغیره نشان می‌دهد که ضریب استاندارد شده یا β متغیرهای مستقل شاخص اجتماعی فرهنگی برابر ۰/۰۳۷- و بیشتر از ضرایب استاندارد متغیرهای مستقل شاخص‌های برنامه‌ریزی با

جدول ۱۰. یافته‌های حاصل از تحلیل رگرسیون چند متغیره

متغیرهای مستقل	B (ضریب رگرسیون)	SEB (خطای استاندارد)	β (ضریب استاندارد شده)	T student	Sig
اقتصادی	۰/۲۲	۰/۴۵۸	- ۰/۳۱۵	- ۱/۸۹۰	۰/۰۶۹
اجتماعی فرهنگی	۱/۹۷	۰/۵۴۴	- ۰/۰۳۷	- ۰/۲۴۵	۰/۷۹۲
برنامه‌ریزی	۰/۲۶۸	۱/۴۱	- ۰/۰۶۷	- ۰/۳۴۵	۰/۷۸۰

Multiple R = ۰/۵۷ R square = ۰/۵۸۴ Adjust R square = ۰/۵۳ Standard Error = ۱۷/۵۲

■ نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر که با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عامل‌های مؤثر بر مشارکت جوامع روستایی در اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی در منطقه محمدشاهکرم شهرستان زهک، انجام شد نتایج نشان داد که روستاییان در مرحله نگهداری و مراقبت از طرح‌های بیابان‌زدایی انجام شده در منطقه، با میانگین $0.25/0.1$ بیشترین مقدار مشارکت را دارند. عدم اطلاع‌رسانی کافی به مردم منطقه و عدم آگاهی کافی آنها را می‌توان به‌عنوان یکی از مهمترین دلایل عدم مشارکت مردم در مرحله برنامه‌ریزی، طرح‌های انجام شده در منطقه مورد مطالعه ارائه نمود. طی بررسی‌های انجام شده، مشخص شد تنها کسانی از وجود این گونه طرح‌ها در مرحله برنامه‌ریزی مطلع شده‌اند که دارای مسئولیت محلی بوده‌اند و این مسأله حاکی از محدود بودن اطلاع‌رسانی در منطقه است. یکی دیگر از دلایل عدم مشارکت مردم در طرح‌ها را می‌توان به‌مبهم بودن اهداف طرح در مراحل اولیه و در نظر نگرفتن منافع درازمدت مردم نسبت داد. لذا زمانی که اهداف عملیات و مزایای طرح برای مردم شرح داده شود، زمینه برای ایجاد همدلی و همکاری فراهم خواهد شد. در منطقه مورد بررسی نوع مالکیت هیچ تأثیری بر مشارکت افراد نداشته و رابطه معنی‌داری بین مالکیت و مشارکت در مراحل برنامه‌ریزی، اجرا، مراقبت و نگهداری وجود ندارد. با توجه به نتایج، مشخص شد که عامل اجتماعی فرهنگی از دیگر عامل‌ها مهمتر بوده. از این‌رو مسئولان باید سعی کنند نخست برای ارتقاء سطح آگاهی جوامع روستایی از عواید اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی کوشا باشند و در مرحله دوم طرح‌ها را به گونه‌ای اقتصادی طراحی نمایند تا روستاییان مقیم، از مزایای مالی نسبتاً خوبی نیز برخوردار شوند تا از مهاجرت به شهرها منصرف شوند. از آنجاییکه شهرها در حوزه نفوذ مستقیم خود، ارتباط‌های مشخص تکرار شونده با روستاهای پیرامون برقرار می‌کنند برخی از این ارتباط‌ها نقش برجسته‌ای دارند، این ارتباطات شامل انتقال مازاد روستایی از روستاها به شهر، جابه‌جایی ناپایدار نیروی انسانی از روستا به شهر، عرضه کالای مصرفی انواع خدمات از شهر به روستا و جابه‌جایی محدود و ناپایدار نیروی کار از شهر به روستاست و با توجه

به نقش راهبردی روستا در رفاه انسان، نگرانی‌های دولت و سازمان‌ها و دیگران در مورد گسترش طرح‌های بیابان‌زدایی در بهره‌وری روستایی راهکاری اساسی برای کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد روستاییان می‌باشد. جامعه روستایی هدف معتقد است که درآمد سالیانه آنها فاکتور بسیار مهم دیگری است که در مشارکت آنها در طرح‌های مقابله با بیابان بسیار تأثیرگذار است، به این صورت که هرچه درآمد سالیانه ناشی از تأثیر اجرای طرح‌ها بیشتر باشد، میزان مشارکت آنها در اینگونه طرح‌ها بیشتر است. البته هر چقدر جامعه فقیرتر باشد، سعی می‌کند نقشی در این گونه طرح‌ها به عهده نگیرد، از این‌رو سود مالی و ارتقای سطح رفاهی جوامع روستایی در اولویت قرار دارد. روستاییان مورد هدف، معتقدند که در وهله اول دولت باید از مشارکت مردم به شکل اصولی و نظام‌مند در طرح‌های بیابان‌زدایی حمایت کند، در صورتی که دولت از مشارکت مردم در اینگونه طرح‌ها حمایت لازم را به‌عمل نیاورد، روستاییان نیز رغبت لازم را برای مشارکت در این طرح‌ها از خود نشان نمی‌دهند.

نتایج اولویت‌بندی پژوهش حاضر حکایت از آن دارد که انگیزه مالی بر افزایش مشارکت جوامع روستایی در طرح‌های جامع بیابان‌زدایی نقش اساسی دارد، زیرا روستاییان مناطق بیابانی اکثراً از لحاظ مالی فقیراند و به دلیل تفاوت کیفیت زندگی و امکانات شهری نسبت به روستا، تمایل به مهاجرت دارند و بیشتر با دید اقتصادی به طرح‌های مذکور می‌نگرند، از این‌رو پیشنهاد می‌شود که این طرح‌ها به گونه‌ای طراحی شود که روستاییان مشارکت‌کننده در این طرح‌ها، تشویق‌های مالی و امکانات رفاهی دریافت نمایند تا انگیزه مشارکت بیشتر را به‌دست آورند. با توجه به وجود اعتقاد جوامع روستایی به مشارکت بیشتر در طرح‌ها در صورت وجود تسهیلاتی مانند کمک‌های مالی، پیشنهاد می‌شود تا مسئولان پوشش یکسری کمک‌های مالی را برای آنان در طرح‌های جامع فراهم نمایند. از بین متغیرهای مورد بررسی، متغیرهای سن و سابقه شغلی از عامل‌های فردی با ضریب پیرسون 0.216 و مسئولیت محلی از عامل‌های اجتماعی، بیشترین مقدار همبستگی متغیرهای وابسته در مقدار مشارکت را دارند و عامل حفظ و نگهداری طرح‌های بیابان‌زدایی انجام شده در منطقه در رده بعد قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر پیشنهاد

می‌شود مجریان طرح‌ها و فعالیت‌های بیابان‌زدایی قبل از هر گونه اقدام در روستا، توجه ویژه‌ای به مقوله اعتماد و احترام متقابل، انسجام اجتماعی، تشکیل کلاس‌های آموزشی-ترویجی و آگاهی‌رسانی اهداف و ویژگی‌های طرح‌های بیابان‌زدایی داشته باشند.

■ References

1. Ahmadi, R., Heidary, Gh., & Khoshfar, Gh. R. (2017). Analysis of the relationship between different levels of trust with the participation of rangeland beneficiaries in rangeland improvement and reclamation (Case study: Choghakadoo, Kermanshah Province). *Range and Desert Research*, 25(2), 344-354. (in Farsi)
2. Atmis, E., Dasdemir, I., Lise, W., & Yildiran, O. (2007). Factors affecting women's participation in forestry in Turkey, *Ecological Economic*, 60(4), 787-796.
3. Dahmardeh, M.D., Yaghoubi Farani A., & Roosta, K. (2011). Investigation of socio-economic factors affecting the acceptance of desertification plans, A case study of crisis centers in Khosf region of south khorasan province, *Forest and Rangeland*, 89, 84-92. (in Farsi)
4. Damianos, D., & Giannakopoulos, N. (2002). Farmers participation in agri-environmental schemes in Greece. *British Food Journal*, 104(3/4/5), 261-274.
5. Darvish, M. (2000). Analytical outlook to concepts and technical terms in domain of desert literature, *Range and Desert Research*, 7(1), 1-52. (in Farsi)
6. Dolisca, F., R. Carter, D., M. McDaniel, J., A. Shannon, D., & M. Jolly, C. (2006). Factors Influencing farmer's participation in forestry management programs: A case study from Haiti. *Forest Ecology and Management*, 236(2-3), 324-331.
7. Elyasi, A., Shahedi, K., & Rastgar, Sh. (2018). Effective factors on stakeholders' willingness to participate at watershed management projects in hezarkhani watershed. *Watershed Management Research*, 8(16), 259-270. (in Farsi)
8. Fami, H.S., Faham, E., Fatehee, R., Muridsadat, P., & Malekipoor, R. (2011). Investigation of factors influencing participation of pastoralists in range management plans in Tafresh County rangelands, *Rangeland*, 4(4), 598-608. (in Farsi)
9. Ghorbani, M., & Avazpour, L. (2017). Analysis of structural characteristics of rural women network for establishment of collaborative management in desert areas. *Range and Desert Research*, 24(2), 383-391. (in Farsi)
10. Hasani, H., & Maleki, M. (2020). Socio-economic evaluation of watershed plans on the watershed residents (Case study: Hasanabdal basin- zanzan province). *Watershed Management Research*, 11(21), 143-153. (in Farsi)
11. Hematzadeh, Y., & Khlighi, N. (2006). Effective factors survey on lake participation of users in pasture and watershed management design (case study: User of kchik reagent sphere in Golestan province), *Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13(4), 88-100. (in Farsi)
12. Jingling, L., Yun, L., Liya, S., Zhiguo, C., & Baoqiang, Z. (2010). Public participation in water resources managment of Haihe river basin, China: the analysis and evaluation of status quo. *Environmental Sciences*, 2, 1750-1758.
13. Karimi, J., & Sharifzadeh, M. (2017). Investigating determinants of stakeholders' participation on rangeland projects: The case of goltape township, saqqez county. *Range and Desert Research*, 24(1), 238-248. (in Farsi)

