تحلیل فضایی تنش‌های گیاهی و فرسایش مرتبط با بافت خاک و اقلیم مبتنی براصول سنجش دور و روش‌های تجربی(مورد مطالعه: شهرستان مراوه تپه)

یوسف درویشی*: *استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام‌نور*
امیر اشنویی نوش‌آبادی: *استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه لرستان*
محمدحسین فرنگی: *کارشناس ارشد سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، دانشکدهٔ مهندسی گروه عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶)
DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7

چکیده

فرسایش به ویژه فرسایش آبی، یکی از مسائل مهم و اصلی تخریب منابع زیست محیطی است. جلوگیری از فرسایش، مستلزم شناخت ابعاد مختلف آن است. تنش به مفهوم تغییر شرایط طبیعی و بهینهٔ فیزیولوژی گیاه است که به کاهش رشد و نمو آن منجر می‌شود. از کاربردهای مهم تصاویر ماهواره‌ای تحلیل سری‌های زمانی گیاهی است. در بعضی مواقع از خود تصاویر ماهواره‌ای یا داده‌های ثانویهٔ استخراج شده مثل شاخص‌ها و مؤلفه‌های تصویر در تحلیل‌های سری زمانی استفاده می‌شود که این داده‌ها خود نیازمند پیش پردازش‌ها و یکسان‌سازی از لحاظ سیستم مختصات یا حتی نیازمند پردازش‌های مجدد برای استخراج پارامترهای آماری مثل میانگین، مینیموم، ماکزیمم، تغییرپذیری و آنومان‌ها است. هدف این پژوهش، تحلیل فضایی تنش‌های گیاهی و فرسایش مرتبط با بافت خاک و اقلیم مبتنی بر سنجش از دور و روش‌های تجربی است؛ بدین منظور ابتدا با بررسی داده‌های ماهوارهٔ مودیس، محاسبهٔ آنامالی‌های گیاهی در هر پیکسل بر اساس توزیع z انجام شد. سپس با استفاده از پارامترهای مؤثر در تنش گیاهی همچون رطوبت، تبخیر و تعرق، دما و بارش با بازهٔ زمانی ۲۶ ساله، آنالیز سری زمانی‌ها به روش منکندال انجام شد. در این مطالعه از تارنمای EarthData، تصاویر ماهوارهٔ مودیس با کد (MOD13Q1) از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ دریافت و پیش‌پردازش و پردازش‌های لازم بر روی آن انجام شد. همچنین به‌منظور آشنایی با شهرستان و برنامه‌ریزی صحیح و اصولی، برای مطالعات فرسایش از منطقهٔ مراوه‌تپه بازدید و در نهایت، برای محاسبهٔ فرسایش به استفاده از روش تجربی همچون EPM در منطقهٔ موردمطالعه اکتفا شد. نتایج این تحقیق نشان داد که به علت عدم رعایت مسائل چرای دام و منع بهره‌برداری از مناطق حساس به فرسایش به‌خصوص تبدیل روبه رشد تغییر کاربری به زراعت و از بین رفتن پوشش مرتعی، فشرده شدن حتی به بروز هرز آب‌ها و شسته شدن خاک سطح مراتع منجر شد و تشدید آن به نحوی بود که دامنه‌ها به‌طورکلی تخریب و فرسایش‌های شیاری خیلی شدیدی در اکثر نقاط نمایان شد. روند تغییرات پوشش‌گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ارتباط آن با بارندگی در جنوب و شمال شرقی مراوه تپه نیز نشان داد که بین پوشش گیاهی و میزان بارندگی همبستگی معناداری وجود داشت.

واژگان کلیدی: تنش‌گیاهی، تصاویر مودیس، داده‌های‌هواشناسی، سنجش، فرسایش.

* نویسنده مسئول: **phddarvishi@yahoo.com**

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

۱ـ مقدمه

فرسایش، پدیده‌ای طبیعی و آرام است و موجب شکل‌گیری لندفرم‌ها و چشم‌اندازهایی می‌شود که امروزه منابع محیطی مناسبی برای حیات انسانی به شمار می‌رود. اما از نظر منابع طبیعی، فرسایش به نابودی خاک‌های حاصل‌خیز شده منجر می‌شود و بر زندگی ساکنان کرهٔ زمین اثرات منفی زیادی دارد (Shayan and Zare, 2011). فرسایش خاک، مهم‌ترین عامل تخریب اراضی است و به هدر رفت آب و خاک منجر می‌شود (Arkhazloo et al, 2019). گیاهان همانند سایر موجودات زنده تحت تأثیر تنش‌های مختلف قرار می‌گیرند؛ از جمله تنش‌های ناشی از شوری، خشکی، سرما، یخ‌زدگی، دمای بالا، فلزات سنگین، شرایط غرقابی، تابش پرتوهای فرابنفش و آسیب‌های ناشی از کمبود برخی از عناصر خاک (Aini et al, 2014). تنش و فرسایش خاک پیاپی و کمبود آب در شهرستان مراوه تپه که در بوم‌شناسی، محیط‌زیست، کشاورزی، صنعت، توریسم و سلامت ساکنان این منطقه نقش حیاتی دارد، اهمیت پایش این موضوع را روشن می‌سازد. تنش گیاهی، الگوی هشدار نامنظم بارش است که به تغییرات پوشش گیاهی منجر می‌شود؛ زیرا آب عامل محدودکنندهٔ رشد گیاهان است. از طرفی، تغییر در سطح پوشش در تعادل سطح انرژی و آب نقشی پویا دارد (Lanfredi, 2015). آب مولکول مهمی برای تمامی فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان است و بین ۸۰ تا ۹۰٪ بیوماس گیاهان علفی را تشکیل می‌دهد. کم‌آبی نه‌تنها در اثر کمبود آب که در اثر تنش‌هایی همچون دمای پایین یا شوری نیز حاصل می‌شود؛ بنابراین در این فرایندها و فعل و انفعالات، ترکیبات مولکولی زیادی دخالت دارند. همهٔ این تنش‌ها بر روی تولید و عملکرد گیاه اثری منفی دارند (Mafi, 2009).

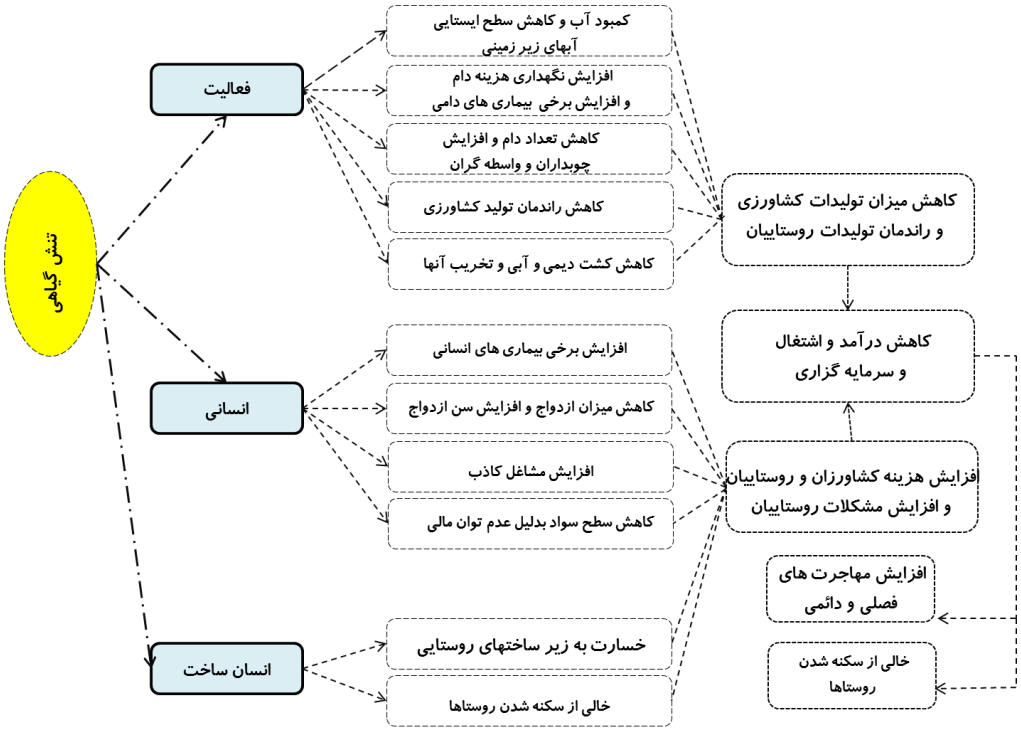
گیاهان برای سازگار شدن با شرایط کم‌آبی، مکانیسم‌های گوناگونی را توسعه داده‌اند. جنبه‌های ژنتیک مولکولی، امکان پاسخ مناسب و سازگاری با این تنش را برای گیاهان فراهم ساخته‌است. اثرات متقابل بین گیاه و محیط، به شدت و مدت زمان دورهٔ کم‌آبی و مرحلهٔ نمو گیاه و پارامترهای مورفولوژیکی/ آناتومیکی آن بستگی دارد (Mousavi and Raghara, 2018). خشکسالی آب‌های زیرزمینی زمانی اتفاق می‌افتد که آبخوان‌ها به عنوان منبع مهم تأمین آب، تحت‌تأثیر خشکسالی طولانی‌مدت قرار می‌گیرند (Azimi et al, 2017). پایش و ارزیابی خشکسالی به کمک روش‌های سنتی، امری مشکل و هزینه‌بر است. سنجش از دور، روشی کاربردی برای پایش خشکی در مقیاس وسیع است (Dehghani Tafti et al, 2018). ویژگی طیفی گیاهان را از روی طیف ماوراء بنفش تا مادون قرمز حرارتی می‌توان تعیین کرد. همچنین از این طریق می‌توان واکنش‌های پوشش گیاهی را در برابر استرس محیطی مطالعه کرد (Baaghide, 2007). محصول MOD13Q1، دو شاخص اصلی پوشش گیاهی را فراهم می‌کند. اولین شاخص طبیعی شده با تفاوت طبیعی (NDVI) است که به‌عنوان شاخص تداومی اتمسفری موجود ـ رادیومتر با وضوح بسیار بالا و پیشرفته NDVI (NOAA-AVHRR) مشتق شده‌است. لایهٔ دوم، شاخص پوشش گیاهی پیشرفته (EVI) است که حساسیت بیشتری را نسبت به مناطق زیست‌تودهٔ بالا بهبودیافته است (Kamel, 2015). سیگنال پوشش‌گیاهی اغلب در طول‌موج‌های قرمز (۰.۶-۰.۷ میلی‌متر) و طول‌موج NIR (0.7-1.1) میلی‌متر بررسی می‌شود. شاخص پوشش‌گیاهی (EVI)، مقایسه‌های مداوم، مکانی و زمانی شرایط پوشش‌گیاهی جهانی را ارائه می‌دهد که در راستای نظارت بر فعالیت‌های فتوسنتزی زمین تغییر می‌یابد (Peter Tan, 2011). ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی نقش قابل توجهی را در رشد گیاهان دارد (Pessarakil, 2011 & Tuteja and Gill, 2013). تنش گیاهی، عامل محدودکنندهٔ گیاهان است (Amo Beigi and Razavizadeh, 2013)، پس بررسی و پایش آن یکی از اصول مهم در مدیریت محیط طبیعی به شمار می‌رود. سیستم‌های پایش، در تدوین طرح‌های مقابله با تنش‌گیاهی و مدیریت آن

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

اهمیت زیادی دارد؛ با این حال، مطالعات اجرا شده در زمینهٔ این پدیده بر اساس روش‌های مناسب بسیار کم است و بررسی ویژگی‌های تنش‌گیاهی و پیش‌بینی آن می‌تواند در کاهش خسارت‌های حاصل از آن مؤثر باشد (Zeinali et al, 2017). تنش گیاهی پدیده‌ای است که در هر زمانی از سال رخ می‌دهد؛ زمانی که تنش هم زمان با فصل رشد باشد، به عدم تعادل زیست محیطی منجر خواهد شد که به نوبهٔ خود پارامترهای بیولوژیک مانند پوشش گیاهی، دمای سطح زمین، رطوبت خاک و تبخیر و تعرق را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. مخاطرات محیطی طی دههٔ گذشته در ایران همواره افزایش داشته‌است؛ این در حالی است که استراتژی حفاظت از محیط طبیعی به عنوان رویکردی کاربردی، می‌تواند به کاهش اثرات این پدیده کمک کند (Alam Beygi and Malekli, 2018).

