شناسایی مناطق احتمالی اضافه برداشتِ آب کشاورزی در دشت کاشمر

سجاد آخرتی[۱]، علی عباسی[۲]، میثم مجیدی خلیل‌آباد[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر

aabbasi@um.ac.ir

چکیده

در راستای حفظ منابع آب زیرزمینی، پایش میزان بهره‌برداری از آن‌ها اجتناب ناپذیر می‌باشد. با توجه به حجم بالای برداشت غیرمجاز از منابع آب زیرزمینی در دشتهای کشور، شناسایی مناطق دارای اضافه برداشت آب کشاورزی امری ضروری به نظر می‌رسد. استفاده از روشهای غیرمستقیم مانند تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از شاخصNDVI روش مناسبی برای نیل به این هدف است. در این تحقیق جهت شناسایی مناطق دارای کشت جدید، که مناطق احتمالی اضافه برداشت هستند، از تصاویر سریِ زمانی ماهواره سنتینل۲ استفاده شد. نقشه‌های تولید شده نشان دهندهٔ افزایش میزان سبزینگی در سال ۱۴۰۰ (سال موردمطالعه) هستند که بیانگر کشت جدید یا تغییرکشت در سال ۱۴۰۰ نسبت به سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ است. نتایج پژوهش نشان داد که حدود ۵۲/۳۵ هکتار از مساحت منطقهٔ مورد مطالعه دارای اختلاف ۰/۹-۰/۵ در مقدار شاخص NDVI می‌باشند که باید به عنوان مناطق دارای اولویت اول جهت گشت و بازرسی مدنظر قرار گیرند. همچنین مناطق دارای اختلاف پوشش گیاهی۰.۵-۰.۳با مساحت حدود ۳۶۵/۴۹ هکتار به عنوان اولویت دوم جهت گشت و بازرسی مناطق دارای اضافه برداشت، مدنظرقرار می گیرند.

کلمات کلیدی: اضافه برداشت، شاخصِNDVI، سنتینل۲، دشت کاشمر.

۱-مقدمه

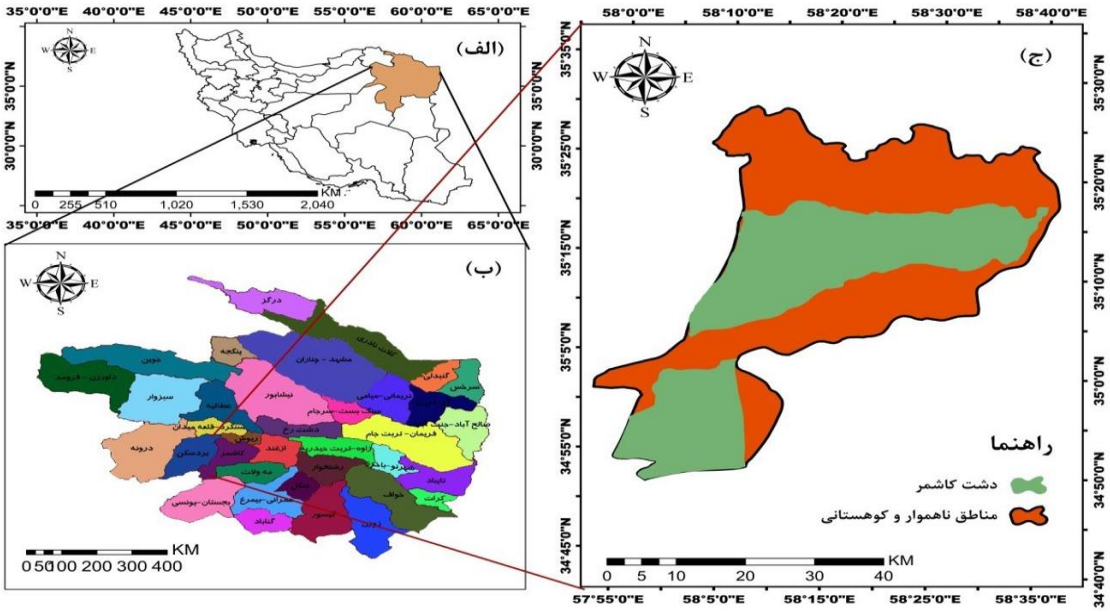
در دهه‌های اخیر افزایش جمعیت از یک‌طرف و تامین آب جهت تأمین موادغذایی جمعیت از سوی دیگر، باعث بوجود آمدن اختلاف میان بهره‌برداران مختلف شده است. همچنین عوامل انسانی و طبیعی در سالهای اخیر باعث ایجاد شرایط بحرانی در میزانِ پایین آمدن تراز سطح آبهای زیرزمینی در اکثر مناطق کشور شده است[۱]. یکی از عوامل مهم افت سطح آب زیرزمینی، برداشت از چاه‌های بدون پروانهٔ بهره‌برداری و برداشت بیش از حد از چاه‌های دارای پروانه است. به همین جهت مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای اهمیت خاصی می‌باشد. از وظایف مسئولان و کارشناسان بالابردن سطح آگاهی و فرهنگ‌سازی جهت بهره‌برداری صحیح از منابع آب و جلوگیری از تخلفات در این حوزه است[۲]. حفر چاه‌های غیرمجاز و برداشت بیش از حد از آبخوان نگرانی‌های زیادی نسبت به منابع آب ایجاد نموده است. بهره‌برداری زیاد از آبهای زیرزمینی در بخش کشاورزی، اگرچه سبب افزایش سطح زیرکشت و تولیدات کشاورزی شده‌است، ولی باعث پایین افتادن شدید سطح آب در آبخوان‌ها و ممنوعیت برداشت آب از دشتهای ممنوعه شده است[۱].