14. Karimizade, K., Ghafari, G., & Youneszade Jalili, S. (2009). The role of public participation watershed and watershed management projects. 5th national conference on watershed management science and engineering of iran (Sustainable Natural Disaster Management), 24 April 2021, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources. (in Farsi)
15. Lise, W. (2000). Factors influencing people's participation in forest management in India. *Ecological Economics*, 34(3), 379-392.
16. Madadi, El., & Maleki, M. (2018). Socio-economic impact assessment of the implemented natural resource projects from the stakeholder's perspectives (Case Study: Watershed Andabil- Khalkhal City), *Rangeland*, 12(3), 267-280. (in Farsi)
17. Maleki, M., Dehghani Bidgoli, R., & Ghane Moghadam, R. (2018). Investigating the effects of natural resources and watershed management plans implemented with the participation of field operators in rural development (Case study: Gharehbiran basin of the nir city of Ardebil province), *Rural Development Strategies*, 5(3), 347-362. (in Farsi)
18. Marshall, G.R. (2004). Farmers cooperating in the commons? A study of collective action in salinity management, *Ecological Economics*, 51(3-4), 271-286.
19. Mosaffaie, J., Salehpour Jam, A., & Soltani, M.J. (2021). Identification and prioritization of effective factors on preventing participation of rural societies in watershed management plans. Case study (Niarij watershed of qazvin province), *Watershed Management Research*, 11(22), 121-131. (in Farsi)
20. Nateqi, D. (2006). Type of view and management in the desert areas of the country (past- present- future), *Forest and Range*, 70, 33-35. (in Farsi)
21. Organization of forests and rangelands of the country. (2007). The text of the bill on the accession of the islamic republic of iran to the united nations convention to combat desertification, Tehran, 200p.
22. Sajjadi, N., Mohammad Esmaili., M., Behmanesh, B., Sharaki, M.R., & Eskendari, F. (2005). Investigating the economic-social factors affecting on pastoralists participatory in implementing rangeland management project (Case study: Sanandaj city), *Range Management Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 2(1), 35-51. (in Farsi)
23. Sarmad, Z., Bazargan, A., & Hejazi, E. (2021). Research methods in behavioral sciences, Tehran, Agah publications, 408p. (in Farsi)
24. Shamsoddini, Sh., Emami, S.N., & Bahmani, S. (2019). Analyzing effective factors on rural participation in watershed management activities (Case study: Cheshmeh zainal proujen), *Iran-Watershed Management Science & Engineering*, 13(46), 102-112. (in Farsi)
25. Sharifi, O., Gholamrezaei, S., & Rezaei, R. (2010). Factors affecting the participation of rural people in watershed plans, Jiroft region, *Watershed Management Science and Engineering Iran*, 4(12), 1-10. (in Farsi)
26. Tadesse, A.S., & Cristiane, Q. (2018). Impacts of social indicators on assessing the recovery potential of impaired watersheds, *Environmental Management*, 219, 316-324.
27. Valashedi, R.N., Rahimi, J., & Alipour, A. (2019). Assessing the factors affecting the participation of rural communities in the implementation of desertification plan in iran's desert climates, *Range and Desert Research*, 26(3), 640-649. (in Farsi)
28. Zarei, M., Azmoodeh, A., Amirnejad, H., & Pirnia, A. (2013). Investigating the factors affecting the non-participation of exploiters in watershed management projects, (Case study of baranjestanak watershed), *Natural Resources Economics*, 2(2), 63-76. (in Farsi)

Assessment of Effects of Bandsars Use on Soil Properties in Desert Areas (Case Study: Southern Sabzevar Region, Khorasan Razavi)

M. Akbari ¹, M.T. Dastorani ^{2*}, A.A. Abbasi ³, F. Rahimi-Aghcheshmeh ⁴

1. MSc Graduate in Watershed management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Associate professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan_Razavi, Mashhad, Iran.
4. PhD student in Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

* Corresponding Author: dastorani@um.ac.ir

Received date: 11/08/2021

Accepted date: 02/12/2021



[10.22034/JDMAL.2021.535788.1345](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.535788.1345)

Abstract

In many areas of Iran where water is scarce, including the western Khorasan, people have understood the importance of water and soil resources. They have made great efforts to protect them, and they also gained valuable experiences. The use of these experiences in the construction of the Bandsars allowed optimizing the water and soil resources and the localization of watershed management operations which will improve the effectiveness of those operations. The bandsars cause the sedimentation of suspended particles by controlling the flow rate, and consequently, in addition to the increase in soil fertility, improve the recharge of groundwater, vegetation cover and desertification control. This research studies the effect of the use of flood in bandsars, located in the south of the city of Sabzevar on soil fertility using both field and laboratory methods. To achieve this, 5 Bandsars sites were selected in the study area, and in each site 3 soil profiles inside the bandsars and also 3 profiles outside the Bandsars with 60 cm depth were dug. The soil samples were collected from three depths of 0-20, 20-40 and 40-60 cm. Soil samples were transported to the laboratory and the amount of organic matter, N, P and K were measured. Results were analysed using t as well as Duncan tests. Results showed that the values of the fertilizing elements such as organic matter, N, P are different between inside and outside the bandsars, and are higher inside the bandsars comparing to the related outside areas. Although this difference is not statistically significant in some cases, it can be concluded that Bandsars improved soil fertility.

Keywords: Flood water utilization; Organic materials; Arid areas; Soil fertility; Combating desertification





تأثیر استفاده از بندسارهای سنتی بر ویژگی‌های خاکی در منطقه جنوب سبزوار

مرضیه اکبری^۱، محمدتقی دستورانی^{۲*}، علی‌اکبر عباسی^۳، فرشته رحیمی آغ چشمه^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲. استاد دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳. دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

۴. دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

* نویسنده مسئول: dastorani@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۱

doi [10.22034/JDMAL.2021.535788.1345](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2021.535788.1345)

چکیده

در بسیاری از مناطق کم‌آب ایران از جمله نواحی غربی خراسان، از دیرباز مردم برای حفاظت از خاک و آب تلاش‌های زیادی داشته و تجربه‌های ارزشمندی به‌دست آورده‌اند. بهره‌گیری از این تجربه‌ها در ساخت بندسارها به استفاده بهینه از منابع آب و خاک منجر شده و می‌تواند به بومی‌سازی عملیات حفاظت خاک و آب و افزایش کارایی آنها کمک کند. بندسار با کنترل سرعت جریان آب موجب ته‌نشینی ذرات معلق سیلاب می‌شود که علاوه بر حاصل خیزی خاک، موجب تقویت سفره‌های آب زیرزمینی، احیاء پوشش گیاهی و مهار بیابان‌زایی می‌شود. پژوهش حاضر به بررسی اثر استحصال سیلاب بندسارهای جنوب شهرستان سبزوار، بر روی حاصل خیزی خاک به دو صورت میدانی و آزمایشگاهی پرداخته‌است. بدین‌منظور در محدوده مورد بررسی، پنج منطقه دارای بندسار در نظر گرفته شد و در هر یک از محل‌های منتخب سه نیم‌رخ در داخل بندسار و سه نیم‌رخ در خارج آن به عمق 60 cm حفر شد. از سه عمق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ cm نمونه‌برداری انجام شد. سپس نمونه‌ها برای تعیین درصد مواد آلی خاک، مقدار N ، P و K به آزمایشگاه منتقل شد. در پایان نتایج حاصل از آزمایش‌ها به‌وسیله آزمون‌های دانکن و t مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که عناصر حاصل خیزی خاک مانند مقدار کربن آلی، N کل، P و K در داخل بندسارها با خارج از آنها متفاوت است و اغلب در داخل بندسارها بیشتر از خارج آنهاست. هرچند این تفاوت در برخی از مناطق معنی‌دار نیست ولی در کل می‌توان نتیجه گرفت که بندسار موجب افزایش حاصلخیزی خاک شده است.

واژگان کلیدی: استحصال سیلاب؛ بیابان‌زدایی؛ حاصلخیزی خاک؛ مناطق خشک؛ مواد آلی

■ مقدمه

بخش زیادی از کشور ایران با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک همواره با کمبود آب مواجه است (۲۲). بندسار به عنوان سامانه ساده و سنتی استحصال سیلاب در مناطق خشک و نیمه خشک است (۱۲) که با مشارکت آبخیزنشینان در سطح وسیعی از حوضه قابل اجرا بوده است و علاوه بر مهار سیلاب و تغذیه آبخوان، کشاورزی سیلابی را در منطقه گسترش می دهد و با رسوب گیری از سیلاب به غنی شدن خاک منجر می شود (۴). برای ایجاد و گسترش بندسارها باید مکان یابی مناطق مستعد احداث و توسعه بندسار، بر اساس نقشه سازندها و تشکیلات زمین شناسی صورت گیرد (۱۳). احداث بندسار به صورت خواسته یا ناخواسته موجب ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در خاک منطقه می شود از این رو ضروری است که این تغییرات مورد مطالعه قرار گیرند تا مفید یا غیرمفید بودن آن مورد ارزیابی قرار گیرد. بررسی ها در این زمینه صورت گرفته است.