طی گفتگو با جوامع محلی و مطالعات اسنادی و میدانی، نویسندگان به این نتیجه رسیدند که به علت اجرای سیاست‌های جزء یک بند الف مادهٔ ۲۷ قانون برنامهٔ ششم توسعهٔ اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در این مناطق و پهنه‌های دیگر، در سال-های اخیر به دلیل بروز خشکسالی، بسیاری از مناطق جمعیتی به بحران کم آبی گرفتار شدند و این امر به صورت مسلم اثرات ناگواری را ایجاد کرد. نتایج‌کلی به دست آمده حاکی از آن است که خشکسالی در همهٔ ابعاد سه گانه (اقتصادی، اجتماعی و محیطی)، تأثیرات منفی عمیقی را بر جوامع محلی به‌جا گذاشت و مشکل اساسی، زمانی رخ داد که با توجه به این خشکسالی، نهادها و مسئولان امر به بررسی اثرات این خشکسالی بر ابعاد زندگی روستاییان پرداختند. شکل ۱ نشان می‌دهد که تأثیرات بهره‌برداری از گیاهان زراعی و غیر زراعی، با ایجاد فرصت‌های شغلی بر بعد اقتصادی زندگی جوامع محلی مؤثر است؛ به‌طوری‌که علاوه بر تأثیر اقتصادی ــ که می‌تواند جوابگوی بخشی از هزینه‌های جوامع محلی باشد ــ می‌تواند در بعد اجتماعی نیز مؤثر واقع شود. الگوی فوق نشان می‌دهد که خسارت‌های ناشی از تنش گیاهی در منطقه می‌تواند به کاهش درآمد و پس‌انداز، تغییر در ساختار شغلی مردم روستایی، افزایش تمایل به مهاجرت از روستا، کاهش مشارکت و روابط اجتماعی، کاهش دام‌ها و تولیدات کشاورزی، کاهش تنوع گیاهی، مشکلات زیست‌محیطی، خالی شدن روستا از جمعیت و تبعات امنیتی منجر شود. بنابراین، بر اساس این الگو می‌توان گفت که مدیریت و بررسی تنش گیاهی در بعد فضایی و رویکرد استراتژیک در ابتدا ضمن ایجاد زیرساخت‌های فنی، نهادی و خدمات در منطقهٔ مراوه‌تپه، زمینه‌ساز جلوگیری از تنش‌های گیاهی بوده‌است که با ایجاد دانش‌های نوین در کشاورزی، آموزش و ترویج نکات لازم به کشاورزان و روستاییان منطقه و تبیین الگوی‌های موفق می‌تواند تحقق یابد.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]



شکل ۱: مدل مفهومی حاصل از تأثیر تنش گیاهی بر جوامع محلی شهرستان مراوه تپه

از پژوهش‌های انجام شده در زمینهٔ تنش‌های گیاهی مبتنی بر خشکسالی می‌توان به طور مختصر به موارد زیر اشاره کرد:

Firozi و همکاران (2018) در پژوهشی تحت عنوان بررسی حساسیت دو شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI، به خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: دشت سیستان ایران) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شاخص NDVI[1]، شاخص بسیار مناسبی برای پویایی پوشش گیاهی در دشت‌هایی مانند دشت سیستان است که حیات آنها نه به بارش بلکه به آب جاری در رودخانه متکی است. شاخص EVI [2] نیز با توجه به ماهیت محاسباتی آن، برای مناطقی که پوشش گیاهی آنها متراکم‌تر است بهتر جواب می‌دهد. علاوه بر این، بازدیدهای میدانی که از دشت صورت گرفت و نوع طبقهٔ پوشش گیاهی که از تصاویر سنجندهٔ MODIS به دست آمد، از بهتر بودن شاخص NDVI در مقایسه با شاخص EVI برای این نوع از دشت‌ها حکایت دارد. Ghazizade و همکاران (2014) در پژوهشی تحت عنوان بررسی رابطه بین شاخص‌های محیطی و فرسایش‌پذیری خاک برای توسعهٔ پایدار (مطالعه موردی: حوضه آبخیز راونگ) به این نتیجه رسیدند که فرسایش خاک با توجه به اثرات زیست محیطی، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تخریب در حوضه‌های آبخیز است. در نتیجه، مدیریت حفاظتی و بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی، نیازمند شناخت و بررسی شاخص‌های محیطی است. Namor و همکاران (2017) در پژوهشی تحت عنوان نقش پارامترهای اقلیمی در تعدیل اثرات مخرب تنش‌های غیر زیستی به این نتیجه رسیدند که گیاهان همواره در معرض عوامل نامساعد محیطی مختلف قرار دارند؛ نظیر شوری، خشکی، دماهای بالا و پایین، سمیت فلزات سنگین، غرقابی، تابش ماورای بنفش و ازن. تنش‌های غیر زیستی به ایجاد اختلال در رشد، فیزیولوژی و عملکرد گیاهان منجر می‌شود و چالش بسیار مهمی در تولید محصولات زراعی و امنیت غذایی به شمار می‌رود. Armin و همکاران (2020) در پژوهشی تحت عنوان اولویت‌بندی مناطق حساس به فرسایش خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

[1] Normalized Difference Vegetation Index
[2] Enhanced Vegetation Index

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

(مطالعه موردی: بخشی از شهرستان بهمئی در استان کهگیلویه و بویراحمد)، به این نتیجه رسیدند که کاهش پوشش گیاهی به مرور زمان می‌تواند به افزایش خطر فرسایش خاک منجر شود. در بررسی تغییرات کاربری اراضی نیز مشخص شد که کاربری کشاورزی و مسکونی به میزان ۳۷ درصد افزایش یافته‌است. به نظر می‌رسد تغییرات کاربری می‌تواند به افزایش فرسایش خاک در منطقه منجر شود. Abdolahi و همکاران (2019) در پژوهشی تحت عنوان بررسی روند خشکسالی هیدرولوژیک با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی و شاخص SDI در حوضهٔ آبخیز مادیان‌رود لرستان به این نتیجه رسیدند که تغییرات ناگهانی و جهشی در داده‌های دبی جریان، در سری زمانی در همهٔ ماه‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار است. Jafari Ghafouri and (2020) در پژوهشی تحت عنوان تحلیل وضعیت فرسایش‌پذیری زیرحوضه‌های واحد مورفوتکتونیک زاگرس در زمینهٔ خصوصیات مورفومتری به این نتیجه رسیدند که هر چه مقدار میانگین کل پارامترهای مورفومتری کمتر باشد، شرایط برای فرسایش‌پذیری منطقه مساعدتر و وضعیت بحرانی‌تر است. طبقه‌بندی نشان می‌دهد که مساحت و طول آبراهه در فرسایش تأثیرگذار بوده‌است. در واحد مورفوتکتونیک زاگرس نیز طول جریان خشکی ارتباط مستقیمی با فرسایش دارد؛ افزایش تعداد آبراهه و طول آن در حوضه آبخیز بیانگر افزایش فرسایش است.

به طور کلی، کیفیت پوشش گیاهی پاسخی به تغییرات آب‌وهوا مانند افزایش یا کاهش بارش، دما و مقدار تابش آفتاب است. گیاهان پاسخ سریعی به تغییرات آب‌وهوا دارند و تغییرات در فنولوژی و تولید گیاه، شواهدی است که میزان سبزینگی پوشش‌های گیاهی را نشان می‌دهد. همچنین آب‌وهوا تغییراتی را در تراکم و رشد پوشش گیاهی ایجاد می‌کند که ممکن است بعد از ده‌ها سال نمایان شود. تحلیل پوشش‌گیاهی و تشخیص تغییرات الگوهای این پوشش، کلید ارزیابی و نظارت بر مناطق خشک است. بنابراین، تشخیص و ارزیابی کمی پوشش‌گیاهی سبز یکی از کاربردهای اصلی سنجش از دور برای مدیریت منابع طبیعی و تصمیم‌گیری است. علم سنجش از دور و داده‌های ماهواره‌ای، یکی از روش‌های جدید و مؤثر در زمینهٔ تحقیقات بر روی رخدادهای خشکسالی است. سنجنده‌های موجود روی ماهواره‌های مختلف، طیف‌های بازتابی پوشش-گیاهان را ثبت می‌کنند که از این داده‌ها می‌توان برای شناسایی نوع گیاه، وضع سلامت گیاهان و برآورد عملکرد آنها استفاده کرد.

با نگاه به مطالعات انجام‌شده درگذشته ــ که به برخی از آنها نیز در بالا اشاره شد ــ یکی از جنبه‌هایی که همواره نظر بسیاری از محققان سنجش از دور محیطی را به خود جلب کرده، ارزیابی اثرات تنش گیاهی و فرسایش خاک در مقیاس‌های زمانی مختلف در قالب شاخص‌های مختلف سنجش از دوری، هواشناسی و تجربی است. بنابراین، در این مطالعه در راستای اولین نوآوری از شاخص بدون بعد Dimensionless استفاده شد. این شاخص تنها شاخصی است که تنش‌های گیاهی مرتبط با بافت خاک و پوشش گیاهی را در یک مقیاس مختلف بررسی می‌کند و نتایج آن می‌تواند برای یک مقیاس ماهانه نیز تعمیم داده شود. توانایی این شاخص در پایش تنش‌های گیاهی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، در مطالعات تطبیقی خارجی تأیید شده‌است (Wang et al, 2012). در این راستا با توجه به اهمیت موضوع مورد مطالعه، هدف کلی پژوهش حاضر تحلیل فضایی تنش‌های گیاهی، فرسایش مرتبط با بافت خاک، اقلیم مبتنی بر سنجش از دور (رابطهٔ ۱) و روش‌های تجربی (EPM) است.

با توجه به مطالعهٔ پیشینهٔ پژوهش و تئوری نظری مطرح‌شده طی سالیان سال در خصوص موضوع موردمطالعه، می‌توان این‌گونه بیان کرد که پژوهش مطالعه شده در این رابطه دارای شکاف علمی در خصوص مطالعهٔ تحلیل فضایی تأثیر سری

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

زمانی تنش‌های گیاهی با در نظر گرفتن چتر توسعهٔ پایدار صورت نگرفته‌است؛ به همین منظور، در این پژوهش به این موضوع پرداخته شد. امروزه با گسترش جمعیت انسانی و بهره‌برداری‌های فزاینده از منابع طبیعی، نیاز به مدیریت محیط زیست، بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین، توجه به اهمیت اصل توسعهٔ پایدار ــ که مبتنی بر استفادهٔ بهینه از منابع طبیعی است؛ به نحوی که به منابع آسیبی رسانده نشود ــ امری ضروری است. بر همین اساس با توجه به تئوری نظری موجود، تحلیل فضایی تنش گیاهی و درک روشنی از رویکرد آینده‌نگری، با نظر اجماع علمی چند متغیر اصلی استخراج شد که NDVI و EVI است و این متغیرها در دیدگاه‌های علمی افراد صاحب‌نظر، مطابق با جدول ۱ ابتکار گرفته شده‌است.

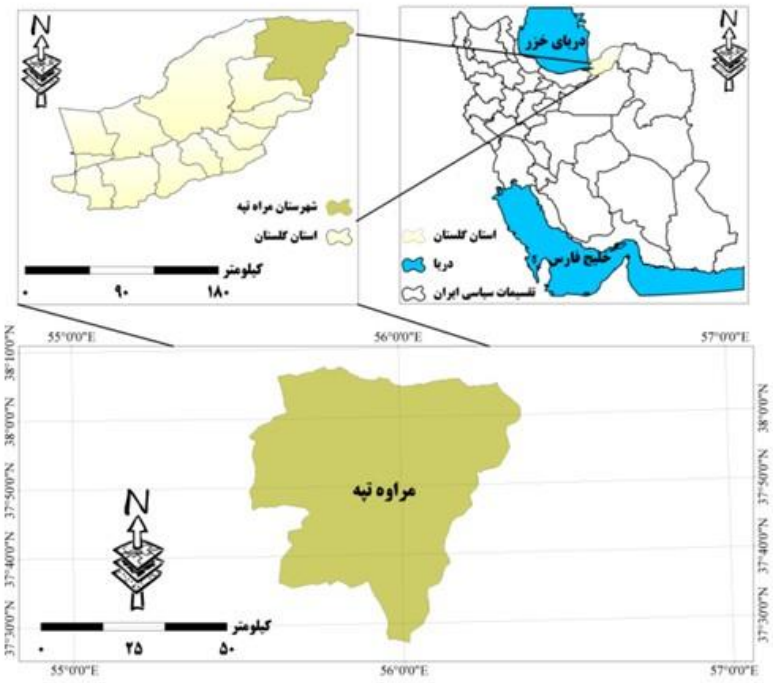
جدول ۱: بررسی شکاف پیشینه و متغیرشناسی پژوهش

	اجتماع علمی
متغییر	Firozi و همکاران (2019)، Ghazizadeh و همکاران (2014)، Namor و همکاران (2017)، Armin و همکاران (2020)، Jafari and Ghafouri (2017)، Khormizi and Malmiri (2017) و محسنی و همکاران (۱۳۹۶)
فرسایش	EVI, NDVI

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

شهرستان مراوه‌تپه استان گلستان از لحاظ مختصات جغرافیایی، در محدودهٔ ۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقهٔ عرض شمالی واقع شده‌است. این شهرستان از لحاظ وسعت، مساحتی بالغ بر ۳۴/۳۲۱۰ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است. از نظر تقسیم‌بندی آبادی‌ها، ۱۰۵ آبادی دارد که از این تعداد، صد آبادی دارای سکنه و پنج آبادی خالی از سکنه است. مراوه‌تپه از لحاظ جغرافیایی در شمال شرقی کشور واقع شده‌است. این شهر از طرف شمال به کشور ترکمنستان و از طرف شرق به استان خراسان و از سوی جنوب به شهر کلاله و از طرف غرب به بخش داشلی‌برون گنبدکاووس منتهی می‌شود. این شهرستان دو بخش (بخش مرکزی و بخش گلیداغ) دارد که بخش مرکزی در قسمت گرم و خشک و بخش گلیداغ در قسمت کوهستانی واقع است که دشت‌هایی با آب و هوای معتدل و مرطوب از نوع مدیترانه تشکیل می‌دهد و همچنین نسبت به شهرستان‌های غرب استان از آب و هوایی معتدل کمتری برخوردار است. از طرفی با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی، این شهرستان رودخانه‌های مهمی دارد که از ارتفاعات رشته‌کوه‌های البرز سرچشمه می‌گیرد و مهم‌ترین آنها عبارتند از: رودخانهٔ اترک. گستره‌های کم شیب شهرستان از نظر مورفولوژی زمین نیز به دو بخش جلگه‌ای هموار در شرق و بخش ناهموار و تپه ماهوری در غرب و جنوب قابل تفکیک است. طبقات اصلی شیب شهرستان شامل ۵-۰ درصد، ۱۲-۵ درصد، ۳۰-۱۲ درصد و ۳۰ درصد به بالا است. قلمرو غربی و مرکزی شهرستان و تا حدودی گستره‌هایی از قلمرو شرقی، در حد فاصل ارتفاعات از شیب بسیار کم تا کم (۵-۰ درصد) برخوردار است. مراتع شهرستان از نظر موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی نیز شامل مراتع ییلاقی و قشلاقی است که از آن برای علف‌دادن به چهارپایان دامداران استفاده می‌شود (بنیاد مسکن انقلاب اسلامی استان گلستان، ۱۳۹۸).