علم سنجش از دور به دلیل ویژگی‌های خاصی که دارد جای خود را در اغلب زمینه‌ها باز نموده‌است. به دلیل توانایی‌های بالای علم سنجش از دور در تفسیر اطلاعات مکانی و زمانی می توان از آن به عنوان ابزاری مهم در علوم کشاورزی استفاده نمود. به منظور شناسایی برداشتهای غیرمجاز آبخوان مواردی مانند نصب کنتور هوشمند و گشت و بازرسی انجام شده‌است. اما این روش‌ها علاوه بر هزینه‌های بسیار زیاد دارای دقت کافی نمی‌باشند و در بعضی موارد تخلفاتی از جمله استفاده مجدد از چاه‌های پلمپ شده و دستکاری کنتورها صورت می گیرد که کنترل آنها به علت نبود امکانات مناسب میسر نیست. به همین دلیل در این تحقیق روشی ارائه می‌شود که بتوان به کمک آن دیدِ جامعی از شرایط موجود مصرف و برداشت آب در دشت داشت و همچنین بتوان با بهینه‌سازی گشت و بازرسی‌ها و کنترل سطح کشت، دقت را افزایش و هزینه‌ها را کاهش داد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقهٔ مورد مطالعه

دشت کاشمر در شرق ایران و جنوب غربی استان خراسان رضوی با مختصات طول جغرافیایی۵۷ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه عرضِ شمالی واقع شده است. میانگین ارتفاع دشت از سطح دریا ۹۵۹/۶ متر و میزان متوسط بارش طی دوره ۱۵ ساله۲۰۲/۴۸ میلیمتر گزارش شده است[۳]. این دشت از شمال به ارتفاعات کوهسرخ، کوه‌سیاه و کوه‌سفید و از سمت شرق به عارضه خاصی محدود نشده و به دشت تربت حیدریه متصل گردیده است. از جنوب به کوه‌های فغان و از غرب به منطقهٔ کویری محدود شده است. در شکل (۱) موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه مشخص شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه: الف) کشور ایران؛ ب) دشتهای خراسان رضوی؛ ج) دشت کاشمر

۲-۲- روش تحقیق

در این تحقیق جهت تولید نقشه مناطق دارای کشت جدیدِ محتملِ اضافه برداشت از شاخص NDVI[۱] استفاده شده است. فراخوانی و تولید سریِ زمانی شاخص NDVI در سامانه تحت وب گوگل ارث انجین انجام گرفته است. سامانه‌ی تحت وب (در فضای ابری) گوگل ارث انجین با پشتیبانی گسترده از داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای رایگان، امکان پردازش سریع تصاویر ماهواره‌ای را برای محققان و فعالان کسب و کارهای سنجش از دور فراهم آورده است. می‌توان با استفاده از این سامانه مجازی به انواع داده‌های ماهواره‌ای و الگوریتم‌ها دسترسی یافت و پردازش‌های با کیفیتی را اجرا و نتایج آن را دانلود کرد. به عبارتی دیگر، انتخاب داده‌ها، اجرای الگوریتم‌ها و تمامی پردازش‌ها تحت محیط وب انجام شده و پس از تولید تصویر نهایی، می‌توان نتیجه را در قالب یک تصویر رستری دانلود نمود[۴]. بسیاری از تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای ارائه شده در گوگل ارث انجین به پیش‌پردازش‌ها و تصحیحات اولیه نیاز ندارند و به صورت آماده برای پردازش عرضه می‌شوند. در گذشته بیشتر تمرکز کاربران صرف پیش‌پردازش‌های رادیومتریکی و هندسی می‌شد تا بتوانند نتایجی دقیق تولید کنند، اما با پیشرفت علمِ سنجش از دور به تدریج اهمیّت مرحلهٔ پیش‌پردازش کمتر می‌شود، تا جایی که امروزه بسیاری از داده‌های ماهواره‌ای به صورت تصحیح شده عرضه می‌گردد. به عبارت دیگر، هدف عرضه‌کننده‌ها آن است که توجه کاربران را به روشهای استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای معطوف کنند[۵].