در پژوهشی که به منظور بررسی اثرات استحصال سیلاب با استفاده از بندسارها بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد، نتایج نشان داد که بندسار بر روی ویژگی های فیزیکی خاک اثر مثبت تر داشته به طوری که تجمع رسوبات حمل شده توسط سیلاب منجر به بهبود ساختمان خاک در مناطق بیابانی شده است. شایان ذکر است که نتایج این پژوهش نشان از بهبود مواد آلی و pH خاک دارد (۱۷). در پژوهشی دیگری که در شهرستان سیرک هرمزگان صورت گرفت، نتایج گواه بر بهبود رشد و شادابی پوشش گیاهی کاشته شده در داخل بندسارها نسبت به حالت متداول آن بود (۱۶). همچنین طی تحقیقی به تأثیر رسوب گذاری بر بازده نفوذپذیری بندسارها در استان خراسان نتیجه چنین است که بین نفوذپذیری خاک بندسارها و مناطق شاهد، اختلاف معنی داری مشاهده شده است. لیکن علیرغم تأثیر رسوب گذاری بر کاهش ظرفیت نفوذ به مقدار ۵ تا ۶ برابر، بازده نفوذ اغلب بندسارها بیش از ۹۰٪ اندازه گیری شده است. رسوب گیری کم در هر سیل گیری، درشت بودن بافت خاک نهشته شده، شخم و کشت و کار از عوامل مؤثر در حفظ کارایی مطلوب بندسارها است (۱). بررسی تأثیر

پخش سیلاب بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک های عرصه پخش سیلاب قوشه دامغان در استان سمنان پرداخته شد و پارامترهایی از قبیل بافت، اسیدیته، شوری، Na، Cl و Mg تعیین گردید و نتایج به دست آمده نشان داد که درصد ماسه خاک عرصه نسبت به شاهد، ۲۰٪ کاهش و درصد سیلت و رس هریک به ترتیب ۲۳۰٪ و ۱۹۰٪ افزایش یافته است. بررسی خواص شیمیایی خاک نیز حاکی از آن است که اسیدیته تغییر ناچیزی داشته، شوری افزایش قابل ملاحظه ای نداشته، لیکن مقادیر منیزیم و کلسیم در عرصه پخش سیلاب نسبت به شاهد، ۲۰٪ افزایش و مقدار Na، ۲۰٪ کاهش داشته است (۱۱). در پژوهشی با مطالعه پیرامون تغییر ویژگی های خاک در منطقه پخش سیلاب قره چریان بدین نتیجه رسیده شد که مقدار شن در عرصه های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد به طور میانگین به اندازه ۲۲٪ کاهش داشته است. همچنین مقدار شن در عرصه های پخش سیلاب ۲۰ و ۳ نسبت به هم تفاوت معنی دار نداشت با این وجود تفاوت مقدار شن در عرصه های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد معنی دار بود. مقدار رس در عرصه پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد ۱۵٪ بیشتر بود و نیز پخش سیلاب منجر به کاهش اسیدیته خاک شده است. میزان شوری در عرصه های پخش ۱، ۲ و ۳ افزایش چشمگیری نسبت به عرصه شاهد داشت. میزان افزایش در عرصه های پخش نسبت به عرصه شاهد ۱۱۱٪ بود. مقدار ماده آلی در عرصه های پخش نسبت به عرصه شاهد به اندازه ۱۲٪ کاهش یافت لیکن این تفاوت معنی دار نبود. میزان آهک در عرصه پخش ۱ و به ویژه عرصه پخش ۲ کاهش چشمگیری نسبت به سایر عرصه ها داشت. مقدار ازت در عرصه های پخش نسبت به شاهد به طور چشمگیری کاهش یافت و عرصه پخش ۳ کمترین میزان N را داشت. میزان پتاسیم در عرصه های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد افزایش قابل ملاحظه ای یافت و در عرصه پخش ۲ بیشترین مقدار است (۲۱).

همچنین مطالعه ای با هدف بررسی اثر سیلاب های کم کیفیت بر روی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد و نتایج حاصل از این بررسی بیانگر کاهش هدایت الکتریکی، سدیم، کربنات، درصد مواد خنثی شونده، گچ و

اسیدیته و افزایش مواد آلی، پتاسیم، فسفر و بی‌کربنات در اکثر نمونه‌ها بود که این تغییرات در سطح ۵٪ معنی‌دار است. در مورد بافت خاک در اکثر نمونه‌ها شن در عمق صفر تا ۳۰ cm افزایش و رس خاک کاهش یافته است که باعث اصلاح بافت و ساختار خاک شده که این روند در سطح ۵٪ معنی‌دار است (۲). در پژوهشی به ارزیابی اثر اجرای طرح پخش سیلاب بر آبخوان آب باریک بم بر روی ویژگی‌های خاک و با تأکید بر حاصلخیزی خاک با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای به مرحله اجرا گذاشته شد. نتایج نشان داد که عمق رسوب، نفوذپذیری، فسفر و کربن آلی در حد معنی‌داری افزایش یافته‌اند (۱۵). بررسی دیگری نیز نشان داد استفاده از سامانه‌های آبخوان‌داری و استحصال آب باران، موجب بهتر شدن ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولوژیک خاک شده و پتانسیل خاک و پوشش گیاهی را در حفاظت از خاک و جلوگیری از تولید بیش از حد رسوب تغییر می‌دهد، به‌طوری کلی توسعه آبخوان‌داری سایر ویژگی‌های اکوسیستم را تحت تأثیر قرار داده است (۵). در پژوهشی در جلگه مازان نتایج نشان داد که استفاده از بندسارها در تهیه محصولات جالیزی و علوفه‌ای منجر به بهبود بهره‌وری شده و این مهم در سال‌های کم آب نیز با توجه به شرایط هیدرولوژیکی مناطق خشک قابل استحصال است، به‌طوری‌که منجر به عایدی و درآمد نسبتاً ثابت و واقعی در منطقه شده و نیازمند حمایت کارگزاران بخش کشاورزی است. از دیگر قابلیت‌ها و کارایی بندسارها در این منطقه می‌توان به تامین رطوبت به همراه اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق نگاهداشت آب، بهینه سازی بافت و افزایش مواد آلی و کاهش فاکتورهای شوری اشاره کرد (۲۰). همچنین در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که استفاده از بندسارها جهت حفاظت از آب و خاک در شرایط استحصال سیلاب‌ها کارایی بالایی دارد (۸). یافته‌های پژوهش نقش سازه‌های سنتی استحصال آب سطحی و آب باران در ایران نشان از کارایی زیاد این سازه‌ها در حفاظت از آب حکایت دارد (۱۲، ۱۹). بررسی اثر استحصال سیلاب در بندسارها بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه حوزه موید، سیوجان و علی آباد در

شهرستان بیرجند پرداخته شد و این نتیجه حاصل گردید که به‌جز درصد آهک، ازت کل خاک و مقدار اسیدیته که در داخل و خارج بندسار اختلاف معنی‌داری نداشتند بقیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱٪ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (۷). همچنین در سیستم پخش سیلاب میزان مواد آلی خاک را مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که میزان مواد آلی با بافت خاک در ارتباط است و در خاک‌های رسی بیشتر و در خاک‌های با بافت شنی میزان مواد آلی کمتر از بافت رسی است (۶). مطالعه‌ای در جنوب شرق مونتانا^۱ بر روی تأثیر پخش سیلاب انجام شد و به کاهش هدایت الکتریکی، افزایش ماده آلی، افزایش تولید مرتع در عملیات پخش سیلاب اشاره شد (۳). در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که خاک داخل خادین^۲ نسبت به خاک بیابان بارورتر است و دارای کربن آلی و N بیشتری است. محصول کشت‌شده در خادین بستگی به وضعیت رواناب دارد و از سالی به سال دیگر بسته به منطقه و شیب حوضه و شدت و فرکانس بارش متفاوت است. عملکرد محصول و بهره‌وری محصول می‌تواند با روش‌های جدید علمی افزایش یابد. مقدار ماده آلی در عمق صفر تا ۲۰ و ۶۰-۲۰ cm متفاوت است و در اولی از ۰/۷۶-۰/۳۹٪ و در دومی از ۰/۴۰-۰/۱۲٪ می‌باشد (۱۴). پژوهشی با بررسی سامانه خادین به‌عنوان سازه سنتی در هند به حاصلخیزی خاک داخل خادین‌ها نسبت به منطقه شاهد انجام گرفت و نتایج بررسی آن‌ها کاهش هدایت الکتریکی و افزایش مواد آلی در داخل خادین را نشان داد (۱۰).

بررسی منابع، بیانگر تمرکز پژوهش‌ها به معرفی و بیان قابلیت‌های این سازه سنتی و عملکرد این سازه‌ها در بخش تغذیه سفره‌های زیرزمینی و توسعه کشاورزی دارند. با این وجود در خصوص تأثیر احداث و طراحی بندسارها بر روی ویژگی‌های خاک منطقه کمتر اشاره شده که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بندسارها بر منابع خاکی تأثیرگذارند و به علت استفاده وسیع از آن در استان‌های خراسان و در ایران شناخت کامل آثار و کارکرد آن‌ها بر روی خاک ضروری به نظر می‌رسد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر بندسارها و تعیین آثار احتمالی مواد معلق

2 Khadin: dusty stacks in wide valleys

1 Montana

منطقه دامنه‌ای، روستای ثقیه قرار دارد. طول جغرافیایی این محدوده $۵۷^{\circ} ۵۲' ۲۱''$ تا $۵۸^{\circ} ۵۲' ۱۱''$ و عرض جغرافیایی $۳۵^{\circ} ۳۴' ۳۳''$ تا $۳۶^{\circ} ۰' ۴۲''$ می‌باشد (شکل ۱).

روش پژوهش

با توجه به بازدیدهای به‌عمل‌آمده از محدوده مورد مطالعه ۵ منطقه مختلف جهت مطالعه انتخاب شد که ویژگی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

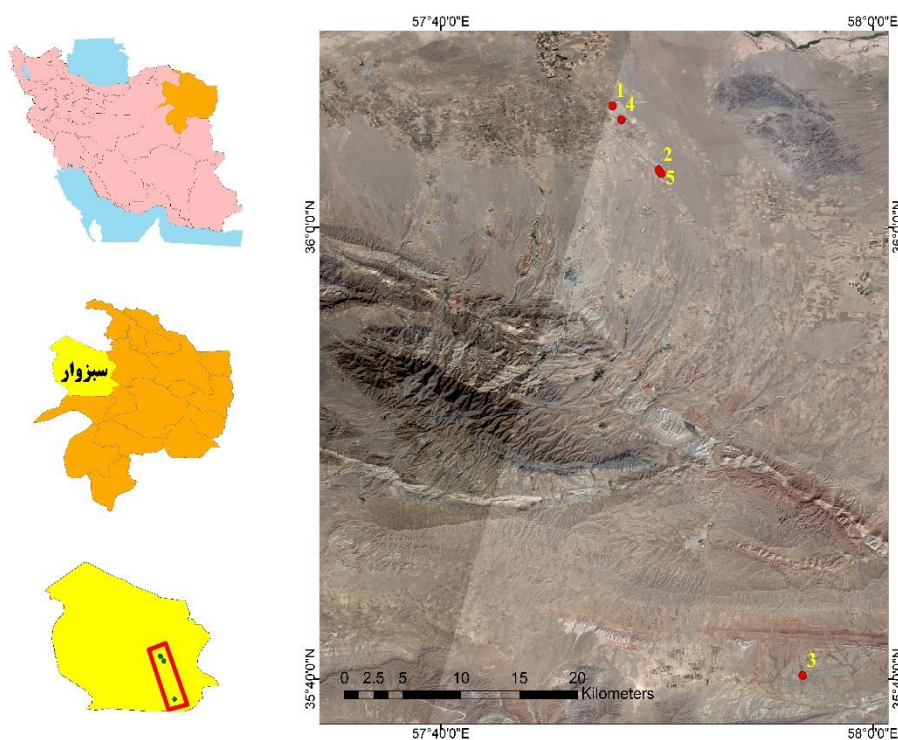
محدوده مورد مطالعه در تقسیم‌بندی ایران جزئی از زون ایران مرکزی محسوب می‌شود و گسل اصلی سبزوار مهم‌ترین گسل خارج مرزهای شمالی محدوده مورد مطالعه است و آبراهه اصلی منطقه کال‌شور است.