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]



شکل ۲: موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

۳ـ مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر با توجه به ماهیت مسئله و موضوع مورد بررسی، از نوع توصیفی ـ تحلیلی است. به لحاظ هدف نیز از نوع کاربردی با تأکید بر روش‌های کمی است. هدف این پژوهش، تحلیل فضایی تنش‌های گیاهی، فرسایش مرتبط با بافت خاک و اقلیم مبتنی بر سنجش از دور و روش‌های تجربی است. در این مطالعه، شاخص‌های گیاهی با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متر و ترکیب زمانی ۱۶ روزه است که از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ (هشت ساله، هر سال شش تصویر) دریافت و از بین آن، شاخص Evi استخراج شد. این شاخص هنگام فراخوانی در محیط نرم‌افزار Arc Gis قابل تفکیک بود و پس از استخراج آن، پیش‌پردازش و پردازش‌های لازم بر روی آنها انجام شد. سپس تنش گیاهی در هر پیکسل بر اساس توزیع z محاسبه شد.

مراحل محاسبهٔ تنش گیاهی بر اساس توزیع z در فرایند تحقیق به شرح ذیل است:

$$z = \frac{x - \varphi}{\sigma}$$

رابطهٔ ۱

که درآن، X = شاخص Evi، φ = میانگین شاخص Evi و σ = انحراف معیار شاخص Evi

برای این منظور، پس از دریافت تصاویر سنجندهٔ ترآ (ماهوارهٔ مودیس) از تارنمای EarthData و اجرای تصحیحات لازم برای بهتر شدن وضوح و کم شدن خطاهای تصاویر ماهواره‌ای در محیط Arc Gis، تجزیه و تحلیل و محاسبهٔ تنش و پردازش‌های لازم انجام شد؛ به نحوی که ابتدا تمام ۴۸ تصاویر هشت سال (شاخص Evi)، به تفکیک به محیط Arc Gis فراخوانی شد، سپس برای پیاده‌سازی فرمول مورد نظر، ابتدا (انحراف معیار و میانگین) تمام تصاویر مربوط به هر سال با استفاده از افزونهٔ موجود در محیط نرم افزار (Cellstatistics) محاسبه و در ادامه، برای تکمیل و پیاده‌سازی فرمول z براساس رابطهٔ ۱ از ابزار (Rastercalculator) استفاده شد. در نهایت، خروجی حاصل از رابطهٔ ۱، بین بازه منفی تا مثبت دو ارزیابی شد که طبقه‌بندی آن طبق جدول ۲ است.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

جدول۲: طبقه‌بندی بر اساس استاندار دیویشن (STDEV)

شاخص	ارزش‌گذاری شاخص‌ها
استرس بسیار شدید	۲/۰- به پایین
استرس شدید	۲/۰- تا ۱/۰-
گیاه ضعیف	۱/۰- تا۵/۰-
شرایط عادی	۵/۰ تا۵/۰-
شرایط خوب	۱/۰ تا ۵/۰
شرایط بسیار خوب	۲/۰ تا۱/۰
شرایط بسیار عالی	+۲

در مرحلهٔ بعد با استفاده از پارامترهای دخیل در تنش‌گیاهی همچون رطوبت، تبخیر و تعرق، دما و بارش با بازهٔ زمانی ۲۶ ساله، بررسی سری زمانی‌ها به روش منکندال انجام شد. آزمون من کندال، از متداول‌ترین و پرکاربردترین روش‌های ناپارامتریک به شمار می‌رود که می‌توان از آن در جهت تحلیل روند سری‌های زمانی و ... استفاده کرد.

خروجی آزمون من ـ کندال در این تحقیق می‌تواند گزینهٔ مناسبی باشد در برآورد اینکه، آیا روند تغییرات اقلیمی (بالا رفتن دما، تبخیر و تعرق، رطوبت، کاهش بارندگی و تغییر در نوسان‌های فصلی) به بروز تنش‌های گیاهی منجر شده‌است. البته اثبات وجود روند معنی‌دار در یک سری زمانی متغیر اقلیمی به‌تنهایی نمی‌تواند دلیل قاطعی بر وقوع تغییر اقلیم در یک منطقه باشد، بلکه فرض رخداد آن را تقویت می‌کند.

جدول۳: مشخصات ایستگاه مورداستفاده در پژوهش

ردیف	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی (u.t.m)			پارامترهای موردسنجش			
		طول (X)	عرض (y)	ارتفاع (z)	بارندگی	درجه حرارت	تبخیر	رطوبت
۱	سینوپتیک مراوه تپه	۴۰۸۶۷۹	۴۱۹۵۵۵۸	۴۶۰	*	*	*	*

منبع: اداره‌کل هواشناسی استان گلستان ۱۳۹۸.

با توجه به اینکه محدودهٔ موردمطالعه از نظر عوامل اقلیمی دارای پراکنش یکنواختی است، می‌توان گفت توزیع ماهانهٔ عوامل اقلیمی آن نیز مشابه است و از روند یکسانی پیروی می‌کند. ایستگاه مراوه‌تپه با توجه به شرایط آن، به‌عنوان ایستگاه مبنا در نظر گرفته شده‌است.

به‌منظور آشنایی با منطقهٔ موردمطالعه و برنامه‌ریزی صحیح و اصولی برای مطالعات فرسایش منطقهٔ مراوه‌تپه، از آن بازدید به عمل آمد و در نهایت برای محاسبهٔ فرسایش، به استفاده از روش تجربی همچون EPM [1] در منطقهٔ موردمطالعه اکتفا شد. در این روش، شدت فرسایش از طریق فرمول ذیل برآورد شد:

$$Z=Xa.Y(\Psi+ I ½)$$

[1] Erosion Potential Model

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

محاسبه می‌شود که در آن، Z – ضریب شدت فرسایش، Xa – ضریب استفاده از زمین، Y – ضریب حساسیت خاک به فرسایش، Ψ- ضریب فرسایش، I- شیب متوسط حوضه برحسب درصد تعیین ضریب استفاده از زمین یا Xa برای تعیین ضریب استفاده از زمین از دو طریق می‌توان عمل کرد:

$$Xa = (\varphi + i^{1/2})$$

در آن، φ عبارت است از ضریب فرسایش و I شیب متوسط حوضه آبخیز است. در مورد چگونگی استفاده از زمین، مقادیر مختلفی برای مناطق کشاورزی و منابع طبیعی تدوین شده که در جدول ۴ نشان داده شده‌است.

جدول ۴: مقادیر ضریب استفاده از زمین (Xa)

ردیف	ویژگی‌های فرسایش در رخساره یا واحد کاری	ضریب فرسایش
۱	مناطق کشت‌ناپذیر (شامل سازنده‌های حساس به فرسایش آبی)، هزار دره	۱
۲	اراضی تپه‌ماهوری شخم‌خورده برای کشاورزی (حساس به فرسایش)	۰/۹
۳	باغ‌های میوه، درختان غیر مثمر	۰/۸
۴	باغ‌های ایجادشده روی بانکت و تراس	۰/۷
۵	جنگل‌های مخروبه، بوته‌زار و مرتع بر روی خاک فرسایش‌یافته	۰/۶
۶	مراتع کوهستانی	۰/۵
۷	مزارع دائمی و نباتات علوفه‌ای	۰/۴
۸	مراتع مناطق مرطوب	۰/۳
۹	جنگل مرغوب روی شیب‌های تند	۰/۲
۱۰	جنگل مرغوب روی شیب ملایم	۰/۱

ضریب فرسایش (Ψ)

دقیق‌ترین روش برای تعیین ضریب فرسایش، تهیهٔ نقشهٔ ژئومورفولوژی تا حد رخساره یا واحد کاری است، سپس با استفاده از جدول شمارهٔ ۵ می‌توان ضریب فرسایش حوضه آبخیز را به دست آورد.

جدول ۵: ضریب فرسایش (Ψ) در رخساره یا واحد کاری

ردیف	ویژگی‌های فرسایش در رخساره یا واحد کاری	ضریب
۱	سطح وسیع از منطقه از هدکت و فرسایش‌های خندقی پوشیده شده‌است.	۱
۲	حدود ۸۰٪ از منطقه دارای فرسایش خندقی و شیاری است.	۰/۹
۳	حدود ۵۰٪ از منطقه شامل خندق و فرسایش شیاری است.	۰/۸
۴	سطح وسیعی از منطقه دارای فرسایش سطحی، حرکت‌های توده‌ای و به مقدار کم فرسایش خندقی و شیاری و پدیدهٔ کارستی است.	۰/۷
۵	سطح وسیعی از منطقه فرسایش سطحی دارد بدون آثار فرسایش شدید است.	۰/۶
۶	۵۰٪ منطقه دارای فرسایش سطحی است (به‌صورت لکه‌های سفید و شیارهای باریک)	۰/۵
۷	۲۰٪ منطقه دارای فرسایش سطحی است.	۰/۴
۸	منطقه بدون فرسایش قابل‌ذکر (تخریب مکانیکی، فرسایش رودخانه‌ای)	۰/۳

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

۹	اراضی کشاورزی با فرسایش ناچیز	۰/۲
۱۰	اراضی به‌صورت جنگل و مرتع با فرسایش ناچیز	۰/۱

محاسبهٔ شیب متوسط (I)

با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی منطقه، نقشهٔ شیب تهیه و با محاسبهٔ وزنی، شیب متوسط منطقه به دست می‌آید. در این رابطه، به ضریب حساسیت خاک به فرسایش (Y) نیاز است و باید مطالعات زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی صورت گیرد. بنابراین، با توجه به مطالعات ژئومورفولوژی واحدهای کاری و در مناطقی که خاک پوشش گیاهی دارد، با استفاده از جدول شمارهٔ ۶ می‌توان ضریب حساسیت خاک به فرسایش را به دست آورد.

جدول ۶: مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)

ردیف	شرایط سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی	ضریب حساسیت
۱	ماسه، سنگ‌ریزه، شیست، مارن دارای املاح گچ و نمک	۲
۲	لس، توف، خاک شور و قلیایی و خاک استپی	۱/۶
۳	آهک تخریب‌شده، رس و مارن بدون املاح	۱/۲
۴	ماسه‌سنگ قرمز و رسوبات فلیشی	۱/۱
۵	شیست خردشده، میکائیت، گنیس و شیت آرژیلیت‌دار	۱
۶	سنگ‌آهک سخت و خاک‌های هوموس‌دار	۰/۹
۷	خاک‌های قهوه‌ای جنگلی و خاک‌های کوهستانی	۰/۸
۸	خاک‌های هیدرو مورف سیاه یا خاکستری	۰/۶
۹	خاک‌های چرنوزیوم و رسوبات آبرفتی با بافت مناسب	۰/۵
۱۰	سنگ‌های آذرین سخت، دگرگونی و متبلور	۰/۲۵

طبقه‌بندی شدت فرسایش

پس از تعیین شدت فرسایش، می‌توان با استفاده از جدول شمارهٔ ۷ وضعیت فرسایش را در منطقه به‌صورت کیفی طبقه‌بندی کرد.

جدول ۷: طبقه‌بندی شدت فرسایش

طبقه‌بندی فرسایش	ارزش حد Z	ارزش متوسط Z	شدت فرسایش
۱	z>1	۱/۲۵	خیلی شدید
۲	71.1>z>0	۰/۸۵	شدید
۳	41.7>z>0.0	۰/۵۵	متوسط
۴	2.4>z>0.0	۰/۲	کم
۵	**19>Z.0**	**۰/۱**	خیلی کم

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

برای کاربرد روش EPM، ابتدا باید منطقهٔ موردمطالعه را به واحدهای هیدرولوژیکی مناسب یا هر واحد اراضی دیگر ـ که به نظر و قضاوت کارشناسی بستگی دارد ـ تقسیم کرد، سپس به بررسی ضرایب چهارگانه در هر واحد کاری پرداخت و با استفاده از فرمول ضریب شدت فرسایش، میزان فرسایش را محاسبه کرد. در این مطالعه، واحدهای هیدرولوژیکی به‌عنوان مبنا در نظر گرفته‌شدهٔ واحدهای کاری با در نظر گرفتن چهار شاخص شیب، کاربری اراضی، نوع سازند و رخسارهٔ فرسایشی و با در نظر گرفتن ضرایب هرکدام از این شاخص‌ها در واحد کاری مربوطه بر اساس روش تجربی EPM، در هر کاربری تجزیه و تحلیل و درنهایت، میزان فرسایش و رسوب برآورد شد.

۴ـ یافته‌ها

با توجه به مباحث ذکر شده، در ادامه نتایج حاصل از تصاویر ماهوارهٔ ترآ سنجندهٔ مودیس و داده‌های زمینی در قالب نقشه‌ها و جداول نمایان می‌شود.