[۱] شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (Normalized Difference Vegetation Index) به عنوان یکی از محبوب‌ترین شاخص‌های پوشش گیاهی و یک راه ارزشمند برای درک سلامت پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از راه دور است.

۲-۳- شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)

شاخص NDVI از معروف‌ترین، کاربردی‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌ها برای مطالعات پوشش‌های گیاهی است[۶]. این شاخص دارای فرآیند محاسباتی آسانی بوده و حساسیت زیادی نسب به تغییرات پوشش گیاهی و حساسیت کمی در برابر اثرات جوی و زمینهٔ خاک، به جز در مناطقی که پوشش گیاهی کم باشد، دارد و از نسبت تفاضل باند مادون‌قرمز و باند قرمز به مجموع این دو باند به دست می‌آید. شاخص NDVI در محدودهٔ ۱- تا ۱+ قرار دارد که پوشش‌های گیاهی متراکم نزدیک به عدد ۱، و ابرها، برف و آب دارای مقادیر منفی هستند. خاکهای بایر و سنگ‌ها، که واکنش طیفی مشابهی در دو باند دارند، دارای مقادیر نزدیک به صفر می‌باشند. شاخص NDVI در مراحل مختلف رشد گیاه مقادیر خاصی را نشان می‌دهد. نتایج این شاخص در مرحله گل دادن، میوه دادن و فصل رویش بهتر از مراحل دیگر رشد می‌باشد[۷].

۲-۴- محاسبه سریِ زمانی NDVI چندساله جهت شناسایی مناطق دارای اضافه برداشت

به منظور شناسایی مناطق دارای کشت جدید، که احتمال اضافه برداشت در آنها وجود دارد، از مقایسهٔ سریِ زمانی NDVI در ۳ سال متوالی کمک گرفته شده است. جهت انجام این امر از تصاویر ماهواره سنتینل۲ در سالهای ۱۳۹۸،۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ در سه ماه خرداد، تیر و مرداد با دقت مکانی ۱۰ متر و دقت زمانی ۵ روز استفاده شده است. همانطور که گفته شد، هدف شناسایی مناطق احتمالی اضافه برداشت آب کشاورزی برای سال ۱۴۰۰ است. چنانچه هدف بررسی سالهای قبل از دوم تیرماه ۱۳۹۴ باشد، باید از تصاویر ماهواره لندست استفاده شود زیرا تصاویر ماهواره سنتیل۲ از ۲۳ ژوئن ۲۰۱۵ (۲ تیرماه ۱۳۹۴) در دسترس قرارگرفته است و برای قبل از تاریخ مذکور موجود نیستند. طبق تقویم زراعی دریافتی از جهادِکشاورزی استان خراسان رضوی، محصولاتی که در دوره موردنظر(خرداد، تیر و مرداد) دارای سبزینگی هستند، شامل: خربزه، انگور، باغات میوه، خیار، هندوانه، یونجه، گندم و جو و سایر محصولات مطابق تقویم زراعی می‌شوند.