سیلاب‌ها بر روی حاصلخیزی خاک در جنوب سبزوار است. با توجه به اینکه در اغلب مناطق خشک و نیمه‌خشک، فقر حاصلخیزی خاک یک مشکل جدی در بهره‌برداری مناسب از آن است، چنانچه ایجاد بندسارها بتواند تاثیر قابل توجهی روی افزایش حاصلخیزی خاک داشته باشد، می‌توان با توصیه اجرای بهینه این سازه سنتی، شرایط استفاده بهتر از خاک را برای جوامع محلی فراهم آورد.

■ مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بندسارهای واقع در جنوب شهرستان سبزوار است. در منطقه دشتی محدوده مورد مطالعه روستای علی‌آباد، در منطقه کوهستانی روستای البلاغ و در حدود



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران، استان و شهرستان سبزوار

جدول ۱. معرفی بندسارهای منتخب

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	واحد	کاربری
۱	$E 57^{\circ} 47' 57''$	$N 36^{\circ} 51' 23''$	دشت	بندسار سنتی
۲	$E 57^{\circ} 50' 05''$	$N 36^{\circ} 52' 32''$	دامنه	بندسار سنتی
۳	$E 57^{\circ} 56' 45''$	$N 35^{\circ} 04' 08''$	کوهستان	بندسار سنتی
۴	$E 57^{\circ} 48' 21''$	$N 36^{\circ} 04' 46''$	دشت	باغ پسته
۵	$E 57^{\circ} 50' 12''$	$N 36^{\circ} 52' 23''$	دامنه	باغ پسته

هیدرومتر، دمای سوسپانسیون از 18°C بیشتر بود به ازای هر درجه $0/36$ به عدد هیدرومتر اضافه و اگر دما از 18°C کمتر بود به ازای هر درجه $0/36$ از عدد هیدرومتر کم شد. (ب) تصحیح کالگن: برای حذف خاصیت چسبندگی رس‌ها از نمک کالگن استفاده شد که کالگن خود دارای غلظت مشخصی در سوسپانسیون است، پس سبب کمتر فرورفتن هیدرومتر در مایع شده و عدد هیدرومتر بیشتر از مقدار واقعی نشان داده شد. لذا باید غلظت کالگن محاسبه گردید و مطابق رابطه ۱ و ۲ از عدد هیدرومتر کسر شد (۹).

$$a' = a - 2.5 \quad (1)$$

$$b' = b - 2.5 \quad (2)$$

a قرائت اول هیدرومتر، b قرائت دوم، علامت a' مقدار تصحیح شده رس و شن و علامت b' مقدار تصحیح شده رس می‌باشد. مقدار شن، رس و سیلت هم از طریق رابطه‌های ۳، ۴ و ۵ محاسبه شد.

$$\text{Sand\%} = 100(a'/\text{soil}(\text{gr}) * 100) \quad (3)$$

$$\text{Clay\%} = (b'/\text{soil}(\text{gr}) * 100) \quad (4)$$

$$\text{Silt\%} = 100 - (\text{clay\%} + \text{sand\%}) \quad (5)$$

در پژوهش حاضر سه نیمرخ داخل و سه نیمرخ خارج هر بندسار زده شد و منطقه خارج هر بندسار به عنوان منطقه شاهد آن بندسار منظور شد و مورد مقایسه با داخل بندسار قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی به کمک نرم‌افزار آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. به منظور درک اختلاف تیمارها حروفی در جداول آورده شده است که مربوط به گروه‌بندی آن‌ها در آزمون دانکن در سطوح ۱ و ۵ درصد می‌باشد. اعدادی که با حروف مشابه مشخص شده‌اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

بر پایه نقشه زمین‌شناسی منطقه، مهم‌ترین تشکیلات زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی شامل رسوبات آبرفتی عهد حاضر که از شمال غرب به سمت جنوب شرق گسترش یافته‌اند، فلیش‌های ائوسن (EF^1) که با امتداد شمال غرب جنوب شرق در بخش‌های جنوبی و غرب محدوده مورد مطالعه به صورت پراکنده قرار گرفته‌اند. آندزیت و بازالت‌های کرتاسه که به صورت بسیار محدود در سمت غرب محدوده قابل مشاهده‌اند و رسوبات آبرفتی کنگلومرا و ماسه سنگ پلیوسن (plc^2) در قسمت‌های جنوب و غرب منطقه هست و نیز سیلت‌های قرمز و سبز الیگوسن که در بخش‌های مرکزی منطقه مورد مطالعه گسترش یافته است (۱۴).

روش کار

در پژوهش حاضر ابتدا با بازدیدهای میدانی وضعیت بندسارها از نظر شکل ظاهری و ابعاد مورد بررسی و نمونه برداری قرار گرفت. برای برداشت صحرایی ۵ منطقه در نظر گرفته شد (جدول ۱) و از هر یک از بندسارها به روش کاملاً تصادفی نمونه برداری خاک صورت گرفت. این نمونه‌ها از سه عمق مختلف خاک شامل: عمق ۱: صفر تا 20 cm ، عمق ۲: 20 cm - 40 cm و عمق ۳: 40 cm - 60 cm برداشت شدند و جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های N ، P و K خاک به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. مقدار N کل با دستگاه کج‌دال اندازه‌گیری شد و برای تعیین میزان شن، سیلت و رس از روش هیدرومتری استفاده شد. اساس کار این روش، اندازه‌گیری چگالی سوسپانسیون خاک و آب است که به تدریج بر اثر رسوب مواد، کاهش پیدا کرده و هیدرومتر بیشتر در مایع فرو می‌رود و اعداد قرائت شده روی هیدرومتر متناسب با حجم مایع جابجا شده خواهد بود. دو تصحیح در اعداد روش هیدرومتری انجام شد:

الف) تصحیح حرارتی: چون هیدرومتر روی 18°C استاندارد شده و نیز با توجه به اینکه با افزایش دما ویسکوزیته مایع کاهش یافته و هیدرومتر بیشتر در مایع فرو می‌رود در نتیجه غلظت ذرات معلق را کمتر از مقدار واقعی به ما نشان می‌دهد. لذا اگر در زمان قرائت عدد

از آنجا که هدف طرح، مقایسه ویژگی‌های خاک بین مناطق مختلف داخل و خارج بندسارها بود، نیمرخ‌های داخل هر بندسار را تکرار در نظر گرفته و بدین ترتیب از نیمرخ‌های داخل بندسار میانگین‌گیری صورت گرفت.

■ نتایج

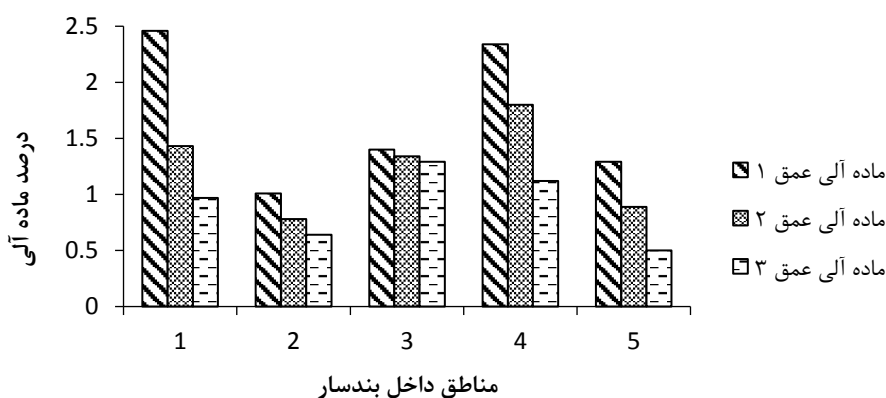
کربن آلی خاک در داخل بندسارها

مقدار درصد مواد آلی در تمامی مناطق مورد مطالعه با افزایش عمق کاهش یافته بود (شکل ۲). همچنین بین مقدار مواد آلی در عمق صفر تا ۲۰ سطح خاک با عمق ۲۰-۴۰ cm و ۴۰-۶۰ cm در منطقه‌های ۱ و ۴ که دشتی بودند تفاوت معنی‌داری داشت ولی در دیگر منطقه‌ها بین مقدار درصد کربن آلی در عمق‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مقایسه میانگین کربن آلی در داخل و خارج بندسار

مقدار کربن آلی در داخل بندسارها بیشتر از منطقه شاهد مربوطه بود (شکل ۳) و این تفاوت در مناطق ۲، ۳ و

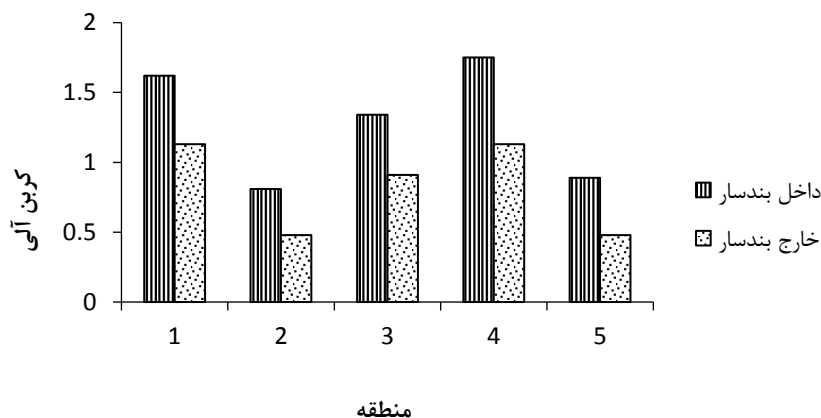
۴ از لحاظ آماری معنی‌دار گردید (جدول ۳). در مقایسه هر یک از مناطق مورد مطالعه با مناطق شاهد آن کمترین مقدار کربن آلی، مربوط به منطقه شاهد در محل‌های انتخابی ۲ و ۵ بود و اختلاف میزان درصد کربن آلی در بندسار منطقه ۲ با منطقه شاهد آن معنی‌دار بود ولی در منطقه ۵ اختلاف بین داخل بندسار با منطقه شاهد معنی‌دار نشد (جدول ۳). بیشترین مقدار کربن آلی در داخل بندسار در منطقه ۴ مشاهده شد و تفاوت آن با منطقه شاهد معنی‌دار بود (شکل ۴). در مقایسه بندسارهای سنتی با بندسارهای تغییر کاربری داده شده به باغ پسته؛ بین دو بندسار ۱ و ۴ که هر دو در منطقه دشت واقع شدند مشاهده شد که میانگین این دو منطقه تفاوت چندانی نداشتند و از ۱/۶۲ در بندسار سنتی به ۱/۷۵ در منطقه پسته‌کاری شده رسیده بود و تفاوت آن‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۴). همچنین این حالت در مناطق ۲ و ۵ نیز اتفاق افتاد و مقدار کربن آلی از ۰/۸۱ در بندسار ۲ به ۰/۸۹ در بندسار ۵ تغییر کرده بود و این تفاوت نیز معنی‌دار نشد (جدول ۵).



