



19th Iranian Soil Science

16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



Con



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management



۰۴۲۵۰

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

## بررسی الگوی تغییرات زمانی پوشش گیاهی در حوضه آبریز زربینه رود - سیمینه رود

علی رضا واعظی<sup>۱</sup>، خالد حاجی ملکی<sup>۲</sup>، لیلا گل محمدی<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup>استاد گروه علوم و مهندسی خاک استان زنجان

<sup>۲</sup>دانش آموخته دکتری خاکشناسی دانشگاه زنجان

<sup>۳</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: leilaglhmhmdi818@gmail.com

### چکیده

پوشش گیاهی به عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های بوم‌سازگان، نقشی تعیین‌کننده در کاهش رواناب و فرسایش خاک، افزایش نفوذ آب و در نهایت پایداری اکوسیستم‌های طبیعی دارد. هرگونه تغییر در ساختار و الگوی پوشش گیاهی می‌تواند منجر به تغییرات اساسی در فرآیندهای هیدرولوژیکی و کیفیت منابع آب و خاک شود. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی الگوی تغییرات زمانی پوشش گیاهی در حوضه آبریز زربینه رود - سیمینه رود انجام شد. این حوضه با وسعت ۱۷۶۲۵ کیلومتر مربع در اقلیم نیمه‌خشک شمال غرب ایران واقع شده و شامل کاربری‌های متنوعی همچون کشت آبی، کشت دیم، مراتع و اراضی بایر است. تغییرات شاخص پوشش گیاهی در سطح حوزه با استفاده از شاخص تفاوت پوشش گیاهی عادی (NDVI) تعیین شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار NDVI در کشت آبی و کمترین مقدار NDVI در اراضی لخت است. تغییرات زمانی قابل توجهی طی ماه‌های مختلف از نظر این شاخص وجود داشت که علت آن تغییر در وضعیت پوشش گیاهی منطقه است. بیشترین میزان تغییرات در کاربری کشاورزی آبی و کمترین میزان آن در اراضی بدون پوشش (اراضی بایر) است. بین مقدار رطوبت خاک و مقدار شاخص NDVI روابط معنی

**مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب****Holistic and Smart Soil and Water Management**

۰۴۲۵۰

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture &amp; Natural Resources, University of Tehran

داری در بیشتر کاربری‌ها وجود داشت به طوری که با افزایش NDVI مقدار رطوبت خاک کاهش یافت و قوی‌ترین رابطه در کاربری مرتع بود.

**کلمات کلیدی:** حوضه آبریز زرینه‌رود - سیمینه‌رود، پوشش گیاهی، شاخص NDVI

**مقدمه**

پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی اکوسیستم، نقش کلیدی در کاهش رواناب سطحی، کنترل سیلاب‌ها، مهار فرسایش خاک و حفظ حاصلخیزی آن ایفا می‌کند (همت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). تغییرات در ساختار و تراکم پوشش گیاهی، بازتابی از وضعیت اقلیمی و کاربری اراضی است و می‌تواند تأثیر عمیقی بر فرآیندهای هیدرولوژیکی و پایداری اکوسیستم‌ها داشته باشد (کله‌هویی و همکاران، ۲۰۲۴). تغییر اقلیم با کوتاه شدن طول فصل رشد و تغییر در زمان‌بندی فنولوژیکی گیاهان در مناطق مرتفع همراه است (ملایری و همکاران، ۱۳۹۷). افزون بر این، رابطه مستقیم بین بارش و تراکم پوشش گیاهی در پژوهش‌های ملی مورد تأیید قرار گرفته و مناطق کم بارش بیش از سایر مناطق در معرض کاهش شاخص تفاوت پوشش گیاهی عادی یا NDVI قرار دارند (عساکره و همکاران، ۱۴۰۴). خشکسالی یکی از اصلی‌ترین عوامل افت پوشش گیاهی در مناطق خشک ایران به شمار می‌رود (اصلان پنجه و همکاران، ۱۴۰۲). اگرچه این مطالعات نقش متغیرهای اقلیمی و کاربری اراضی بر تغییرات پوشش گیاهی را به‌خوبی نشان داده‌اند، اما بررسی جامع و همزمان تغییرات زمانی پوشش گیاهی در حوضه‌های زرینه‌رود و سیمینه‌رود - به‌عنوان بخشی از مهم‌ترین زیرحوضه‌های دریاچه ارومیه - کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این حوضه‌ها به دلیل موقعیت اقلیمی نیمه‌خشک و تنوع کاربری اراضی، حساسیت بالایی در برابر تغییرات محیطی دارند و نیازمند پایش دقیق‌تر هستند. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر تحلیل الگوی تغییرات زمانی و فصلی پوشش گیاهی در حوضه آبریز زرینه‌رود - سیمینه‌رود با استفاده از داده‌های سنجنش ازدور به ویژه شاخص NDVI و بررسی ارتباط آن با متغیرهای اقلیمی و کاربری اراضی است.

**مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب****Holistic and Smart Soil and Water Management**

۰۴۲۵۰

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture &amp; Natural Resources, University of Tehran

**مواد و روش‌ها**

حوضه آبریز دریاچه ارومیه با وسعت تقریبی ۵۱۹۶۴ کیلومتر مربع به عنوان یکی از شش حوزه آبریز اصلی در تقسیم‌بندی هیدرولوژی ایران به شمار می‌رود و در شمال غرب ایران قرار گرفته است و به وسیله بخش شمالی کوه های زاگرس و و دامنه‌های جنوبی کوه سبلان و نیز دامنه‌های جنوبی، شرقی و غربی کوه سهند احاطه شده است. با توجه به اینکه حوضه‌های آبریز زرينه رود و سيمينه رود سهم ۵۰ درصدی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه را دارند، بنابراین مطالعه و بررسی وضعیت هیدرولوژیکی این حوضه ها بسیار حیاتی و مهم است. حوضه آبخیز سیمینه - زرينه رود شامل پنج زیر حوضه بوکان، تکاب، سقز، صائین قلعه و میاندوآب می‌باشد. مساحت کل منطقه مطالعاتی حدود ۱۷۶۲۵ کیلومتر مربع است. تغییرات پوشش گیاهی در این کاربری‌ها در طول سال با توجه به اقلیم نیمه خشک حوضه دارای الگوی متفاوتی می‌باشد. شاخص تفاوت پوشش گیاهی عادی (NDVI) یک شاخص عددی ساده و ابزاری قدرتمند می‌باشد که می‌تواند برای ارزیابی تغییرات مکانی- زمانی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش مقدار این شاخص در کاربری‌های مختلف زمین مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات آن در ماه‌های مختلف تعیین شد. همچنین ارتباط رطوبت خاک حوضه با مقادیر در کاربری‌های مختلف زمین به صورت توابع ریاضی تعیین شد.

**نتایج و بحث**

بررسی مقادیر تفاوت شاخص پوشش گیاهی عادی (NDVI) در کاربری‌های مختلف زمین نشان داد که بیشترین پوشش گیاهی مربوط به کشت آبی است که با میانگین ۰/۴۱ و مقدار حداکثر ۰/۶۹ بالاترین مقادیر را در بین کاربری‌ها به خود اختصاص داده است (جدول ۱). در مقابل، زمین‌های بایر با میانگین ۰/۱۳ و حداکثر ۰/۲۳ کمترین مقدار پوشش گیاهی را دارد. مرتع و کشت دیم در موقعیت بینابین قرار دارند؛ به گونه‌ای که مرتع با میانگین ۰/۳۳ نشان‌دهنده پوشش نسبتاً پایدار است، در حالی که کشت دیم با وجود میانگین ۰/۳۱، به دلیل وابستگی به بارش، دارای نوسانات زیادی (بین ۰/۰۹ تا ۰/۶۴) می‌باشد. به طور کلی، نتایج بیانگر آن



## مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

## Holistic and Smart Soil and Water Management



۰۴۲۵۰

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

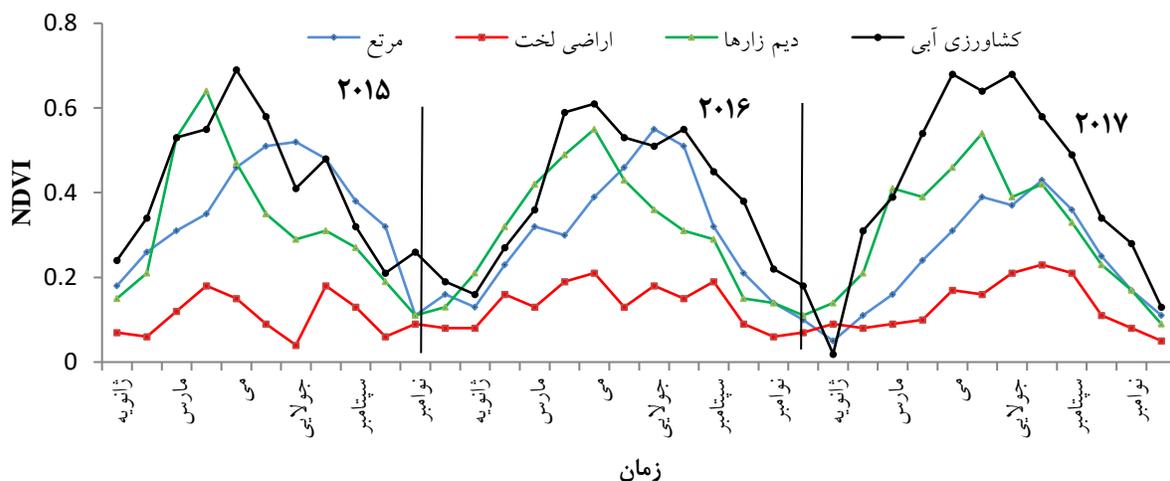
College of Agriculture &amp; Natural Resources, University of Tehran

است که ماه می (اواسط اردیبهشت تا اواسط خرداد) در هر سه سال متوالی بالاترین مقدار را داشته است که بیانگر اوج رشد گیاهان در فصل بهار است درمقابل کمترین مقدار NDVI درماه اکتبر سال ۲۰۱۵ و در سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ در ماه ژانویه ثبت شده است و این نشان می دهد که درزمستان شاخص NDVI به حداقل می رسد.

جدول ۱- تغییرات شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی حوضه مورد مطالعه در کاربری های مختلف زمین

تفاوت شاخص پوشش گیاهی عادی (NDVI)	کمترین	بیشترین	میانگین
زمین بایر	۰/۰۴	۰/۲۳	۰/۱۳
مرتع	۰/۱۱	۰/۵۵	۰/۳۳
کشت دیم	۰/۰۹	۰/۶۴	۰/۳۱
کشت آبی	۰/۰۲	۰/۶۹	۰/۴۱

بررسی میانگین تفاوت شاخص پوشش گیاهی عادی در سه سال (۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷) نشان می دهد که بیشترین مقادیر این شاخص در فصل های بهار و تابستان و کمترین مقادیر در پاییز و زمستان رخ داده است. الگوهای تغییرات در هر سه سال شباهت زیادی به هم دارند، به طوری که بیشترین مقدار درماه های اردیبهشت و خرداد، همزمان با شروع رویش گیاهان، به ثبت رسیده و کمترین مقدار در ماه های سرد سال مشاهده است. این روند بیانگر وابستگی بالای شاخص NDVI به شرایط محیطی از جمله دما، بارش و طول روز است. در واقع، تغییرات فصلی شاخص NDVI بازتاب روشنی از وضعیت رویش و رشد گیاهان در منطقه بوده و می تواند به عنوان معیاری مناسب برای تغییرات پوشش گیاهی در بازه های زمانی مختلف مورد استفاده قرارگیرد.