جدول ۸: آمار بارندگی ماهانه (برحسب میلی‌متر) ایستگاه مراوه‌تپه طی دوره آماری ۱۳۹۶-۱۳۷۱

شاخص	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
میانگین ماه	۲۰.۹۰	۲۹.۷۰	۳۸.۹۰	۴۰.۸۰	۴۳.۶۰	۴۶.۷۰	۴۶.۳۰	۳۱.۶۰	۱۲.۷۰	۱۳.۶۰	۱۲.۴۰	۱۷.۰۰	**۳۵۴**
ماه (درصد)	۵.۹۰	۸.۴۰	۱۱	۱۱.۵۰	۱۲.۳۰	۱۳.۲۰	۱۳.۱۰	۸.۹۰	۳.۶۰	۳.۸۰	۳.۵۰	۴.۸۰	**۱۰۰**
توزیع فصلی (درصد)		۲۵.۳۰			۳۷			۲۵.۶۰			۱۲.۱۰		**۱۰۰**

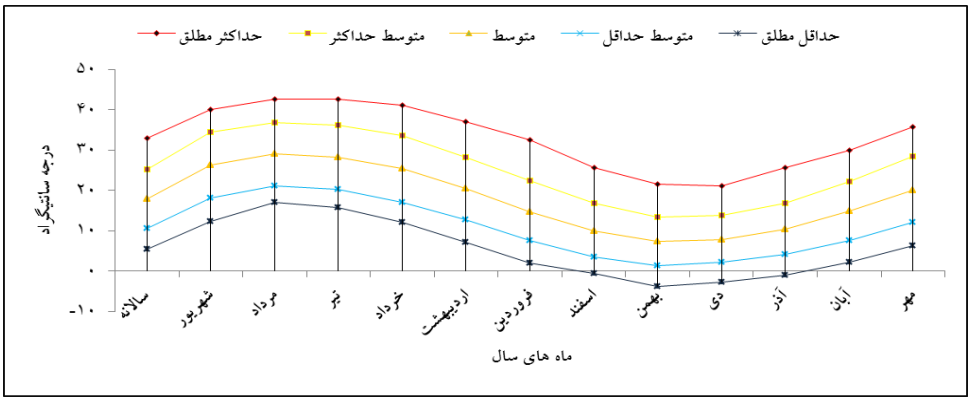
منبع: اداره‌کل هواشناسی استان گلستان، ۱۳۹۸.

جدول ۹: آمار دمای ماهانه (برحسب درجه سانتیگراد) ایستگاه مراوه‌تپه طی دوره آماری ۱۳۹۶-۱۳۷۱

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
حداکثر مطلق	۳۵.۷	۲۹.۹	۲۵.۶	۲۱.۱	۲۱.۶	۲۵.۷	۳۲.۵	۳۷.۱	۴۱.۱	۴۲.۵	۴۲.۵	۴۰.۰	**۳۲.۹**
متوسط حداکثر	۲۸.۵	۲۲.۱	۱۶.۸	۱۳.۸	۱۳.۳	۱۶.۸	۲۲.۴	۲۸.۳	۳۳.۵	۳۶.۲	۳۶.۸	۳۴.۴	**۲۵.۲**
متوسط	۲۰.۰	۱۴.۸	۱۰.۳	۷.۸	۷.۳	۱۰.۰	۱۴.۶	۲۰.۵	۲۵.۳	۲۸.۳	۲۹.۰	۲۶.۳	**۱۷.۸**
متوسط حداقل	۱۲.۱	۷.۶	۴.۱	۲.۲	۱.۳	۳.۵	۷.۵	۱۲.۸	۱۷.۱	۲۰.۳	۲۱.۲	۱۸.۱	**۱۰.۶**
حداقل مطلق	۶.۲	۲.۲	-۱.۰	-۲.۸	-۳.۸	-۰.۵	۲.۰	۷.۲	۱۲.۰	۱۵.۷	۱۷.۰	۱۲.۲	**۵.۵**

درجه حرارت یا دما عبارت است از اندازه‌گیری انرژی گرمایی که در هوا یا در خاک قابل سنجش است و تمام ارگانیسم‌ها به‌صورت مستقیم از آن متأثرند.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]



شکل ۳: پارامترهای پنجگانهٔ دما در ایستگاه مراوه‌تپه

رطوبت نسبی در ایستگاه‌های سینوپتیک و تبخیرسنجی، با استفاده از دستگاه سایکرومتر (رطوبت‌سنج) ـ که دماسنج‌های خشک و تر دارد ـ اندازه‌گیری می‌شود. در جدول ۱۰، نتایج تجزیه و تحلیل آمار میانگین رطوبت نسبی ماهانه و سالانهٔ درازمدت ایستگاه در محدودهٔ مورد مطالعه ارائه شده‌است. بر اساس آمار این ایستگاه، میانگین رطوبت‌نسبی از ۶۹/۴۶ در اسفندماه تا ۷۴/۶۱ در دی‌ماه متغیر است.

جدول ۱۰: مقادیر میانگین رطوبت نسبی در ایستگاه مراوه‌تپه

شاخص	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
رطوبت	۶۶.۵۲	۷۰.۲۴	۷۱.۸۷	۷۳.۰۱	۷۲.۸۶	۷۴.۶۱	۷۲.۹۵	۷۰.۱۴	۶۵.۶۱	۶۳.۵۶	۶۶.۲۶	۶۵.۸۶	**۶۹.۴۶**

منبع: اداره کل هواشناسی استان گلستان، ۱۳۹۸.

جدول ۱۱: پارامترهای ماهانهٔ تبخیر (میلی‌متر)

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
میانگین ماهانه	۱۴۷.۹۰	۱۰۵.۱۰	۷۸.۲۰	۶۲.۸۰	۶۸.۱۰	۸۰.۱۰	۱۲۴.۰۰	۱۵۷.۹۰	۲۲۸.۵۰	۲۶۸.۹۰	۲۶۸.۳۰	۲۱۴.۷۰	**۱۸۰۴.۶۰**
حداکثر	۲۲۱.۳۰	۱۵۷.۱۰	۱۲۱.۲۰	۹۷.۹۰	۱۲۳.۵۰	۱۲۵.۸۰	۱۸۸.۵۰	۲۴۲.۲۰	۳۳۴.۸۰	۳۷۲.۱۰	۳۴۹.۵۰	۳۱۵.۵۰	**۳۷۲.۱۰**
حداقل	۹۶.۶۰	۱۰.۵۰	۵۳.۴۰	۰	۳۰.۳۰	۳۸.۷۰	۸۵.۹۰	۲۰.۴۰	۱۵۱.۳۰	۱۶۰.۱۰	۱۶۲	۰	**۶۷**
انحراف معیار	۳۲.۱۰	۲۵.۹۰	۱۵.۵۰	۱۹.۴۰	۱۸.۵۰	۱۹.۹۰	۲۴.۷۰	۴۳.۶۰	۵۰.۶۰	۵۳.۹۰	۴۷.۷۰	۶۳.۵۰	**۱۶.۴۰**
درصد تغییرات	۲۱.۷۰	۲۴.۶۰	۱۹.۸۰	۳۰.۸۰	۲۷.۱۰	۲۴.۸۰	۲۰	۲۷.۶۰	۲۲.۱۰	۲۰	۱۷.۸۰	۲۹.۶۰	**۰.۹۰**
درصد ماهانه	۸.۲۰	۵.۸۰	۴.۳۰	۳.۵۰	۳.۸۰	۴.۴۰	۶.۹۰	۸.۸۰	۱۲.۷۰	۱۴.۹۰	۱۴.۹۰	۱۱.۹۰	**۱۰۰**
میانگین فصلی		۳۳۱.۲۰			۲۱۱			۵۱۰.۴۰			۷۵۱.۹۰		**۱۸۰۴.۶۰**
درصد فصلی		۱۸.۴۰			۱۱.۷۰			۲۸.۳۰			۴۱.۷۰		**۱۰۰**

منبع: اداره کل هواشناسی استان گلستان، ۱۳۹۸.

با توجه به تعداد ایستگاه‌ها و موقعیت قرارگیری آنها می‌توان چنین جمع‌بندی کرد که در محدودهٔ موردمطالعه، تبخیر از سمت غرب به شرق به دلیل دوری از دریا و جنوب به شمال به دلیل دوری از کوهستان و نزدیک شدن به مناطق خشک و دارای اقلیم بیابانی، افزایش می‌یابد. در ایستگاه منتخب، فصل پاییز ۱۴/۶ تا ۱۸/۴۰ درصد از تبخیر سالانه، زمستان ۲/۷ تا ۱۱/۷۰

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

درصد از تبخیر سالانه، بهار ۲۸/۳۰ تا ۳۲/۲ درصد تبخیر سالانه و تابستان ۴۱/۷۰ تا ۵۳/۲ درصد از تبخیر سالانه را به خود اختصاص می‌دهد.

چنانچه بخواهیم منطقهٔ موردمطالعه را به طور کلی از نظر قابلیت زمین ارزیابی کنیم، واحدهای زیر از نظر میزان توان قابل تفکیک است (مطالعات میدانی در شهرستان مراوه‌تپه).

اراضی زراعی کم شیب: این اراضی شامل اراضی کشاورزی است که کمتر از ۷٪ شیب دارد و عموماً به کشت آبی محصولاتی نظیر غلات، صیفی‌جات و باغ‌ها اختصاص یافته‌است. این زمین‌ها به علت نداشتن شیب قابل ملاحظه و تسطیح نسبی، غالباً آب حاصل از بارندگی در سطح آنها جریانی ندارد و در نتیجه، فرسایش بارزی در آنها دیده نمی‌شود؛ مگر آنکه سیلاب ناشی از اراضی بالا دست، به رسوب گل و لای و خرابی مزارع منجر شود. فرسایش این اراضی ناشی از عدم رعایت اصول صحیح کاشت و داشت است و این امر به کاهش حاصل‌خیزی و تغییر خواص فیزیکی خاک منجر شده‌است که در این زمینه توصیه‌هایی حفاظتی پیشنهاد می‌شود. فرسایش جوی‌ها و آبیاری نیز گاه به سبب عدم رعایت مسائل فنی در این اراضی به شستشوی خاک منجر می‌شود.

اراضی زراعی شیب‌دار: این اراضی شامل تپه‌ها و دامنه‌هایی است که در زیر کشت دیم قرار دارد و به علت عدم رعایت اصول حفظ خاک و جهت شخم، بیشترین خسارت را در پی داشته‌است و به علت ادامهٔ تجاوزات و تغییر کاربری شدید، مسافت زیادی از مراتع موجود بر روی این تپه‌ها نیز در حال از بین رفتن است که از نظر توان، وضعیت خیلی مساعدی ندارد. مراتع در اغلب این تپه‌ها تخریب شده‌است و شکی نیست که در آیندهٔ نزدیک یا به زیر کشت خواهد رفت، یا اینکه تمام پوشش مرتعی آن از بین خواهد رفت و خاک لخت خواهد شد. بیشترین خسارت‌های انسانی در این قسمت‌ها به خاک وارد می‌شود و بدیهی است با از دست رفتن خاک زراعتی، این تپه‌ها ــ که هیچ گونه مسئله‌ای را در هنگام شخم و کاشت رعایت نمی‌کنند ــ در آیندهٔ نزدیک با پدیدار شدن سنگ مادر و کاهش حاصلخیزی، دیگر قابل کشت و کار نخواهند بود. هم اکنون در خیلی از مناطق، خاک زراعی کاملاً تخریب شده‌است و بیشترین توصیه‌ها در زمینهٔ مسائل حفاظتی مربوط به این اراضی کشاورزی است و در مورد کشت دیم روی تپه‌ها، رعایت شخم اصولی یعنی عمود بر شیب، منع عملیات کشت و کار در اراضی پرشیب، انجام عملیات بیولوژیک مرتعی و اختصاص اراضی پر شیب به علوفه‌های مرتعی از مهم‌ترین مسائلی است که بایستی اجرا شود. البته این مسائل حفاظتی را بدون در نظر گرفتن مسئله اجتماعی ساکنان نمی‌توان برای همیشه حل کرد و بایستی به مسائل مشروع و اصولی آنها به نحوی شایسته پرداخت؛ در غیر این صورت، امکان اجرای کنترل دقیق بر موارد ذکر شده در بالا ناممکن است.

بررسی شاخص‌های گیاهی و پوشش گیاهی نشان می‌دهد که در محدودهٔ طرح بر اثر افزایش فشار دام و استفاده بی‌رویه و خارج از فصل مرتع، گونه‌های مرغوب و خوش‌خوراک منطقه نابود شده (مقدار خیلی کم در نقاط صعب‌العبور به چشم می‌خورد) و گونه‌های نامرغوب و یک‌ساله عرصهٔ وسیعی را اشغال کرده‌است. وجود گونه‌های درختی و درختچه‌ای نشان می‌دهد که عرصهٔ طرح در گذشته‌ای نه چندان دور، به‌صورت مرتعی سرشار از درخت و دارای پوشش گیاهی انبوهی بود که به‌تدریج در اثر قطع درختان و درختچه‌ها، استفادهٔ بی‌رویهٔ مرتع و پوشش گیاهی ضعیف، تحت‌تأثیر فرسایش سطحی و شیاری قرار گرفت.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

با توجه به گزارش زمین‌شناسی، منطقهٔ موردمطالعه از لحاظ لیتولوژی و حساسیت به فرسایش به هفت کلاس حساسیت تفکیک شد که در جدول ۱۲، مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش ذکر شده‌است:

جدول ۱۲: مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)

ردیف	لیتولوژی	علامت اختصاری	ضریب حساسیت (مقادیر کمی فرسایش)
۱	آهک مارنی و شیل	Kab	۱/۱
۲	آهک و مارن	Ech	۱/۲
۳	شیل و مارن	Kat	۱/۴
۴	شیل	Ks	۱/۴
۵	مارن	Ksa	۱/۶
۶	لس	Ql	۱/۶
۷	رسوبات آبرفتی	QAL	۲

مقادیر ضریب استفاده از زمین (Xa)

مطالعهٔ کاربری اراضی مراوه‌تپه نشان داد که حوزهٔ موردمطالعه از ۹ کاربری تشکیل شده که در جدول شمارهٔ ۱۳، انواع مختلف کاربری و ضرایب مربوط به هر نوع آن نشان داده شده‌است.