شکل ۲. نمودار درصد مواد آلی در داخل بندسار

جدول ۲. میانگین مواد آلی در سه عمق مناطق مورد بررسی

منطقه	مواد آلی عمق ۱	مواد آلی عمق ۲	مواد آلی عمق ۳
۱	۲/۴۶e	۱/۴۳ abc	۰/۹۷ ab
۲	۱/۰۱ ab	۰/۷۸ ab	۰/۶۴ a
۳	۱/۴۰ abc	۱/۳۴ ab	۱/۲۹ ab
۴	۲/۳۴ de	۱/۸۰ bcd	۱/۱۲ ab
۵	۱/۲۹ ab	۰/۸۹ ab	۰/۵۰ a



شکل ۳. نمودار مقایسه درصد مواد آلی در داخل و خارج بندسار

جدول ۳. مقایسه میزان درصد کربن آلی در داخل و خارج بندسار

منطقه	داخل بندسار	خارج بندسار	t	درجه آزادی	سطح
۱	۱/۶۲	۱/۱۳	۱.۹۹	۸	۰/۰۸۰
۲	۰/۸۱	۰/۴۸	۳/۳۵	۸	۰/۰۱۰
۳	۱/۳۴	۰/۹۱	۴/۸۷	۸	۰/۰۰۱
۴	۱/۷۵	۱/۱۳	۳/۰۷	۸	۰/۰۱۷
۵	۰/۸۹	۰/۴۸	۱۰/۳۵	۸	۰/۲۱۴

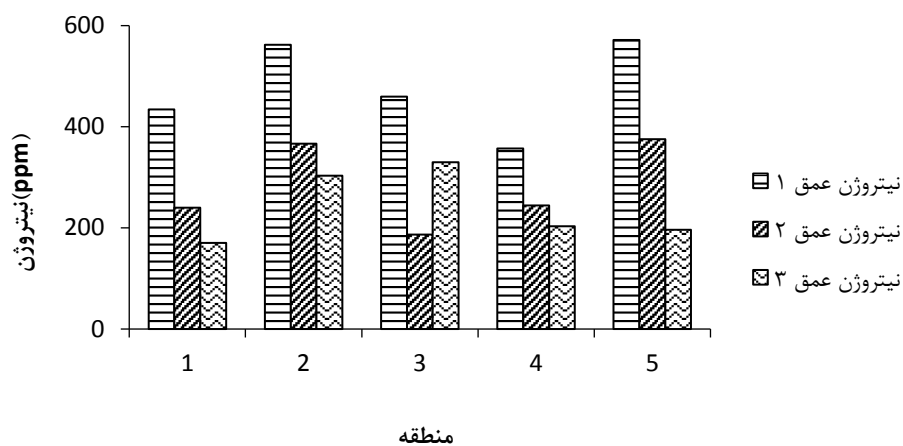
جدول ۴. مقایسه کربن آلی در بندسارهای سنتی و بندسارهای تبدیل شده به باغ پسته

منطقه	درصد کربن آلی	t	درجه آزادی	سطح معنی داری
۱	۱/۶۲	-۰/۵۵	۸	۰/۵۹۷
۴	۱/۷۵			
۲	۰/۸۱	-۰/۳۴۶	۸	۰/۷۳۸
۵	۰/۸۹			

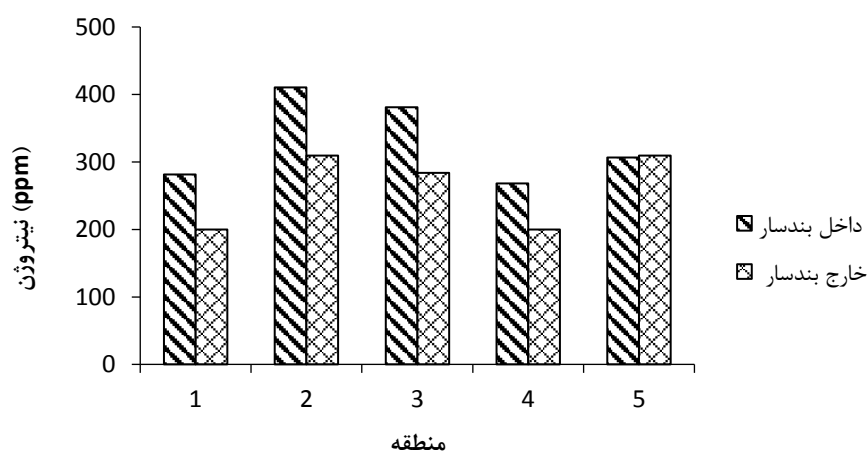
بررسی تغییرات نیتروژن خاک در داخل منطقه

مقدار نیتروژن خاک در کلیه مناطق داخل بندسار با افزایش عمق کاهش یافته بود (شکل ۴). بیشترین میزان نیتروژن $459/67 \text{ PPM}$ در عمق صفر تا 20 cm از سطح خاک در منطقه ۵ و کمترین مقدار نیتروژن $170/33 \text{ PPM}$ در عمق $40-60 \text{ cm}$ از سطح خاک در منطقه ۱ دیده شد. در مقایسه بین مقدار نیتروژن داخل و خارج بندسار مقدار نیتروژن در تمامی مناطق در داخل بندسار بیشتر از مقدار نیتروژن در خارج بندسار بود (شکل ۵). کمترین مقدار نیتروژن با $199/89 \text{ PPM}$ در خارج بندسار منطقه

۱ و ۴ دیده شد و بیشترین مقدار نیتروژن در داخل بندسار منطقه ۲ با $309/56 \text{ PPM}$ دیده شد. تفاوت مقدار نیتروژن داخل و خارج بندسار تنها در منطقه ۱ و ۴ معنی دار بود. در مقایسه بین مقدار نیتروژن خاک بندسارهای سنتی با باغ پسته، در مناطق ۱ با ۴ مشاهده شد که مقدار نیتروژن در منطقه ۱ بیشتر از منطقه ۴ بود ولی این تفاوت به لحاظ آماری معنی دار نشد (شکل ۶). در مقایسه بین مقدار نیتروژن خاک در منطقه ۲ و ۵ مقدار نیتروژن در منطقه ۵ بیشتر از منطقه ۲ بود ولی این تفاوت نیز به لحاظ آماری معنی دار نشد (جدول ۶).



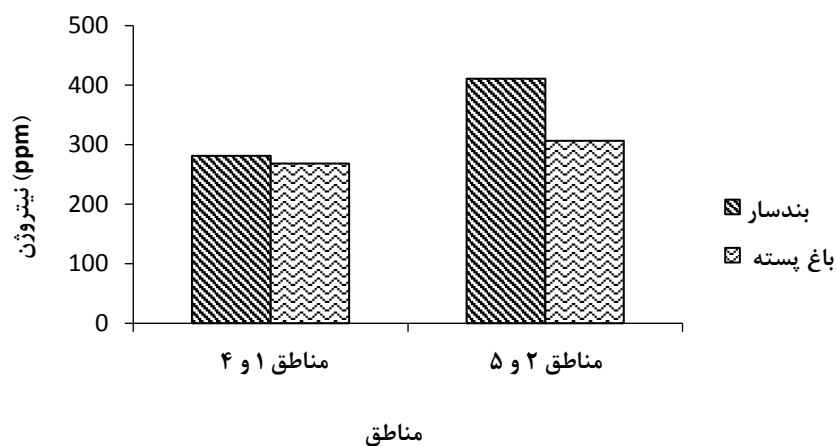
شکل ۴. نمودار میزان نیتروژن در داخل بندسار



شکل ۵. نمودار مقایسه نیتروژن داخل و خارج بندسار

جدول ۵. مقایسه نیتروژن خاک در داخل و خارج بندسار

منطقه	بخش	نیتروژن (PPM)	t	df	سطح معنی داری
۱	داخل بندسار	۲۸۱/۴۴	۳/۱۵۲	۸	۰/۰۱۴
	خارج بندسار	۱۹۹/۸۹			
۲	داخل بندسار	۴۱۰/۶۷	۲/۱۰۳	۸	۰/۰۶۹
	خارج بندسار	۳۰۹/۵۶			
۳	داخل بندسار	۳۸۱/۱۱	۱/۸۲۵	۸	۰/۱۰۵
	خارج بندسار	۲۸۳/۸۹			
۴	داخل بندسار	۲۶۸/۳۳	۲/۸۸۱	۸	۰/۰۲۰
	خارج بندسار	۱۹۹/۸۹			
۵	داخل بندسار	۳۰۶/۴۴	-۰/۲۴۹	8	۰/۸۱۰
	خارج بندسار	۳۰۹/۵۶			



شکل ۶. نمودار مقایسه نیتروژن بندسار سنتی و باغ پسته

جدول ۶. مقایسه نیتروژن در بندسار سنتی و باغ پسته و سطح معنی‌داری

منطقه	میانگین نیتروژن (PPM)	T	df	سطح معنی‌داری
۱	۲۸۱/۴۴	۰/۳۲۶	۸	۰/۷۵۲
۴	۲۶۸/۳۳			
۲	۴۱۰/۶۷	۱/۸۸۱	۸	۰/۰۹۷
۵	۳۰۶/۴۴			