شکل ۴-۱۵- تغییرات شاخص تفاوت پوشش گیاهی عادی (NDVI) حوضه مورد مطالعه در طی سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۵

بررسی رابطه بین رطوبت خاک و تفاوت شاخص پوشش گیاهی عادی (NDVI) در کاربری های مختلف زمین نشان داد که در همه کاربری های زمین رابطه‌ی عکسی بین رطوبت خاک و شاخص پوشش گیاهی عادی (NDVI) وجود دارد (نوروزی اقدم و همکاران، ۱۴۰۰). کاربری مرتع بالاترین ضریب تعیین ( $R^2=0.61$ ) را دارد که بیانگر وجود یک رابطه نسبتاً قوی منفی میان رطوبت خاک و NDVI است. افزایش پوشش مرتعی (NDVI بالاتر) با کاهش رطوبت خاک همراه است، این می تواند به دلیل تراکم گیاهان مرتعی و برداشت آب توسط ریشه ها طی فرآیند تعرق باشد (همت زاده و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین تغییرات NDVI می تواند به خوبی تغییرات رطوبت خاک را در این کاربری توضیح دهد. در کاربری کشت آبی، مقدار ضریب تعیین ( $R^2=0.31$ ) نشان دهنده وجود یک رابطه متوسط و منفی بین این دو متغیر است. اگرچه انتظار می رود به دلیل تأمین منظم آب، رطوبت خاک بالا باشد اما با افزایش پوشش گیاهی مقدار رطوبت خاک کاهش می یابد. این وضعیت ناشی از مصرف بالای آب توسط گیاهان زراعی از طریق فرآیند تبخیر- تعرق است (فخار و نظری، ۱۴۰۱). در زمین های بایر مقدار ضریب تعیین نسبتاً پایین بوده ( $R^2=0.22$ ) و به طور کلی NDVI



## مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

## Holistic and Smart Soil and Water Management

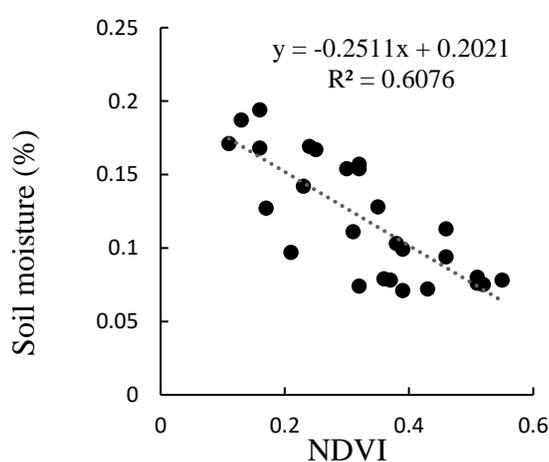


۰۴۲۵۰

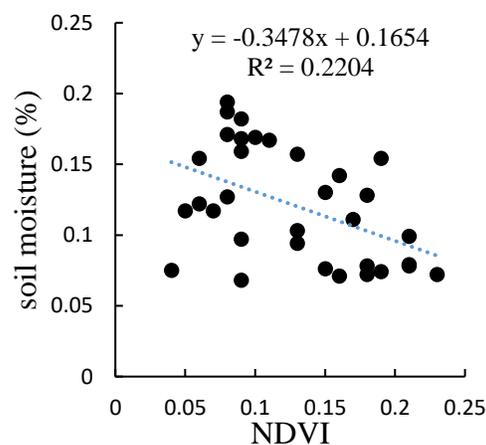
دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture &amp; Natural Resources, University of Tehran