جدول ۱۳: انواع مختلف کاربری در منطقه و ضرایب استفاده از زمین

ردیف	علامت اختصاری	نوع کاربری	ضریب استفاده از زمین(XA)
۱	u	روستا	**0**
۲	za	اراضی زراعی آبی	**0.4**
۳	d	درختچه‌زار	**0.45**
۴	Mkh	مرتع خوب	**0.45**
۵	mm	مرتع متوسط	**0.55**
۶	mk	مرتع کم	**0.65**
۷	ba	باغ	**0.7**
۸	zd	اراضی زراعی دیم	**0.9**
۹	BS	برون‌زد سنگی	1

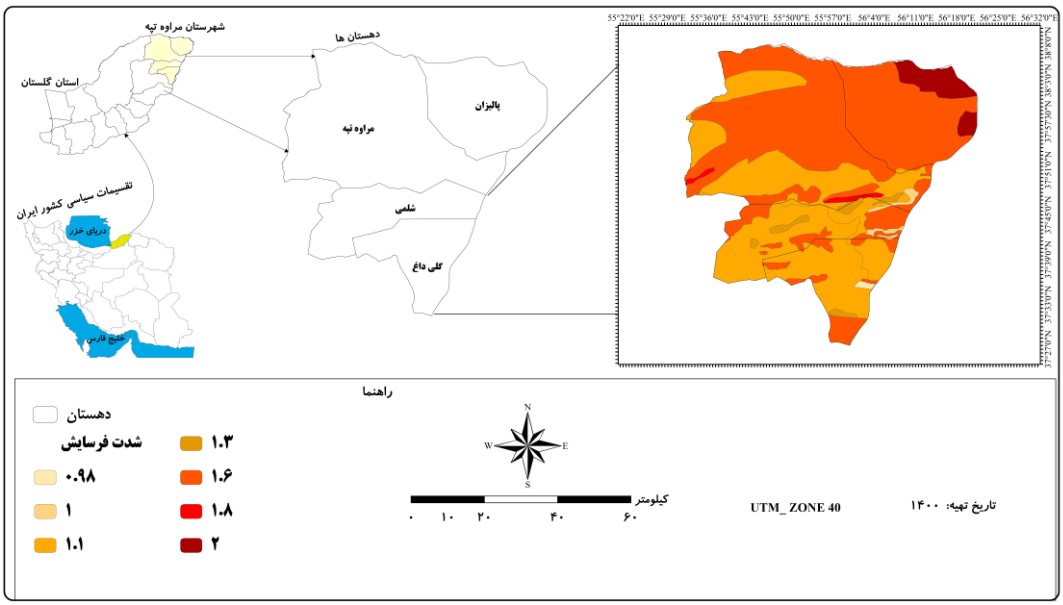
مقادیر ضرب فرسایش منطقه (Ψ)

پس از اجرای بازدیدهای متعدد از منطقهٔ موردمطالعه، نقشهٔ اشکال مختلف فرسایش تهیه شد. به‌طورکلی، در مراوه‌تپه هشت تیپ فرسایش دیده شد که در جدول شمارهٔ ۱۴، انواع مختلف فرسایش و ضرایب مربوط ذکر شده‌است.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

جدول ۱۴: انواع مختلف فرسایش در منطقه و ضرایب آن

ردیف	علامت اختصاری	نوع فرسایش	ضریب فرسایش Ψ
۱	Zl	اراضی زراعی آبی با فرسایش کم	0.2
۲	Rm	فرسایش کنار رودخانه‌ای متوسط	0.45
۳	S	فرسایش سطحی	0.5
۴	S+sh	فرسایش سطحی و شیاری	0.65
۵	B+S	بدلند و فرسایش سطحی	0.65
۶	S+V	فرسایش سطحی شدید به همراه واریزه سنگی	0.7
۷	S+V+T	فرسایش سطحی شدید به همراه واریزه سنگی و توده‌سنگی	0.75
۸	Sh+s	فرسایش شیاری و سطحی متوسط تا شدید	0.8
۹	B+Bad	فرسایش برون‌زد سنگی متمایل به بدلند	0.95
۱۰	V+Bad	فرسایش بدلند به همراه واریزه سنگی	0.95
۱۱	G	فرسایش خندقی	1



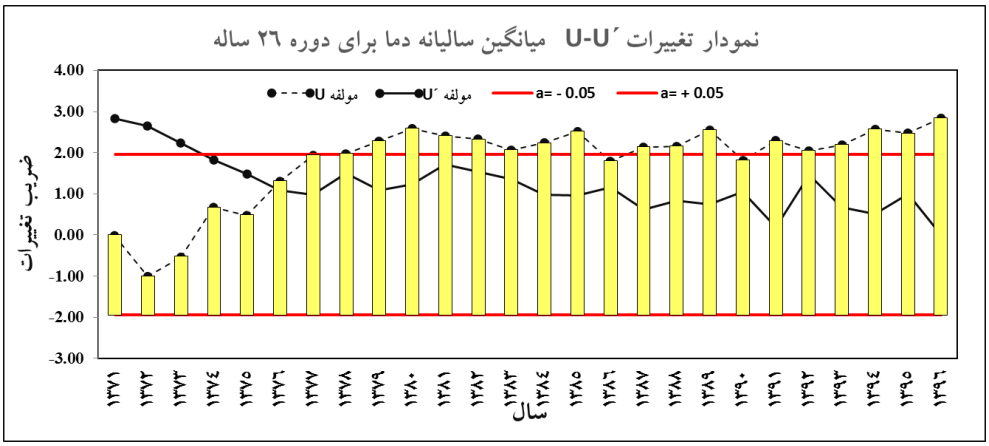
شکل ۴: نقشهٔ شدت فرسایش خاک به روش EPM

بر اساس اطلاعات به دست آمده از جدول ۱۴، ضریب استفاده از زمین حداقل ۰/۲۰ و حداکثر ۰/۶۰ است و متوسط آن در مدل EPM ۰/۴۰ برآورد شده‌است. بر این اساس، منطقه دارای فرسایش سطحی است. متوسط ضریب حساسیت خاک و سنگ به فرسایش (Y)، ۰/۷۱ است که کمترین آن ۰/۵۰ و بیشترین آن ۱/۲۰ برآورد شده‌است. بر این اساس، خاک‌های منطقه جزء خاک‌های نیمه مرطوب و هیدرمورف سیاه یا خاکستری‌شده است. ضریب فرسایش مشاهده‌ای منطقه به میزان حداقل آن ۰/۲۰ و حداکثر آن ۰/۷۰ براورد شد. در نتیجه با توجه به اطلاعات به دست آمده، منطقه در معرض فرسایش زیاد قرار دارد.

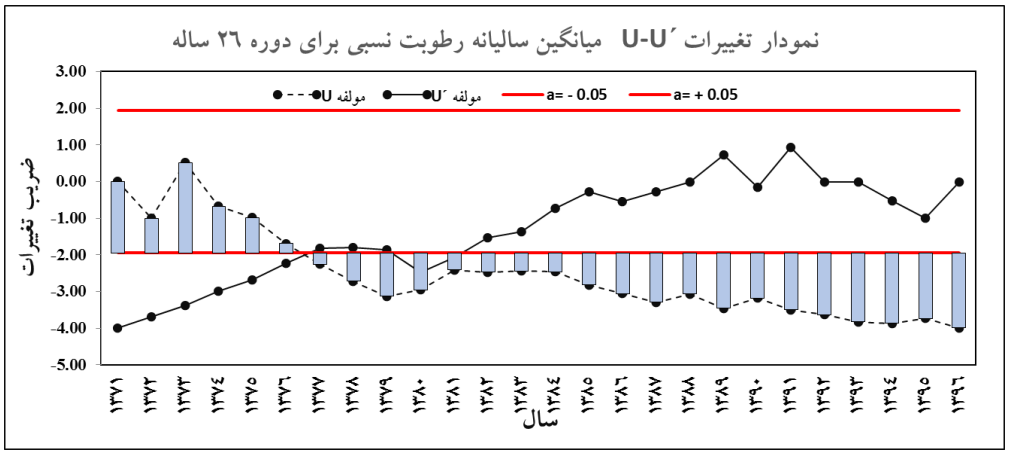
[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

ضریب فرسایش (Z) در این منطقه به طور متوسط در کل منطقه برابر با ۰/۸۵ است که بر اساس جدول ۱۴ و ۸، در محدودهٔ فرسایش II یا شدید قرار دارد. در شکل ۴، نقشهٔ شدت فرسایش در منطقه نشان داده شده‌است که بر اساس آن، کمترین مقدار فرسایش در قسمت‌های مرکزی، جنوبی و هموارتر منطقه است و بیشتر زیر کشت آبی و دیم و باغ‌کاری در مناطق با شیب کم قرار می‌گیرد که فرسایش‌پذیری کمتری دارد.

تحلیل دمای میانگین سالیانه، حاکی از وجود تغییر در این پارامتر است. تغییرات از نوع افزایشی است و از گستردگی نسبتاً بیشتری برخوردار است. نتایج این مطالعه بیانگر این است که تغییرات رطوبت و تبخیر و تعرق در این شهرستان، از مهم‌ترین ویژگی‌های اقلیمی محسوب می‌شود که در طی سال‌های گذشته رخ‌داده است. ولی توزیع مکانی و زمانی، به‌عبارتی‌دیگر، شدت و ضعف آن در سطح شهرستان به‌طور یکسان اتفاق نیفتاده بلکه با تغییرات مکانی نیز روبه‌رو بوده‌است. در بررسی سری‌های زمانی متغیرهای اقلیمی معلوم شد که تغییرات موجود، از نوع روند و در دو جهت مثبت و منفی بوده‌است. با توجه به روند گرمایش جهانی رخ‌داده در جهان، می‌توان افزایش روندهای مثبت در پارامترهای اقلیمی منطقهٔ مورد مطالعه را بر اساس روش منکندال تا حدودی توجیه کرد.

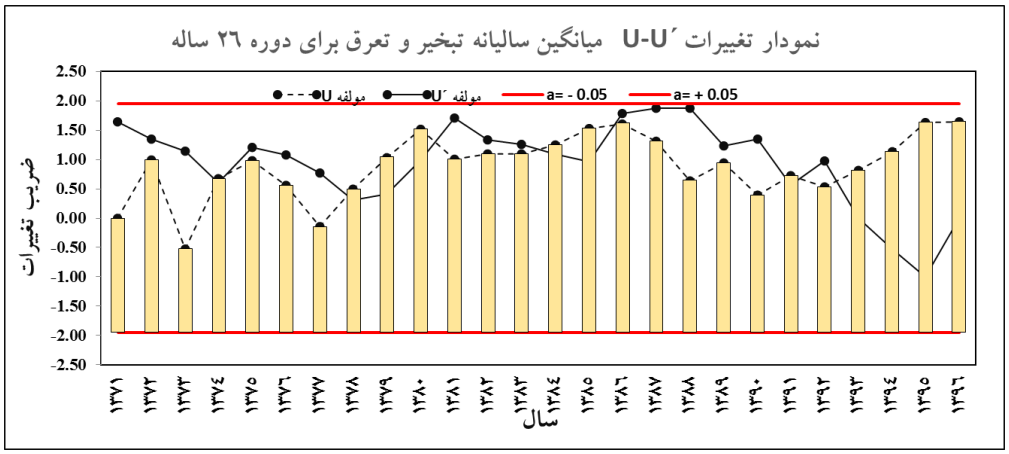


شکل ۵: نمودار سری زمانی تغییرات دمایی رخ داده بر اساس روش منکندال

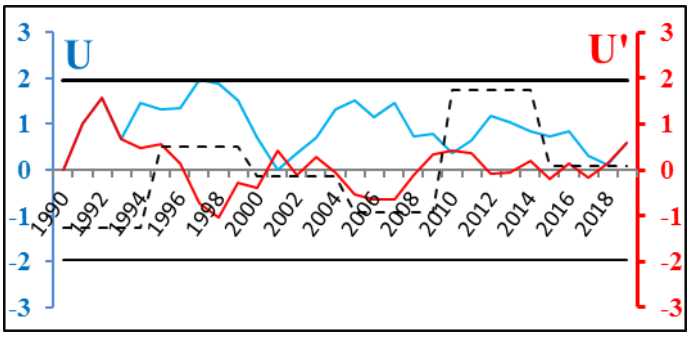


شکل ۶: نمودار سری زمانی تغییرات رطوبت نسبی رخ داده بر اساس روش منکندال

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]



شکل ۷: نمودار سری زمانی تغییرات تبخیر و تعرق رخ داده بر اساس روش منکندال



شکل ۸: بررسی روند و نقاط جهش سری زمانی بارندگی در ایستگاه مراوه‌تپه

بر حسب آمار ایستگاه سینوپتیکی مراوه‌تپه می‌توان چنین نتیجه گرفت که یک جهش با حاکمیت روند منفی در پارامتر بارندگی رخ داده است؛ به عبارتی، روند کاهشی دارد که این روند با تغییرات شیب نسبتاً زیاد، حاکی از کاهش میزان بارندگی در منطقهٔ مورد نظر است. به نوعی می‌توان نوع تغییر اقلیم نسبی را مشاهده کرد. این تغییر اقلیم نسبی در منطقه را ما با بارش نزولات جوی ناگهانی به صورت رگباری و ایجاد سیلاب در شهرستان‌های گمیشان، آق قلا و بندرترکمن، گنبدکاووس و مراوه تپه به وضوح شاهد بوده‌ایم.