جدول ۷. مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در داخل بندسار

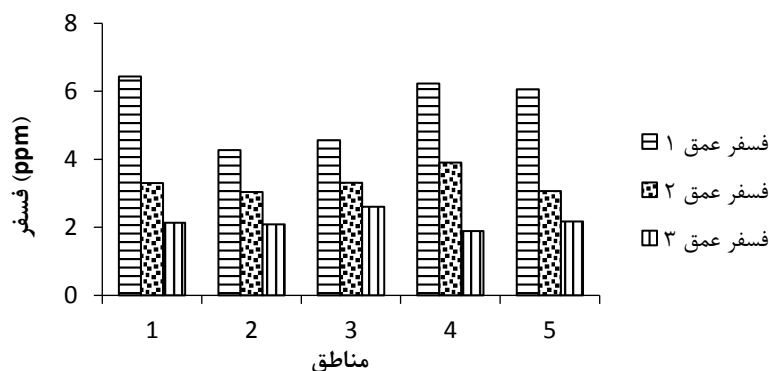
منطقه	عمق	نیتروژن (PPM)	فسفر (PPM)	پتاسیم (PPM)
۱	۱	۴۳۴abc	۶/۴۴ c	۴۵/۱۷ e
	۲	۲۴۰abc	۳/۳۰ ab	۲۵/۰۳ d
	۳	۱۷۰/۳۳ a	۲/۱۴ a	۲۸/۲۶bcd
۲	۱	۵۶۲/۳۳ d	۴/۲۷ ab	۲۴/۸۱abcd
	۲	۳۶۶/۳۳abcd	۳/۰۴ ab	۱۸/۷۲ ab
	۳	۳۰۳/۳۳abc	۲/۰۹ a	۱۶/۶۹ a
۳	۱	۵۷۱/۶۷ d	۴/۵۶ ab	۵۱/۹۳ e
	۲	۳۷۵/۶۷abcd	۳/۳۱ ab	۳۴/۶۴ cd
	۳	۱۹۶ ab	۲/۶۱ a	۲۴/۱۳abcd
۴	۱	۳۵۷abcd	۶/۲۳ c	۶۲/۰۸ f
	۲	۲۴۴/۶۷abc	۳/۹۱ ab	۳۱/۶۴ cd
	۳	۲۰۳/۳۳abc	۱/۸۹ a	۳۱/۶۴ cd
۵	۱	۴۵۹/۶۷ cd	۶/۰۶ c	۲۳/۷۹abc
	۲	۱۸۶/۶۷abc	۳/۰۷ ab	۱۷/۰۳ a
	۳	۳۲۹/۶۰ ab	۲/۱۷ a	۱۵/۶۷ a

فسفر خاک داخل بندسار

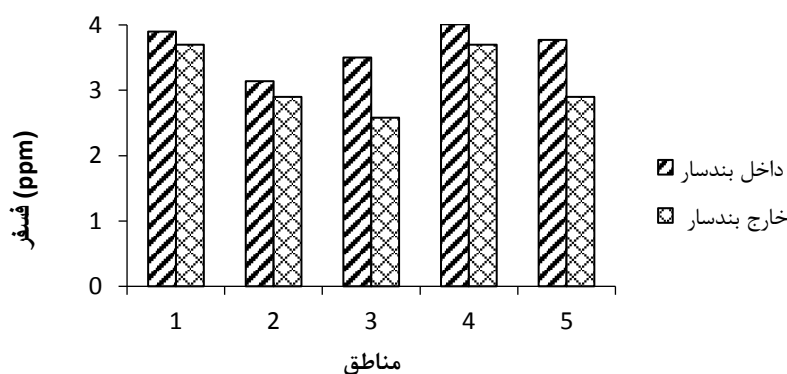
مقدار فسفر خاک در کلیه مناطق داخل بندسار با افزایش عمق کاهش یافته بود (شکل ۷). بیشترین مقدار فسفر با ۶/۴۴ PPM در عمق صفر تا ۲۰ cm سطح خاک منطقه ۱ مشاهده شد و تفاوت آن با دو عمق دیگر همان منطقه معنی‌دار بود ولی تفاوت آن با مقدارهای فسفر در عمق صفر تا ۲۰ cm سطح خاک مناطق ۴ و ۵ معنی‌دار

نشد و کمترین مقدار فسفر با ۱/۸۹ PPM در منطقه ۴ در عمق ۴۰-۶۰ cm سطح خاک دیده شد.

به‌طور کلی مقدار فسفر در خارج بندسار کمتر از داخل بندسار بود و بیشترین مقدار فسفر در منطقه ۴ در داخل بندسار دیده شد و کمترین مقدار فسفر در منطقه ۳ شاهد دیده شد (شکل ۸). تفاوت بین مقدار فسفر در داخل و خارج بندسارها تنها در منطقه ۳ معنی‌دار بود (جدول ۸).



شکل ۷. نمودار درصد فسفر داخل بندسار



شکل ۸. نمودار مقایسه فسفر داخل و خارج بندسار

جدول ۸. مقایسه مقدار فسفر در داخل و خارج بندسار

منطقه	بخش	میانگین فسفر (PPM)	t	df	سطح معنی‌داری
۱	داخل بندسار	۳/۹۰	۰/۲۱۶	۸	۰/۸۳۴
	خارج بندسار	۳/۷۰			
۲	داخل بندسار	۳/۱۴	۱/۸۲	۸	۰/۳۱۱
	خارج بندسار	۲/۹۰			
۳	داخل بندسار	۳/۵۰	۲/۷۷	۸	۰/۰۲۴
	خارج بندسار	۲/۵۸			
۴	داخل بندسار	۴/۰۱	۰/۲۷۸	۸	۰/۷۸۸
	خارج بندسار	۳/۷۰			
۵	داخل بندسار	۳/۷۷	۱/۱۰۶	۸	۰/۳۰۱
	خارج بندسار	۲/۹۰			

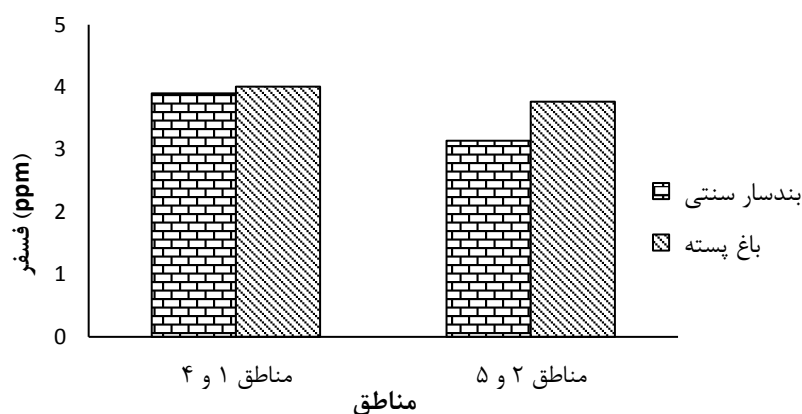
در منطقه ۴ دیده شد و کمترین مقدار پتاسیم در عمق ۴۰-۶۰ cm سطح خاک منطقه ۵ با ۱۵/۶۷PPM بود.

مقدار پتاسیم در تمامی مناطق داخل بندسار بیشتر از خارج آن بود (شکل ۱۱). در منطقه ۴ با ۴۱/۷۹PPM بیشترین مقدار پتاسیم و در خارج بندسار منطقه ۳ با ۱۳/۰۸PPM کمترین مقدار پتاسیم دیده شد. تفاوت مقدار پتاسیم خاک در مناطق داخل و خارج بندسار در تمامی مناطق ۱ تا ۵ معنی‌دار گردید (جدول ۱۰).

در مقایسه بین مقدار فسفر در منطقه ۱ و ۴ این مقدار در منطقه ۴ بیشتر از منطقه ۱ بود (شکل ۹) ولی این تفاوت معنی‌دار نشد و در مقایسه بین منطقه ۲ و ۵ مقدار فسفر در منطقه ۵ بیشتر از منطقه ۲ بود (جدول ۹).

بررسی مقدار پتاسیم در داخل بندسار

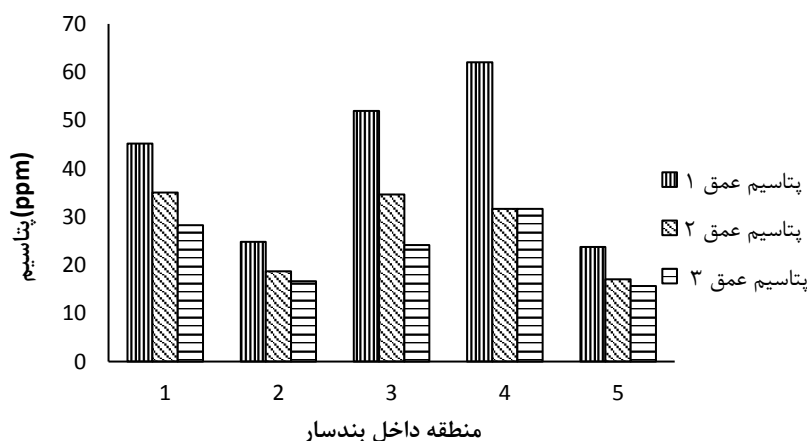
در مناطق مورد مطالعه داخل بندسار مقدار پتاسیم با افزایش عمق کاهش یافته بود (شکل ۱۰). بیشترین مقدار پتاسیم با ۶۲/۰۸PPM در عمق صفر تا ۲۰ cm سطح خاک



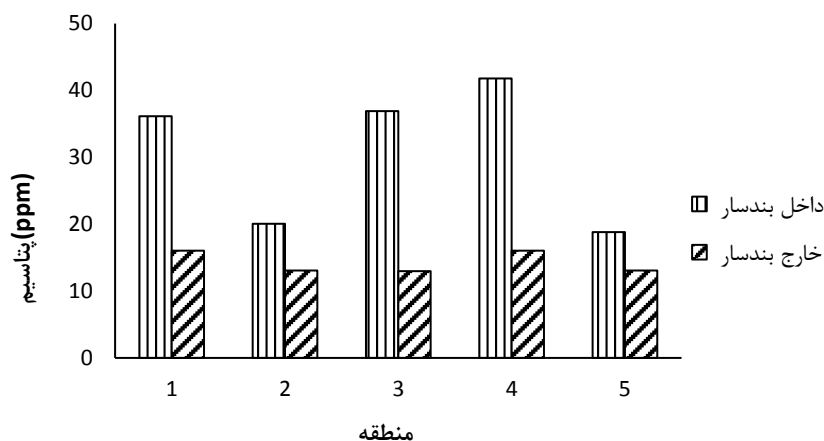
شکل ۹. نمودار مقایسه فسفر بندسار سنتی و باغ پسته