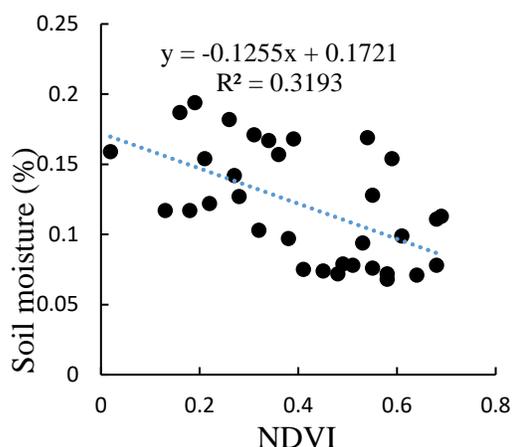
پایین است. در واقع در این مناطق شاخص NDVI به تنهایی توانایی کافی برای برآورد رطوبت خاک را ندارد و ترکیب با درجه حرارت سطح خاک و یا مدل های چند متغیره دقت را افزایش می دهد (عبیبات و همکاران، ۱۴۰۳). ضعیف ترین رابطه میان NDVI و رطوبت خاک در کاربری کشت دیم مشاهده شد ( $R^2=0.13$ ). این وضعیت نشان می دهد که در اراضی دیم به دلیل وابستگی شدید به بارش های فصلی، تغییرات NDVI عمدتاً ناشی از الگوی بارش است و بنابراین همبستگی پایینی با رطوبت لحظه ای خاک دارد (صمدی و همکاران، ۱۴۰۰). این یافته ها اهمیت نقش پوشش گیاهی در تنظیم چرخه آب و خاک را نشان می دهد.



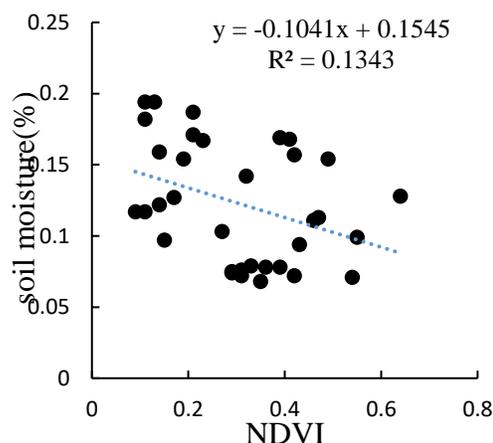
مرتع



زمین بایر



کشت آبی



کشت دیم

شکل ۲: روابط بین تغییرات شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) و رطوبت خاک در کاربری های مختلف

## نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که روند کاهشی پوشش گیاهی در حوضه زربنه رود - سیمینه رود در فصل بهار و زمستان حاکی از آن است که تغییرات اقلیمی و خشکسالی های اخیر است که تأثیر قابل ملاحظه ای بر پایداری اکوسیستم منطقه داشته است. بررسی همبستگی ها بیانگر آن بود که بارش بیشترین نقش مثبت و معنادار را در توسعه NDVI در فصول پاییز و زمستان داشته و در عین حال، دما نیز به ویژه در فصل زمستان اثر مستقیم و معنی داری بر وضعیت NDVI گذاشته است. کشت آبی به دلیل تأمین پایدار آب، بیشترین تراکم پوشش گیاهی را داشته و مراتع نیز با وجود وابستگی به شرایط اقلیمی، وضعیت نسبتاً پایداری از خود نشان داده اند. در مقابل، کشت دیم به دلیل وابستگی شدید به بارش فصلی دچار نوسانات زیادی بوده و اراضی بایر کمترین مقدار پوشش گیاهی را به خود اختصاص داده اند. همچنین روابط بین NDVI و رطوبت خاک نشان داد که مراتع دارای قوی ترین همبستگی

**مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب****Holistic and Smart Soil and Water Management**

۰۴۲۵۰

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture &amp; Natural Resources, University of Tehran

منفی بوده و پس از آن کشت آبی، زمین‌های بایر و در نهایت کشت دیم قرار دارند. این موضوع اهمیت نقش پوشش گیاهی طبیعی در تنظیم چرخه رطوبتی خاک را برجسته می‌کند. به طور کلی، یافته‌های تحقیق حاضر بر ضرورت مدیریت پایدار منابع آب و خاک و حفظ پوشش گیاهی طبیعی در منطقه تأکید دارد. چنین اقداماتی می‌تواند علاوه بر کاهش اثرات نامطلوب خشکسالی و تغییرات اقلیمی، در بهبود وضعیت اکولوژیکی و ارتقای تاب‌آوری بوم‌سازگان در حوضه زربینه-سیمینه رود مؤثر باشد. استفاده از ابزارهای سنجش از دور همچون شاخص NDVI امکان پایش مستمر و دقیق این تغییرات را فراهم می‌سازد و می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و سیاست‌گذاری در مقیاس منطقه‌ای قرار گیرد.