جدول ۱۵: میانگین ماهیانهٔ بارندگی، تبخیر و تعرق شهرستان مراوه تپه

مراوه تپه	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	مجموع
بارندگی	۳۴.۸	۴۵.۲	۴۹.۸	۴۳.۸	۲۷.۷	۱۳.۸	۱۳.۲	۱۵.۵	۱۶.۱	۲۸.۰	۳۵.۷	۳۷.۱	۳۶۰.۶
تبخیر و تعرق	۳۸.۸	۶۶.۱	۱۲۴.۱	۲۳۲.۵	۳۶۲.۹	۴۶۳.۵	۴۵۰.۰	۳۶۵.۳	۲۴۱.۵	۱۲۷.۱	۵۹.۶	۳۴.۲	۲۵۶۵.۷

در ادامه بر طبق جدول شمارهٔ ۱۵ در ایستگاه مراوه تپه، بیشینه میانگین ماهانهٔ بارندگی به ترتیب مربوط به ماه‌های مارس، فوریه، آوریل، دسامبر، نوامبر و ژانویه با مقدار ۴۹/۸ میلی‌متر، ۴۵/۲ میلی‌متر، ۴۳/۸ میلی‌متر، ۳۷/۱ میلی‌متر، ۳۵/۷ میلی‌متر و ۳۴/۸ میلی‌متر است. همچنین بیشینه میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل به ترتیب مربوط به ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست، می،

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

سپتامبر و آوریل با میانگین ۴۶۳/۵ میلی‌متر، ۴۵۰ میلی‌متر، ۳۶۵/۳ میلی‌متر، ۳۶۲/۹ میلی‌متر، ۲۴۱/۵ میلی‌متر و ۲۳۲/۵ میلی‌متر محاسبه شد.

این نمودارها می‌توانند سه نوع مختلف از تغییرات را نشان دهند:

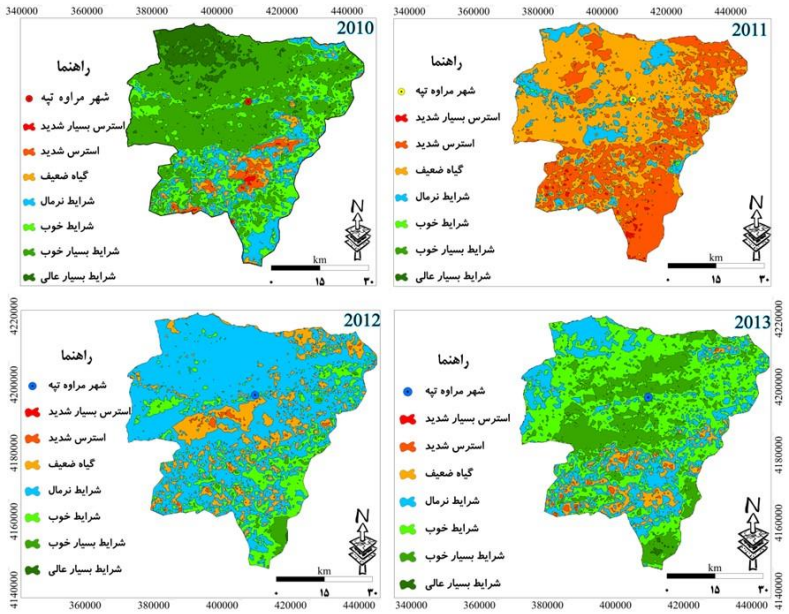
تغییرات ناگهانی: اگر محل برخورد دو منحنی U - U´ در داخل محدودهٔ بحرانی ۱.۹۶ (مثبت ـ منفی) باشد و منحنی U از محدودهٔ بحرانی خارج و دوباره به آن وارد شود، تغییرات از نوع ناگهانی خواهد بود.

روند: اگر منحنی U پس از خروج از محدودهٔ معنی‌داری دوباره به داخل محدوده برنگردد، روند معنی‌دار خواهد بود. به طرف مقادیر مثبت، روند مثبت و به طرف مقادیر، منفی روند منفی خواهد بود.

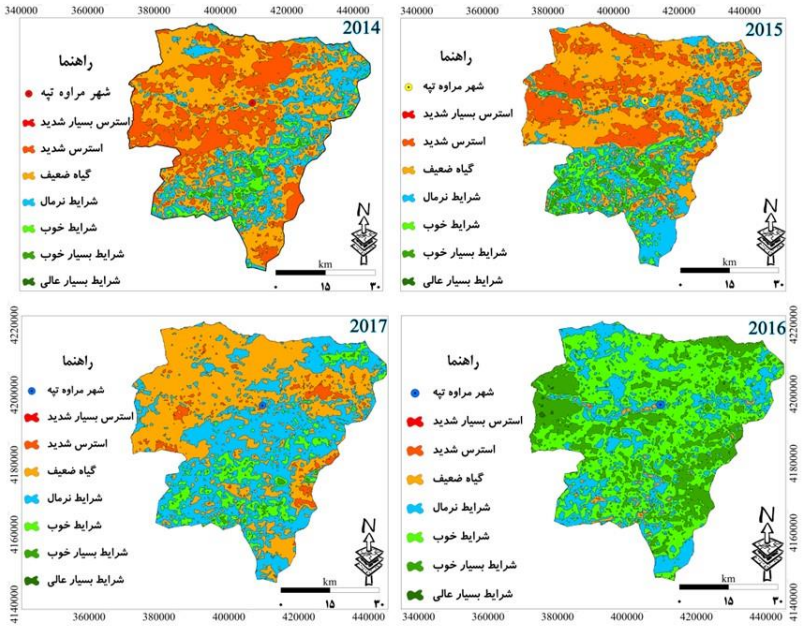
بدون تغییر: اگر دو منحنی ذکر شده در داخل محدودهٔ بحرانی با هم برخورد کنند و از محدودهٔ بحرانی خارج نشوند یا در میان آنها هیچ برخوردی نباشد، هیچ گونه تغییر و روند معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در جمع‌بندی کلی بررسی پارامترهای منطقه می‌توان اذعان کرد که اقلیم منطقه، روند افزایش دما و گرم شدن نسبی را سپری می‌کند. با توجه به نتایج پارامترهای بررسی شده می‌توان نتیجه گرفت که تنش‌های گیاهی رخ داده بیشتر در ماه‌های شهریور، تیر، مرداد، اردیبهشت و مهر ماه رخ داده‌است. همچنین با توجه به همین موضوع می‌توان گفت که با افزایش دما، از مقدار رطوبت نسبی هوا کاسته می‌شود و بنابراین، مسلم است که با کاهش رطوبت نسبی از مقدار بارش‌ها نیز تا حدودی کاسته شود. این موضوع را به‌وضوح می‌توان در ماه‌های سرد سال مشاهده کرد. همچنین با توجه به کوهستانی بودن منطقه و افزایش دما، تا حدودی نوع بارش نیز تغییر خواهد کرد. به‌طورکلی، در ایستگاه موردمطالعه ۸۵ درصد روند مشاهده شد. از آنجا که تغییر اقلیم پدیده‌ای بسیار پیچیده است، پس به مطالعات جامعی نیاز دارد.

بر اساس خروجی حاصل از اشکال ۹ و ۱۰ در بازهٔ زمانی ۲۰۱۰، شرایط تنش‌گیاهی شرایط نرمالی را نسبت به سال‌های دیگر نشان می‌دهد؛ بیش از ۷۰ درصد گیاهان منطقه در این شرایط قرار دارند و نتیجه می‌تواند این باشد که این گیاهان توانایی کسب آب بیشتر یا راندمان مصرف آب زیادتری داشته‌اند و در برابر تنش خشکی مقاومت بیشتری از خود نشان داده‌اند، اما به‌مرور این شرایط از حالت عادی بودن خارج شده‌است که بیانگر شوک گرمایی و کمبود راندمان آب‌های زیرزمینی است. تعداد کمی از گونه‌های گیاهان عالی در درجه حرارت ثابت بیش از سی درجهٔ سانتی‌گراد زنده می‌مانند. سلول‌ها یا بافت‌های گیاهان عالی که آب خود را از دست داده و در حال رکود رشد است، بافت‌هایی که به‌طور فعال رشد می‌کنند به‌ندرت در درجه حرارت‌های بالاتر از ۴۵ درجهٔ سانتی‌گراد زنده می‌مانند. این الگو در سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵، روند خود را به‌طور منفی نمایان کردند. در سال ۲۰۱۶، گیاه تحت‌تأثیر جریان‌های تجمعی و گردش‌های جوی عمومی آب و هوایی قرار گرفت و شرایط عادی‌تری را به وجود آورد، ولی دوباره این روند در سال ۲۰۱۷ سیر نزولی داشت. خسارت شوک گرمایی در گونه‌های این نواحی اتفاق می‌افتد و در این میان محصولات زراعی، ذرت، هندوانه، لوبیا، برنج، گوجه‌فرنگی، خیار، سیب‌زمینی شیرین و پنبه حساس هستند که بیشترین سطح زیر کشت این شهرستان را شامل می‌شوند.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]



شکل۹: روند نمایی تغییرات تنش‌های گیاهی حاصل از شرایط محیطی و آب و هوایی

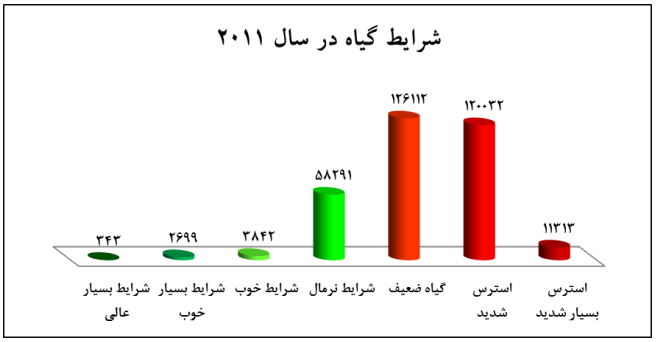


شکل۱۰: روند نمایی تغییرات تنش‌های گیاهی حاصل از شرایط محیطی و آب و هوایی

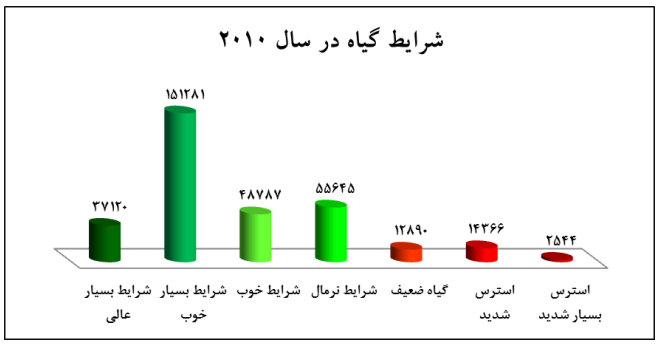
تمامی گونه‌های گیاهی برای رشد مؤثر و بیشتر خود، به شرایط مطلوب اقلیمی نیاز دارند که این شرایط مطلوب و حدهای اقلیمی برای گیاهان در منطقه متفاوت است. شرایط مختلف رویشی و پوششی گیاهان در مناطق بیابانی، استپی، چمنزار و جنگلی با توجه به نوع اقلیم، از اقلیم خشک تا بسیار مرطوب ــ به علت وجود رطوبت و دما ــ تغییر می‌کند. همبستگی شدید و ارتباط تنگاتنگ بین پوشش گیاهی و پارامترهای اقلیمی در منطقه به گونه‌ای است که تغییر در هر کدام از آنها، بر دیگر کارکردهای اکوسیستمی منطقه تأثیر شدیدی می‌گذارد. میزان بارندگی، فصل بارش، تعداد روزهای بارانی، پراکنش زمانی و مکانی و شدت بارندگی و رژیم دمایی با توپوگرافی بر هم کنش متقابل به وجود می‌آورند که حاصل آن، ایجاد پوشش

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

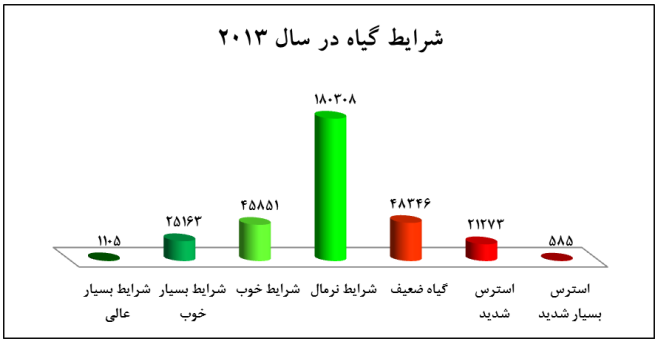
گیاهی ویژه در هر منطقه از محدودهٔ مورد مطالعه است. روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ارتباط آن با بارندگی در جنوب و شمال شرقی مراوه تپه نشان داد که بین پوشش گیاهی و میزان بارندگی همبستگی وجود دارد. ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی نیز با تأثیر بر میزان دما و رطوبت، عامل عمدهٔ میزان سلامت گیاهان در منطقه بوده‌است. پهنه‌بندی انجام شده در منطقه با استفاده از مدل همپوشانی شاخص مقایسهٔ آنها نشان داد که دما، بارش، رطوبت و نوع خاک به صورت تلفیقی در تعیین توان‌های اقلیمی در مناطق مختلف شهرستان مراوه تپه تأثیر به سزایی داشت و به طور کلی میزان دما و بارندگی نسبت به دیگر عناصر، بیشترین تأثیر را در سلامت گیاهان منطقه ایفا می‌کند.