جدول ۹. مقایسه مقدار فسفر در مناطق ۱ با ۴ و ۲ با ۵

منطقه	میانگین فسفر خاک (PPM)	t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
۱	۳/۹۰	-۰/۱۷۴	۸	۰/۸۶۶
۴	۴/۰۱			
۲	۳/۱۴	-۰/۷۸۶	۸	۰/۴۵۴
۵	۳/۷۷			



شکل ۱۰. نمودار پتاسیم داخل بندسار



شکل ۱۱. نمودار مقایسه پتاسیم داخل و خارج بندسار

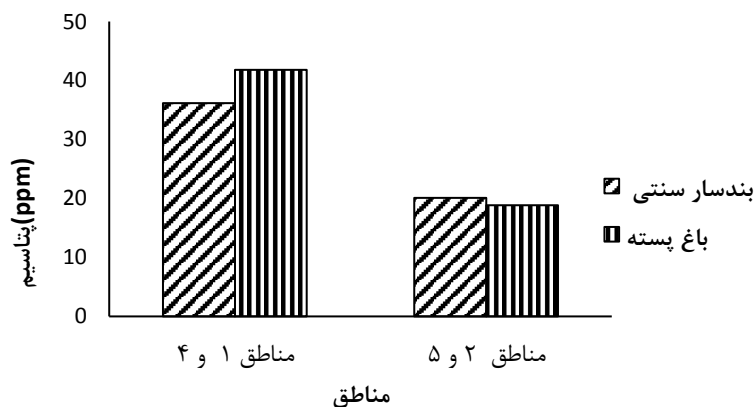
جدول ۱۰. مقایسه پتاسیم داخل و خارج بندسار

منطقه	بخش	میانگین پتاسیم	t	درجه آزادی	سطح معنی داری
۱	داخل بندسار	۳۶/۱۵	۱۲/۱۰۲	۸	۰/۰۰۰۱
	خارج بندسار	۱۶/۰۲			
۲	داخل بندسار	۲۰/۰۷	۴/۹۳	۸	۰/۰۰۱
	خارج بندسار	۱۳/۰۸			
۳	داخل بندسار	۳۶/۹۰	۷/۳۱۲	۸	۰/۰۰۰۱
	خارج بندسار	۱۲/۹۶			
۴	داخل بندسار	۴۱/۷۹	۸/۴۱۳	۸	۰/۰۰۰۱
	خارج بندسار	۱۶/۰۲			
۵	داخل بندسار	۱۸/۸۳	۴/۴۶۲	۸	۰/۰۰۲
	خارج بندسار	۱۳/۰۸			

پتاسیم خاک در منطقه ۲ بیشتر از منطقه ۵ بود ولی تفاوت بین این دو منطقه نیز به لحاظ آماری معنی دار نشد (جدول ۱۱).

مقایسه پتاسیم در منطقه ۱ با ۲ و ۴ با ۵

در مقایسه بین منطقه ۱ و ۴ مقدار پتاسیم در منطقه ۴ بیشتر از منطقه ۱ بود ولی تفاوت آن به لحاظ آماری معنی دار نشد (شکل ۱۲). در بین دو منطقه ۲ و ۵ مقدار



شکل ۱۲. نمودار مقایسه پتاسیم بندسار سنتی و باغ پسته

جدول ۱۱. مقایسه پتاسیم در بندسارهای سنتی با باغ پسته

منطقه	میانگین پتاسیم خاک (PPM)	t	df	سطح معنی‌داری
۱	۳۶/۱۵	-۱/۳۵	۸	۰/۲۱۴
۴	۴۱/۷۹			
۲	۲۰/۰۸	۲/۲۳۶	۸	۰/۰۵۶
۵	۱۸/۸۳			

■ بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر عناصر پرمصرفی چون N، P و K قابل جذب و کربن آلی به‌عنوان شاخص‌های حاصلخیزی خاک موردبررسی قرار گرفتند. کربن آلی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ویژگی‌های شیمیایی خاک در بحث حاصلخیزی خاک است و هرگونه تغییر در این شاخص منجر به تغییر در سایر ویژگی‌های شیمیایی خاک می‌شود. در مقایسه میانگین کربن آلی در داخل و خارج بندسارها در مناطق ۲ و ۵ لازم به ذکر است که مقدار کربن آلی از ۰/۸۱ در بندسار ۲ به ۰/۸۹ در بندسار ۵ تغییر کرده است که البته این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نشد. در این راستا باتوجه به اینکه در بازدیدهای میدانی مشخص شد که این مناطق در سال‌های گذشته به کشت پسته اختصاص پیدا کرده و از طرفی اطلاعاتی مبنی بر استفاده از کود شیمیایی و حیوانی به صورت متناوب در کشت این محصولات حاصل شده است، در نتیجه علت این تغییر در مناطق ۴ و ۵ را می‌توان افزودن کود به این دو منطقه و افزایش مقدار ماده آلی خاک بیان کرد. همچنین مقدار فسفر در منطقه ۵ بیشتر از منطقه ۲ اندازه‌گیری شد که علت آن نیز همانند حالت قبل می‌تواند به وجود باغ‌های پسته در منطقه ۵ یا افزودن کود فسفره به خاک مناطق پسته‌کاری شده باشد. از نظر مقایسه عناصر مربوط به حاصلخیزی خاک در داخل و خارج بندسارها در مناطق مورد مطالعه نیز می‌توان گفت که مقدار کربن آلی در تمامی مناطق مورد مطالعه در داخل بندسارها نسبت به منطقه شاهد مربوطه افزایش داشته است ولی تغییرات آن فقط در مناطق ۲، ۳ و ۴ از نظر آماری معنی‌دار است. به عبارت دیگر ورود سیلاب به بندسارها باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک شده است. بررسی دیگران نیز نشان داده که مقدار کربن آلی خاک در داخل مناطق سیل‌گیری شده بیشتر

از خارج آن است (۲، ۳، ۶، ۷، ۱۰، ۲۱). مقدار نیتروژن خاک نیز در داخل بندسارها بیشتر از خارج آن‌ها بوده است و در مناطق ۱ و ۴ این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است که این نتیجه نیز هم‌راستا با تحقیقات دیگران در این زمینه می‌باشد (۷، ۱۴، ۲۱). همچنین همان‌گونه که شکل ۸ نشان داد مقدار فسفر خاک در تمام مناطق مورد مطالعه در داخل بندسارها بیشتر از خارج آن‌ها است ولی این تفاوت تنها در منطقه ۳ معنی‌دار است. تحقیقات مرتبط دیگران هم حکایت از آن دارد که سیلاب منجر به افزایش مقدار فسفر خاک می‌گردد (۲، ۷). نتایج تحقیق بیانگر آن است که مقدار پتاسیم خاک نیز در تمامی مناطق در داخل بندسارها بیشتر از خارج آن‌ها اندازه‌گیری شده است و این تفاوت در همه مناطق از نظر آماری معنی‌دار است و این نتیجه نیز با برخی نتایج تحقیقات دیگر سازگار است (۲، ۷، ۱۵، ۲۱). نتایج همچنین بیانگر آن است که در تمامی مناطق در داخل بندسارها با افزایش عمق خاک مقدار درصد شن افزایش می‌یابد به جز منطقه ۵ که با افزایش عمق مقدار درصد شن کاهش یافته است و دلیل آن هم این است که این منطقه به علت آماده‌سازی برای کشت پسته از حالت سنتی خارج شده است و حتی ممکن است خاک از خارج از محدوده به منطقه پسته‌کاری اضافه شده باشد. مقادیر سیلت در بندسارهای سنتی نسبت به بندسارهای تغییر کاربری یافته به باغ‌های پسته بیشتر می‌باشد و تفاوت بین این دو نیز معنی‌دار است که علت آن می‌تواند ادامه استفاده سنتی سیل‌گیری در سایت‌های ۱ و ۲ نسبت به سایت‌های ۴ و ۵ که تغییر کاربری یافته‌اند باشد که در این صورت می‌توان گفت بندسارها و سیل‌گیری مرتب آن‌ها باعث افزایش مقدار سیلت در خاک می‌گردد. در مقایسه مناطق ۲ و ۵ این نکته روش است که درصد رس از ۳۲/۹ در منطقه ۲ به ۵۲/۹۳ درصد در منطقه ۵ رسیده است که

با توجه به جدول ۳ این تفاوت از نظر آماری نیز معنی‌دار است. این افزایش رس می‌تواند به علت افزودن خاک دستی و تغییر بافت در آن توسط مالکین باغات پسته در منطقه ۵ نیز باشد.

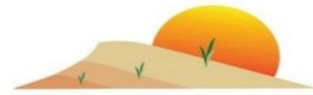
با بررسی عملکرد بندسارها در مناطق مورد مطالعه در این تحقیق می‌توان گفت که استفاده از بندسار به عنوان یک روش سنتی جمع‌آوری آب باران و سیلاب شیوه‌ای پایدار جهت بهره‌برداری مناسب از منابع آبی، بهبود وضعیت خاک، تولید محصولات کشاورزی و مقابله با خسارات سیلاب و مدیریت رواناب‌ها بوده است که با هزینه کم موجب بهبود و حفاظت آب‌و خاک منطقه می‌شود و با تسهیل نفوذ آب در منطقه مانع هدر رفت آن به داخل کویر می‌گردد. با توجه به شرایط موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون منطقه تحقیق که با کمبود جدی آب مواجه است انتظار

می‌رود که مدیریت بارش در این مناطق به طرز صحیحی صورت گیرد و به مهار بارندگی برای استفاده مطلوب و بهینه از آن توجه بیشتری شود که با توجه به کمبود جدی آب کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر با توسعه، احیا و بروز رسانی این سامانه‌های سنتی می‌توان از مزایای متعدد آن‌ها مانند هزینه پایین، کاربرد و فراگیری آسان و سازگاری بالای آن‌ها با محیط‌زیست در جهت بهبود وضعیت کشاورزان و نیز حفظ و احیاء آب‌و خاک بهره‌برداری نمود. در اغلب بندسارهای موجود در منطقه مورد مطالعه، حفاظت کافی در قسمت پشته‌ها و سرریزها صورت نگرفته است لذا با مقاوم‌سازی و حفاظت پشته‌ها و سرریزها می‌توان به مقاومت آن‌ها در برابر سیلاب افزود و نیز با کوبیدگی کافی در پشته‌ها و افزایش عرض پشته‌ها برای بهبود و پایداری آن‌ها عمل نمود.