**منابع**

- ۱: کله هوپی، م.، مصطفی‌زاده، ر.، اسمعیلی عوری، ا. (۲۰۲۴). تحلیل ارتباط بین تغییرات مولفه‌های هیدرولوژیکی و سنجه‌های سیمای سرزمین تحت شبیه‌سازی پوشش گیاهی مرتع (مطالعه موردی: استان اردبیل). نشریه: مهندسی و مدیریت آبخیز. شماره ۱، جلد ۱۶، ص. ۹۸-۱۱۶.
- ۲: عساکره، ح.، طاهری علم، س.، فرهادی، ن. (۲۰۲۵). تغییرات نمایه‌های NDVI در ارتباط با اقلیم بارشی ایران. نشریه: فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی. شماره ۱۳۳، جلد ۳۴، ص. ۱۳۳-۱۲۷.
- ۳: اصلان پنجه، ب.، ارزانی، ح.، طویلی، ع.، کشت کار، ح.، خلیقی سیگارودی، ش. (۲۰۲۳). بررسی تأثیر تغییرات خشکسالی اقلیمی بر شاخص پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان اشهر، استان البرز). نشریه مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز. شماره ۴، جلد ۳، ص. ۱۸-۳۲.
- ۴: همت زاده، ی.، بارانی، ح.، کبیر، آ. (۲۰۰۹). نقش مدیریت پوشش گیاهی بر میزان رواناب سطحی (مطالعه موردی: استان گلستان). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. شماره ۲، جلد ۱۶، ص. ۳۳-۱۹.
- ۵: ملایری، ف.، عاشورلو، د.، شکیبا، ع.، متکان، ع.، عقیقی، ح. (۲۰۱۸). بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر فنولوژی پوشش گیاهی با استفاده از سری زمانی داده‌های AVHRR. نشریه کشاورزی بوم‌شناختی. شماره ۲، جلد ۸، ص. ۹۸-۱۱۷.



## مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

### Holistic and Smart Soil and Water Management



۰۴۲۵۰

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۶: نوروزی اقدام، ا. بابازاده، ح. عقیقی، ح. شمس نیا، ا. خدادادی دهکردی، د. (۱۳۹۱). تخمین رطوبت لایه سطحی خاک اراضیم مرتعی مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از شاخص دما و پوشش گیاهی (مطالعه موردی: استان خراسان). نشریه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. شماره ۱، جلد ۱۹، ص. ۱۳۲-۱۲۰.

۷: فخار، م.، نظری، ب. (۱۴۰۴). برآورد رطوبت خاک با استفاده از شاخص های پوشش گیاهی، دمای سطح خاک در اراضی کشاورزی و شوره زار دشت قزوین (مطالعه موردی: استان قزوین). مدل سازی و مدیریت آب و خاک. شماره ۲، جلد ۵، ص. ۱۹۸-۱۸۲.

۸: صمدی، ا.، بازگیر، س.، خوش اخلاق، ف. (۱۴۰۰). پایش رطوبت خاک در مراحل رشدگندم دیم به کمک نمایه های هواشناسی و سنجش از دور. پژوهش های دانش زمین. شماره ۲، جلد ۱۲، ص. ۶۳-۵۰.

۹: عیبیبات، م.، عیبیبات، م. (۲۰۲۲). برآورد رطوبت سطحی خاک در اراضی کشاورزی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و شاخص های سنجش از دور. (مطالعه موردی: شهرستان شوشتر). تحقیقات آب و خاک ایران. شماره ۵، جلد ۳، ص. ۹۷۰-۹۵۷.