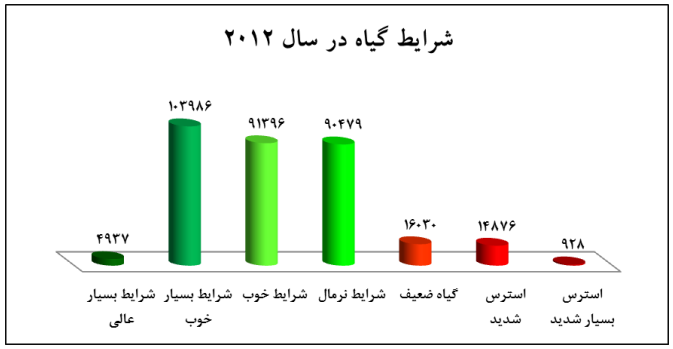
شکل ۱۲: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۱ (هکتار / مساحت)



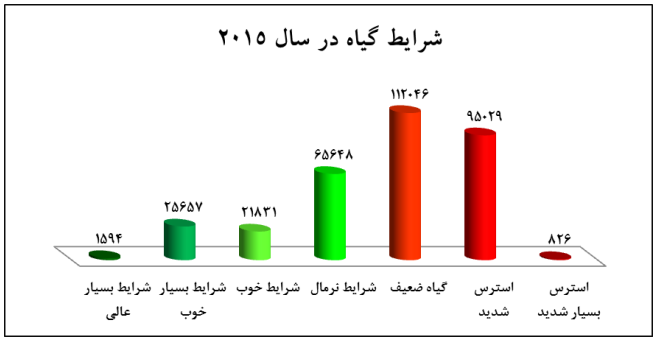
شکل ۱۱: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۰ (هکتار / مساحت)



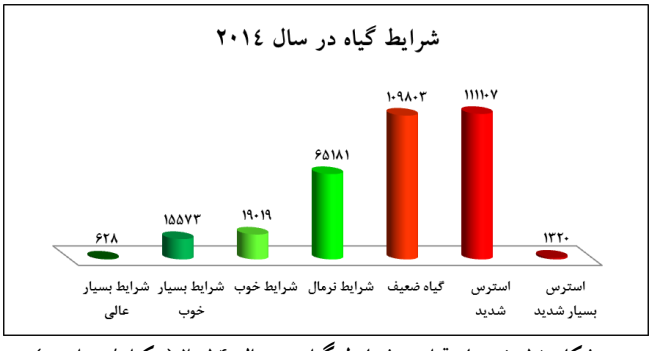
شکل ۱۴: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۳ (هکتار / مساحت)



شکل ۱۳: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۲ (هکتار / مساحت)

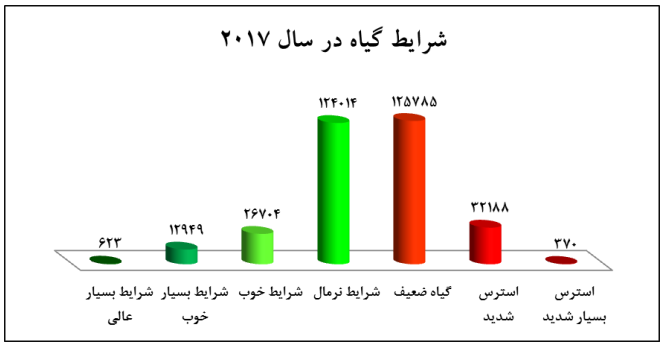


شکل ۱۶: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۵ (هکتار / مساحت)

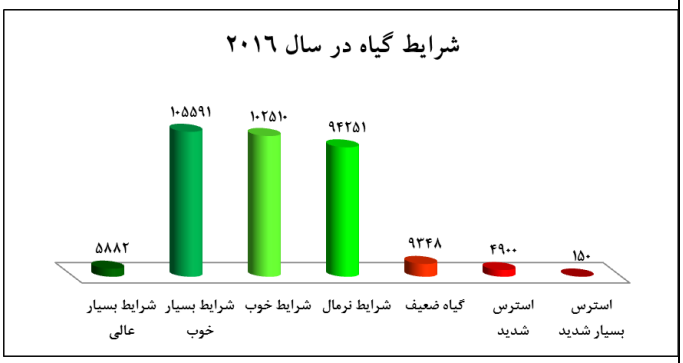


شکل ۱۵: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۴ (هکتار / مساحت)

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]



شکل ۱۸: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۷ (هکتار / مساحت)



شکل ۱۷: نمودار قیاسی شرایط گیاه در سال ۲۰۱۶ (هکتار / مساحت)

تنش گیاهی، بارزترین مشکل مناطق خشک و نیمه‌خشک است و تنوع بسیار زیاد در زمان و مکان وقوع این تنش، کار تشخیص دقیق وقوع آن را بر اساس مشاهدات مکانی سخت و پیچیده کرده‌است. اصولاً برای تحلیل کمی تنش گیاهی، وجود چند شاخص مشخص برای تعیین دقیق دوره‌های همراه با استرس گیاهی بسیار ضروری است (Silva, 2003). نتایج این بررسی نشان داد که شاخص‌های اقلیمی سنجیده شده، ابزاری قوی در بررسی تنش‌های گیاهی است و از آنجا که هدف از این مطالعه، مقایسهٔ رابطه بین شاخص‌های ماهواره‌ای و شاخص اقلیمی و تعیین کارایی شاخص‌های ماهواره‌ای در پایش تنش گیاهی است، شاخص‌های اقلیمی در مقیاس زمانی ۲۶ ساله (ارتباط داشتن با تنش گیاهی) به‌عنوان معیار برگزیده شد. ارتباط بین متغیرها با شاخص EVI نیز بررسی شد. همان گونه که مشاهده می‌شود، نتایج شاخص‌ها بیانگر معنادار بودن روند ارزیابی تنش‌های گیاهی است. این شاخص در بازهٔ کوتاه‌مدت با شاخص‌های حرارتی در سطح یک درصد، بیشترین همبستگی را نشان می‌دهد. با افزایش بازهٔ زمانی، ارتباط بین شاخص‌های هواشناسی با شاخص EVI بیشتر می‌شود. شاخص‌های گیاهی قابل استخراج از تصاویر ماهواره‌ای همچون EVI، از چند دههٔ قبل برای ارزیابی وضعیت گیاهان با استفاده از داده‌های سنجش از دور توسعه یافت؛ بنابراین این شاخص، تنش‌های گیاهی را دقیق‌تر نشان می‌دهد و روش مناسب‌تری برای برآورد تنش است. این پژوهش برخلاف پژوهش‌های پیشین که در مطالعات خود از سنجندهٔ AVHRR و لندست استفاده کرده‌اند، از سنجندهٔ MODIS استفاده می‌کند. سنجندهٔ MODIS، ۳۶ باند دارد و تصاویر با قدرت تفکیک زمانی و رادیومتریک بهتری نسبت به AVHRR ارائه می‌دهد که می‌توان با دقت بالا به تجزیه‌وتحلیل تنش‌های گیاهی پرداخت. نتایج این تحقیق با نتایج میرزا حسنی و همکاران (۱۳۹۸) و فیروزی و همکاران (۱۳۹۶) مشابه بود و نشان داد که شاخص‌های سنجش از دور، در پایش تنش گیاهی دقت مناسبی دارد. شاخص‌های گیاهی قابل‌استخراج از تصاویر ماهواره‌ای برای ارزیابی وضعیت استرس گیاهی، با استفاده از داده‌های سنجش از دور توسعه یافته‌اند. اساس اغلب این شاخص‌ها، اندازه‌گیری بازتابندگی طیفی در باندهای مختلف بود و امکان محاسبه در هر پیکسل را داشت. این شاخص‌ها در مقابل سایر شاخص‌های اقلیمی چند مزیت داشت که پوشش دادن سطح وسیعی از زمین از آن جمله به شمار می‌رود. از طرف دیگر، این شاخص‌ها در مناطقی که کمبود آمار اقلیمی دارند، با ارزش است. در نهایت، با بررسی مقادیر جدول ۸ می‌توان چنین استنباط کرد؛ مناطقی که دارای توان مثبتی هستند، منشأ بارندگی کوهستانی دارند. در حقیقت، بارندگی کوهستانی جزئی از مجموع بارندگی است که در نتیجهٔ اثر کوهستانی در مکانیسم سیکلونی و عروجی حاصل می‌شود. این امر تا حدود بسیار زیادی به سیستم چین‌خوردگی، پوشش‌های گیاهی، جهت و موقعیت آن و جهت برخورد آن با جریان‌های هوا ارتباط دارد؛ البته باید توجه داشت که تنها تأثیر ارتفاعات

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

بر میزان بارندگی به‌تنهایی بر اساس ارتفاع قابل قضاوت نیست، بلکه دما و پوشش گیاهی، رطوبت هوای در حالت صعود و سرعت و جهت باد نیز در این امر نقش به‌سزایی دارند. در ادامه، می‌توان چنین بیان کرد که رژیم بارندگی مناطق، از نوع رژیم حاره‌ای است که با حداکثر بارندگی در تابستان و زمستان خشک مشخص می‌باشد. در تابستان‌ها به علت افزایش گرمای زیاد خشکی‌ها، خط همگرایی میان حاره‌ای بر روی این منطقه کشیده می‌شود و درنتیجه، بارندگی جبهه‌ای از طریق بارندگی کوهستانی و عروجی تقویت می‌شود و رخ می‌دهد.

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی نقشهٔ شدت فرسایش نشان می‌دهد که بیشترین میزان فرسایش در منطقه برحسب مدل مورد بررسی در جنوب شرقی، شمال و شمال‌شرقی حوضه تخمین زده شده؛ چون این منطقه از سازندهای ناپایدار و مستعد فرسایش تشکیل شده‌است. شیب زیاد منطقه به اضافهٔ بارش باران و تغییر کاربری اراضی در این محدوده، بسیاری از عرصه‌های آن را با بحران فرسایش خاک مواجه کرده‌است. مقدار Z برای این مناطق بیش از یک است که فرسایش‌پذیری شدید این ناحیه را نشان می‌دهد. میزان فرسایش ویژه بر حسب میزان ضریب شدت فرسایش در واحدهای همگن منطقه تغییر می‌کند. این تغییرپذیری، نتیجهٔ کاربری‌های مختلف منطقه، سازندهای مختلف و شیب متغیر منطقه است. نتایج حاکی از این است که کیفیت فرسایش در پوشش‌های متفاوت متغیر است، اما با تأثیرپذیری از سایر عوامل، میزان تأثیرگذاری این شاخص نیز دچار تغییر می‌شود. به طور کلی، می‌توان گفت که به علت شرایط توپوگرافی منطقهٔ مراوه تپه و اهمیت مسئله کشاورزی در این منطقه، اراضی دشت و دامنه‌های آن به اراضی کشاورزی اختصاص‌یافته‌است که در تولید رسوب نقش مؤثری دارد. اراضی مرتعی موجود ــ که قسمت اعظم مساحت منطقه را تشکیل می‌دهد ــ در مناطق پرشیب و حساس به فرسایش، برخلاف انتظار فرسایش داشته‌است و به علت عدم رعایت مسائل چرای دام و منع بهره‌برداری از مناطق حساس به فرسایش به‌خصوص تبدیل روبه رشد تغییر کاربری به زراعت و از بین رفتن پوشش مرتعی، فشرده شدن حتی به بروز هرز آب‌ها و شسته شدن لاش برگ و خاک سطح مراتع منجر شده‌است؛ به گونه‌ای که تشدید آن سبب شده دامنه‌ها به‌طورکلی لخت شود و فرسایش‌های شیاری خیلی شدید در اکثر نقاط نمایان شود که تقریباً به حالت بدلند در آمده است. در پایان باید گفت که اغلب تنش‌های غیر زیستی مانند تنش آب و تنش دما سلول‌های گیاه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

تنش‌گیاهی یکی از پدیده‌های محیطی و بخش جدایی‌ناپذیر تغییرات اقلیمی است که ممکن است در هر محلی رخ دهد و به کمبود آب منجر شود، اما ویژگی‌ها و اثرات آن از قبیل شدت، مدت و بزرگی از محلی به محل دیگر متفاوت است. تنش‌گیاهی برخلاف سیل، پدیده‌ای آرام و خزنده است که به‌آرامی یک محیط را تسخیر می‌کند و به بلایی طبیعی تبدیل می‌شود. افت سطح ایستایی و کاهش ذخیرهٔ استراتژیک زیرزمینی، تغییرات کیفی گسترده‌ای را در سطح شهرستان مراوه‌تپه ایجاد کرده‌است که قابل‌چشم‌پوشی نیست. در شهرستان مراوه‌تپه که اقتصادشان مبتنی بر کشاورزی است، اثرات غیرمستقیم تنش‌گیاهی در قالب کاهش تولید مواد غذایی بروز یافته که این امر به دلیل کاهش سطح زیرکشت و عملکرد محصولات است. کاهش میزان اشتغال و سطح درآمد از جمله اثرات مستقیم تنش‌گیاهی در این منطقه است که عمده‌ترین دلیل آن، کاهش سطح زیر کشت و کاهش عملیات داشت (آبیاری) و برداشت است. کاهش تولید مواد غذایی، به‌صورت غیرطبیعی به افزایش قیمت مواد غذایی و فقدان شغل مناسب منجر می‌شود و توان دسترسی مردمان این روستا به غذا را کاهش می‌دهد. تنش گیاهی عمده‌ترین مشکل مناطق خشک و نیمه‌خشک است و تنوع بسیار زیاد در زمان و مکان وقوع تنش، کار