■ References

1. Arab Khedri, M., Partovi, A., Kamali, K., Ghaffari, A. & sareshtrhdari, A. (2002). *Research on the effect of sedimentation on the permeability efficiency of traditional flood distribution networks (Dams)*, Research Project Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 102. (in Farsi)
2. Barabadi, H., Zehtabian, Gh. Tavili, A., Dadrasi-Sabzevar, A. & Khosravi, H. (2013). Effect of Flood Spreading on Soil Physico-Chemical Properties (Case Study: Barabad Region), *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 2(2), 37-46. (in Farsi)
3. Branson, F. A. (1956). Range forage production changes on a water spreader in southeastern Montana. *Range Management*, 9(4), 187-191.
4. Akbari, M., Dastorani, M.T. & Abbasi, A.A. (2016). *Assessment of Bandsars structure as traditional structures for rainwater harvesting in arid and semi-arid areas (Case study: Sabzevar southern area)*. Paper presented at the 4th National Conference on Rainwater catchment systems, Mashhad, Iran. (in Farsi)
5. Dokhani, S. (2018). Hydrological responses of soil to Rain Water Harvesting (RWH) on in Semi-Arid regions of central Iran. *Advanced Life Sciences*, 11(3), 96-100.
6. Hubbell, D.S. & Gardner, J. L. (1944). Some edaphic and ecological effects of water spreading on rangeland. *Ecology*, 25(1), 27-44.
7. Jafari, M., Ashouri Nejad, A., Arab Khedri, M. & Azarnivand, H. (2002). Effect of flood extraction in dams on physical and chemical properties of soil, *Natural Resources*, 55(4). 465-477. (in Farsi)
8. Jafari M., Tavili A., Panahi F., Zandi Esfahan E., Ghorbani M. (2018). *Management of Water Resources. In: Reclamation of Arid Lands*. Environmental Science and Engineering. Springer, Cham.
9. Klute, A. and C. Direksen. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. PP. 687-734. In: A. Klute (Ed.), *Method of Soil Analysis, Part 1*. Agronomy 9 Soil Science Society of America Madison. W. I.

10. Kolarkar, A.S., Nurthy S., & singl, N. (1983). Khadin-A method of harvesting water. *Arid Environments*, 6(1), 56-66.
11. Mahdian, M. H., Hosseini Chagini, A. Shariati M. H., & Khaksar, K. (2003). Study of the Effect of Flood spreading on Physicochemical Changes in Soil (Case Study: Flood spreading in Gushheh Damghan), *Research and Construction in Natural Resources*, 61(1), 39-44. (in Farsi)
12. Okhravi, S., & Eslamian, S. (2021). Traditional Water Harvesting in Iran. *Handbook of Water Harvesting and Conservation: Case Studies and Application Examples*, 385-395.
13. Peyrovan, H.R., Bayat, R., & ArabKhedri, M. (2019). Geological zoning of areas prone to the creation and expansion of dams in the Birjand region. *Rainwater Reservoir Systems*, 7(2), 1-14. (in Farsi)
14. Prasad, R.S., Mertia, P.S., & Narain, P. (2004). Khadin cultivation: a traditional runoff farming system in Indian Desert need sustainable management, *Arid Environments*, 58(1), 87-96.
15. Sareshtedari, A. (2004). Effects of flood spreading plan on soil permeability and fertility, *Research and Construction in Natural Resources* ,62(1), 83-93. (in Farsi)
16. Shakeri, F., Akbarian, M., & Hatami Gurbandi, H. (2011). *Evaluation of Bandsar Efficiency in Vegetation of Arid and Semi-Arid Areas, A Case Study of Hormozgan sirak City*, Fifth National Watershed Management Conference, March 4-11, Kerman. (in Farsi)
17. Sharifikia, M., & Mozaffari, Z. (2015). Extraction of physical properties and explanation of the efficiency of dams in soil and water resources management: *Geographical studies of arid regions*, 4(16), 1-14. (in Farsi)
18. Shahrabi, M., Hosseini, M., Shabani, K. (2007). *Description of the map of 1/100,000 Bardaskan*, published by the Geological Survey of Iran.
19. Sheikh, V. (2021). Assessing the Status and Importance of Rainwater Harvesting from Public Perceptions (Case Study: Six Regional Capital Cities of Iran). *Water Harvesting Research*, 4(1), 41-53.
20. Tajbakhsh, S.M., Begian Koleh Marzi, B. & Mirzaei, A. (2019). *Bandsar is a suitable method for flood cultivation (Case study: Majan Plain)*, 8th National Conference on Rainwater catchment systems. (in Farsi)
21. Vaezi, A. R., Hossein Shahi, A. & Abdinejad, p. (2013). Physical and chemical properties of soil the influence of flood spreading in Qaracharian station of Zanjan, *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, Water and Soil Sciences*, 16(62), 149-1161. (in Farsi)
22. Yadollahi, A. (2019). *Investigating the importance of Bandsar as a strategy compatible with water shortage in Birjand plain*. The first national conference on adaptation strategies to water scarcity in arid and semi-arid regions. Sabzevar. (in Farsi)



Contents

- **The Impact of Climate Change on The Geographic Distribution of *Thymus Kotschyanus* (Boiss and Hohen) Using Ensemble Modelling** 1
Nazari S., Z. Jafarian, S.J. Alavi and A.A. Naghipour

- **Evaluation of Wind Erosion Risk in Abarkouh Plain Using Landsat Satellite Imageries** 17

Jebali A. and A. Zare Chahouki

- **Effect of Selenium and Silicon Foliar Spraying on Some Physiological Traits and Yield Parameters of *Origanum vulgare* L. under Drought Stress** 33
Mahdavi S.R., K. Kamali Aliabad, H. Sodaeezadeh and F. Dehghani

- **Application of TGSI - Albedo feature space model in assessing of desertification status in the center of Khuzestan province** 49
Hashem Geloogerdi S., A. Vali and M. R. Sharifi

- **Study of Factors Influencing on Rural Participation in Desertification Projects (Case Study: Mohammad Shahkaram area in the town of Zahak)** 67
Khaksefidi A., B. Sahebzadeh and Z. Nosratpanah

- **Assessment of Effects of Bandsars Use on Soil Properties in Desert Areas (Case Study: Southern Sabzevar Region, Khorasan Razavi)** 87
Akbari M., M.T. Dastorani, A.A. Abbasi and F. Rahimi-Aghcheshmeh

JOURNAL OF DESERT MANAGEMENT

**Published Quarterly by the Scientific Association of Management and Control of
Iran's Desert Regions, Under the License No. 3.126885 of the Ministry of Science,
Research and Technology of I.R. Iran**

Vol. 9

No. 3

2021

License Holder: Scientific Association of Management and Control of Iran's Desert Regions

Publisher: Scientific Association of Management and Control of Iran's Desert Regions

Director-in-Charge: M.R. Ekhtesasi, Professor of the Yazd University

Editor-in-Chief: S.J. Khajeddin, Emeritus Professor of the Isfahan University of Technology

Technical Manager: H. Khosravi, Associate Professor, University of Tehran

Editorial Board:

H. Azarnivand, Professor, Tehran University

N. Baghestani Meybodi, Associate Professor, Agriculture and Natural Resources Research Center of Yazd

M.T. Dastorani, Professor, Ferdowsi University of Mashhad

M.R. Ekhtesasi, Professor, Yazd University

S. Feyz Nia, Professor, University of Tehran

S.J. Khajeddin, Emeritus Professor, Isfahan University of Technology

H. Khosravi, Associate Professor, University of Tehran

H. Malekinejad, Associate Professor, Yazd University

M. Mohseni Saravi, Professor, University of Tehran

A. Pahlavanravi, Associate Professor, Zabol University

A.H. Saffarzadeh, Associate Professor, Kyushu University, Japan

S. Soltani, Professor, Isfahan University of Technology

A. Talebi, Professor, Yazd University

Editors: *Persian:* A.A. Nazari Samani, Associate Professor, University of Tehran

English: M. Zare, Associate Professor, Yazd University

Executive Manager: A. Jebali

Type & Layout: A. Jebali

Address: Iranian Scientific Association of Desert Management and Control
(ISADMC), Arid Lands & Desert Research Institute (ADRI), Yazd
University, Po. Box 89195-741, Yazd, IRAN

Telefax: +98 35 38210698

E-mail: jdm.isadmc@yahoo.com

Journal of



Desert Management



ISSN 2476-3721

Quarterly:

Volume 9 - No 3- Autumn 2021

19

Contents

- **The Impact of Climate Change on The Geographic Distribution of *Thymus Kotschyanus* (Boiss and Hohen) Using Ensemble Modelling** 1
Nazari S., Z. Jafarian, S.J. Alavi and A.A. Naghipour

- **Evaluation of Wind Erosion Risk in Abarkouh Plain Using Landsat Satellite Imageries** 17
Jebali A. and A. Zare Chahouki

- **Effect of Selenium and Silicon Foliar Spraying on Some Physiological Traits and Yield Parameters of *Origanum vulgare* L. under Drought Stress** 33
Mahdavi S.R., K. Kamali Aliabad, H. Sodaeezadeh and F. Dehghani

- **Application of TGSI - Albedo feature space model in assessing of desertification status in the center of Khuzestan province** 49
Hashem Geloogerdi S., A. Vali and M. R. Sharifi

- **Study of Factors Influencing on Rural Participation in Desertification Projects (Case Study: Mohammad Shahkaram area in the town of Zahak)** 67
Khaksefidi A., B. Sahebzadeh and Z. Nosratpanah

- **Assessment of Effects of Bandsars Use on Soil Properties in Desert Areas (Case Study: Southern Sabzevar Region, Khorasan Razavi)** 87
Akbari M., M.T. Dastorani, A.A. Abbasi and F. Rahimi-Aghcheshmeh