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

تشخیص دقیق وقوع آن را بر اساس مشاهدات مکانی سخت و پیچیده کرده‌است. اصولاً برای تحلیل کمی تنش، وجود یک شاخص مشخص برای تعیین دقیق دوره‌های مرطوب و خشک بسیار ضروری است (Lin et al, 2011). خصوصیات داده‌های ماهواره‌ای مانند قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا، پوشش وسیع مناطق موردمطالعه و بررسی مستقیم وضعیت پوشش گیاهی به‌وسیلهٔ شاخص‌های ماهواره‌ای، باعث شده مطالعات زیادی در زمینهٔ مدل‌سازی تنش گیاهی با استفاده از این تکنولوژی صورت گیرد و استفاده از این شاخص‌ها تأیید شود. خشک شدن منابع آب و فقدان دسترسی به منابع جایگزین همچون نداشتن منابع آب زیرزمینی یا عدم وجود منابع آب سطحی جایگزین، روند تشدیدی به خودگرفته است و به نظر می‌رسد در صورتی که تنش گیاهی در سال‌های آینده نیز ادامه یابد و از روش‌های مناسب برای مقابله با آن استفاده نشود، این منطقه از ایران نیز با مشکلات بیشتری روبه‌رو خواهد شد. همچنین با توجه به اینکه منابع آب منطقه در دهه‌های آتی کاهش خواهد داشت، لزوم بهره‌گیری از روش‌های جامع مدیریت آب در تمام بخش‌ها اعم از ذخیره، انتقال و توزیع بسیار ضروری و گریزناپذیر به نظر می‌رسد. در نهایت، انتظار می‌رود با اعمال روش‌های مدیریتی صحیح، توزیع پایدار آب، مذاکرات منطقه‌ای، کشاورزی اصولی و ایجاد شرایط بهینهٔ هیدرولوژیکی، روند تخریب پوشش گیاهی در آینده کاهش یابد. در نتیجه، پیشنهاد می‌شود مطالعات تکمیلی برای پایش مکانی تنش گیاهی به‌وسیلهٔ تصاویر ماهواره‌ای از طریق اندازه‌گیری‌های زمینی تغییرات کمی پوشش و درجه حرارت سطح زمین صورت گیرد. در استفاده از EVI و باندهای حرارتی ماهواره‌ای محدودیت‌هایی وجود دارد که از جمله این موارد می‌توان به شرایط جوی و ابری اشاره کرد و باید آنها را مدنظر قرار داد. استفاده از نقشه‌های حاصل از شاخص‌های پایش و ارزیابی تنش گیاهان نیز می‌تواند به بهبود برنامه‌های مدیریت محیطی منطقه کمک کند و نقش به‌سزایی در کاهش اثرات تنش گیاهی داشته باشد.

۶ـ سپاس‌گزاری

نویسندگان این مقاله بر خود واجب می‌دانند از مسئولان و کارشناسان سازمان هواشناسی کشور به دلیل در اختیار نهادن داده‌های اقلیمی لازم، تشکّر و قدرانی کنند.

منابع

1. Armin, M.; Eskandari Jahmani, F.; alvaninejad, S.; & M. mirzaei, 2020. Prioritization of erosion-sensitive areas using satellite imagery (Case study: part of Bahmei county in Kohgiluyeh and Boyerahmad province), *E.E.R*, 10(2), 41-58. (in Persian)

2. Aini, M.; Khodakarmian, Gh.; Mirzaei, H.; & S. A. Esmailzadeh, 2014, Biological and abiotic stresses in plants, National Conference on Climate Change and Sustainable Agricultural and Natural Resources Development Engineering, Hamedan. (in Persian)

3. Abdollahi, L.; Faraji, M.; haghizadh, A.; & S. Dehdari, 2019. Investigation of Hydrological Drought Process Using Time Series Analysis and SDI index (Case Study of Marian River Basin of Lorestan Province), *Journal of Range and Watershed Managment*, 72(2), 477-487. (in Persian)

4. Azimi, S.; Azhdari Moghaddam. M.; & S. Hashemi Monfared, 2017. Assessment and spatial distribution of drought Contact with reduced quality of groundwater based on GRI indicators in GIS, *Journal of Climate Research*, (29), 73-89. (in Persian)

5. Alambeigi, A., & M. Malekli., (2019). Institutional Analysis of Drought Management in the Ghareh Chay Watershed in Saveh County: An Application of Social Network Analysis. *Journal of Range and Watershed Management*. 71(4), 1013-1027. (in Persian)

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

6. Alijani, B.; Mahmoudi, P.; & A. J. Chogan, 2012. Investigating the trend of changes in annual and seasonal rainfall in Iran using non-parametric method (estimation of Sense slope), *Journal of Climatological Research*, 3 (9), 42-23. (in Persian)

7. Amobeigi, Mehri., & R. Razavizadeh., (2013). The effect of drought stress and paclobutrazol on the accumulation of flavonoids and mineral elements in rapeseed (L. Brassica napus) under in vitro culture. *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*. 8(31), 12-22. (in Persian)

8. Baaghide, M., 2007.Investigation and monitoring of droughts in Isfahan province using NOAA / AVHRR multi-time images, NDVI index and Geographic Information System (GIS), under the guidance of Alijani Behlool and Ziaian Parviz, Tarbiat Moallem University of Tehran. (in Persian)

9. Clémence, Goyens.; Cédric, J., & K. G. Ruddick, 2013. Spectral relationships for atmospheric correction. I. Validation of red and near infra-red marine reflectance relationships.

10. Dehghani Tafti, A.; Zare, M.; Hosseini, S.; & F. Arabi Aliabad, 2019. Investigating the Trend of Drought Changes and Its Relation with Climatic Elements, *Desert Management*, 7(13), 1-14. (in Persian)

11. Firouzi, F.; Tavosi, T.; & P. Mahmoudi, 2019. Investigating the sensitivity of NDVI and EVI vegetation indices to dry and wet years in arid and semi-arid regions (Case study: Sistan plain, Iran), Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 28(110), 163-179. (in Persian)

12. Ghazizadeh, M., & A. Nohegar., (2014). Exploring relation between Environmental Indexes and Soil erotion for sustainable development. *E.E.R*, 4(3), 1-18. (in Persian)

13. Jafari, G. H., & K. Qafori., (2021). Erodibility status analysis of sub-basins of Zagros Morphotectonic unit in relation to morphometric characteristics. *E.E.R*, 10(4), 74-89. (in Persian)

14. Kamel Didan - University of Arizona, Alfredo Huete - University of Technology Sydney and MODAPS SIPS - NASA. 2015. MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid. NASA LP DAAC. http://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13Q1.006.

15. Lin, W. C., & S. C. Yang., (2011). Exploring students' perceptions of integrating Wiki technology and peer feedback into English writing courses. *English Teaching: Practice and Critique*. 10(2), 88-103.

16. Lymburner, L.; Tan, P.; Mueller, N.; Thackway, R.; Lewis, A.; Thankappan, M.; Randall L.; Islam, A.; & U. Senarath, 2011. The National Dynamic Land Cover Dataset, Geoscience Australia, Symonston, ACT, Australia. Record 2011/31. 95. ISBN 978-1-921954-30-6 http://www.ga.gov.au/scientific-topics/earth-obs/landcover.

17. Lanfredi, M.; Coppola, R.; Simoniello, T.; Coluzzi, R.; Imbrenda, V.; & M. Macchiat, 2015. Early identification of land degradation hotspots in complex bio-geographic regions, *Remote Sensing*, 7, 8154-8179.

18. Moosavi, S.; & H. Ragh ara., (2018). Effect of water deficit stress and application of humic and salicylic acid on physiological traits, yield and yield components of corn. *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*. 13(50), 88-101. (in Persian)

19. Mafi, Hassan., 2009. Investigation of biological and environmental stresses on plants, agricultural engineering, agriculture, education and promotion of agricultural products, Jahad Keshavarzi Publications, first edition, 1-280. (in Persian)

20. Namvar, A.; Hadi, H.; & R. Seyed Sharifi., 2018. Role of exogenous phytoprotectants in mitigation of adverse effects of abiotic stresses, *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*, 12(48), 103-128. (in Persian)

21. Pessarakli, M., 2011. Hand book of Plant and Crop Stress, 3rd edn. Published by Taylor & Francis Group.

22. Tan, P.; Lymburner, L.; Thankappan, M.; & A. Lewis, 2011. Mapping Cropping Practices Using MODIS Time Series: Harnessing the Data Explosion, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 39 3, 365-372 http://dx.doi.org/10.1007/s12524-011-0124-0.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

23. Shayan. S., & G. Zare., (2011).Geomorphologic Explanation of Erosion Concept and Comparing it to Natural Resources Science Aspects. *E.E.R*. 1(1), 77-92. (in Persian)
24. Solimani, A.; afrakhteh, H.; azizpour, F.; & A. Tahmasebi, 2016. Assessing the Level of Adaptive Capacity in Rural Districts of Rawansar City to drought, *jsaeh*, 3(2), 65-78. (in Persian)
25. Shahab Arkhazloo, H.; Zahed, S.; & S. Asghari, 2019. Comparison of two MPSIAC and MMF models in soil erosion mapping of Ardebil Agh Gouni watershed, *E.E.R*, 9(2), 72-88. (in Persian)
26.Tuteja, N., & S. S. Gill., (2013). Crop Improvement under Adverse Conditions. Published by Springer.
27. Wang, M.; Shi, W.; & L. Jiang, 2012. Atmospheric correction using near-infrared bands for satellite ocean color data processing in the turbid western pacific region, Opt. Express 20, 741-753.
28. Zynali, B.; Asghari Saraskanroud, S.; & V. Saffarian Zangir, 2017. Monitoring and Forecast of Drought in Urmia Lake Basin by SEPI Index and ANFIS Model, *Jsaeh*, 4(1), 73-96. (in Persian)

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

Spatial Analysis of Plant Stresses and Erosion Related to Soil and Climate Textu (Case Study: Maraveh Tappeh City)

Yousef Darvishi ***:** *Assistant Professor of Geography, Payamnoor University*.
Amir Oshnooei Nooshabadi**:** *Assistant Professor, Department of Geography, Lorestan University*.
Mohammad Hossein Farangi**:** *Master of geographic information systems (GIS), Ferdowsi university of mashhad, engineering faculty, Department of Civil Engineering (CE).*

Article History (Received: 2021/06/1 **Accepted:** 2021/11/7**)**

Extended abstract

1- Introduction

Erosion, especially soil erosion by water, is one of the most important issues in the destruction of environmental resources. To prevent erosion, we need to know its various dimensions. Erosion is a natural and calm phenomenon that has led to the formation of landscapes that are currently considered suitable environmental resources for human life. However, in terms of natural resources, erosion has destroyed fertile soils and has had many negative effects on lives of inhabitants. Soil erosion is the most important cause of land degradation and leads to water and soil wastage. Plants, like other living organisms, are affected by various stresses, including stresses caused by salinity, drought, cold, frost, high temperatures, heavy metals, flooding conditions, UV radiation, and damages caused by deficiency or excess. Soil dryness and water shortages in the city of Maraveh Tappeh, which plays a vital role in ecology, agriculture, industry, tourism and health of the residents, highlight the importance of monitoring this phenomenon. Drought is an irregular rainfall pattern that leads to changes in vegetation, because water is a required factor in plant growth. On the other hand, changes in green cover levels play a dynamic role in balancing energy and water levels. Plants have developed a variety of mechanisms to adapt to dehydration. Molecular genetic aspects have allowed them to respond appropriately and adapt themselves to this stress.

2- Methodology

The present study, due to the nature of the issue and the subject under investigation, has a descriptive-analytical design and is of the type of applied studies with an emphasis on quantitative methods. Wet and drought phenomena were used as the key isseues to be examined. The purpose of this study was to measure and analyze the time series of drought-based plant stresses by using remote sensing data and climatic indicators. For this purpose, first by calculating the data of Modis satellite and Telos sensor, the estimation of Vegetation analysis in each pixel was performed based on z distribution. Then, by using parameters involved in plant stress such as humidity, evapotranspiration, temperature and precipitation with a period of 26 years, the reserachers performed time series validation (Mankendal) method. In this study, MODIS satellite images with code (MOD13Q1) from 2010 to 2017 were received from the EarthData website and pre-processing and other necessary processing such as geometric and radiometric corrections were performed on them. The Kendall Man test is one of the most common and widely used non-parametric methods that can be used to analyze the trend of time series. In order to get acquainted with the study area and conduct a correct principled planning for erosion studies, the Maravah-e-Tappeh area was visited and. finally, by using EPM experimental method the erosion rate in the studied area was estimated.

3- Results

The results show that the quality of erosion varies in different coatings, but with the influence of other factors, the effectiveness of this factor also changes. The highest rate of erosion in the region, according to the studied model, is estimated in the southeast, north and northeast of the basin. In general, it can be said that due to the topographic conditions of Maraveh Tappeh region and also due to the importance of agriculture in this region, plain lands and slopes have been allocated to agricultural lands that have had an effective role in sediment production. The existing rangelands, which form the bulk of the area, have eroded in steep and erosion-prone areas contrary to the expectations. Due to non-observance of grazing issues and prohibition of exploitation of erosion in sensitive areas, especially the growing conversion of land use to agriculture and loss of rangeland cover, compaction has even caused water wastage and intensified washing of leaf and soil. Consequently, the slopes are completely bare and very severe groove erosions are visible in most places, which has created a very bad secneray and unfavorable shapes.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]

Finally, it should be said that most non-biological stresses such as water stress and temperature stress affect plant cells.

4- Discussion & Conclusions

The results of this study showed that the evaluated climatic indicators can be consdidred as strong parameters in the analysis of plant stresses. Remote sensing indicators have good accuracy in monitoring plant stress. Extractable plant indicators have been developed from satellite imagery to assess plant stress status by using remote sensing data. Most of these indicators are based on the measurement of spectral reflectances in different bands and can be calculated in each pixel. These indicators had several advantages over other climatic indicators, including covering a large area of land.

Key Words: Measurement, Stress, Moody images, Meteorological data, Erosion.

[DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.4.3.7]