۲-۵- فراخوانی تصاویر NDVI، برش طیفی و مکانی تصاویر در گوگل ارث انجین

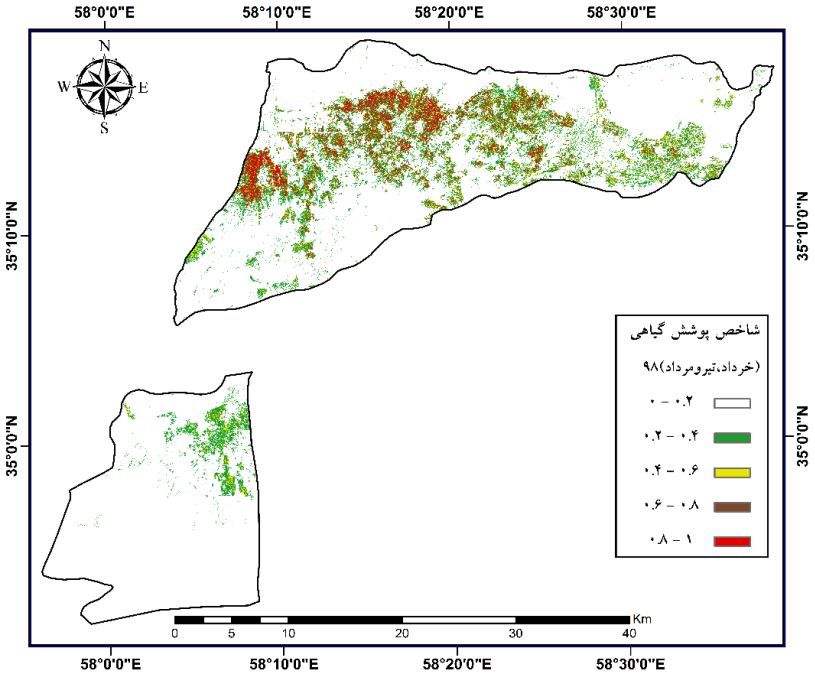
پیش از آغاز کدنویسی، باید منطقهٔ مورد مطالعه را تعیین کرد. در این مرحله، هدف آن است که منطقهٔ مورد مطالعه به صورت خودکار تعیین و برای کدنویسی آن اقدام شود. با استفاده از کد نوشته شده در محیط گوگل ارث انجین، شاخص NDVI برای تمام تصاویر سنتینل۲ در منطقهٔ مورد مطالعه محاسبه می‌شود. برای این منظور، کم ابرترین تصویر موجود برای سه ماه خرداد، تیر و مرداد برای هر سال، فراخوانی شده و شاخص NDVI هر یک از آن‌ها محاسبه شده و ماکزیمم آن (در هر پیکسل) برای سالهای هدف و قبل از هدف برآورد می‌شود. سپس بر حسب لایه وکتوری منطقهٔ موردمطالعه برش خورده و نتایج نمایش داده می‌شود.

۲-۶- مقایسهٔ تصاویر جهت شناسایی مناطق دارای کشت جدید و اضافه برداشت

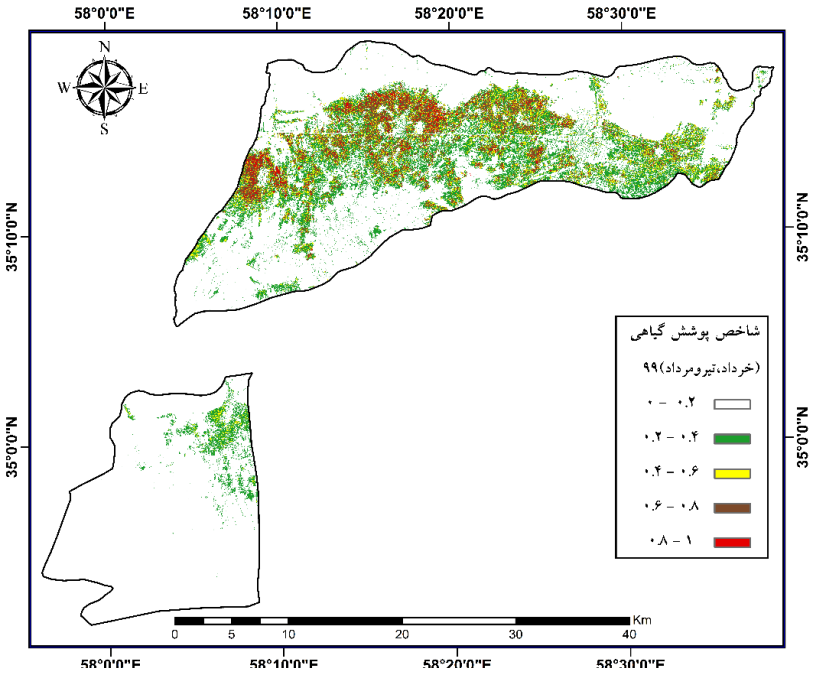
با توجه به اینکه بعضی مناطق دارای آیش و تغییرکشت هستند، جهت شناسایی مناطق محتمل اضافه برداشت لازم است از تصاویر ماکزیمم NDVI سه سال متوالی استفاده شود. هدف، شناسایی مناطق دارای کشت جدید در سال ۱۴۰۰ می‌باشد، لذا بایستی تصاویر مربوط به دو سال قبل مورد بررسی قرار گیرند. در هر سال در سه ماه خرداد، تیر و مرداد، که کشت‌های موجود نیاز به آب بیشتری دارند، تصاویر به‌گونه ای انتخاب می‌شوند که کمترین مقدار ابر را داشته باشند. بدین جهت لازم است از تصاویر ماکزیممی که برای سالهای قبل از هدف (۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) از گوگل ارث انجین استخراج شده‌اند، با فرمول‌نویسی در محیط نرم‌افزارENVI نقشهٔ ماکزیمم این دو سال را تولید کرده و با نقشهٔ NDVI ماکزیمم تولید شده مربوط به سال هدف، مقایسه کرده تا مناطقی که در سال هدف نسبت به دو سال قبل دارای NDVI بیشتری بوده‌اند و بیانگر مناطق دارای کشت جدید و اضافه برداشت است، مشخص شوند.

۳- نتایج

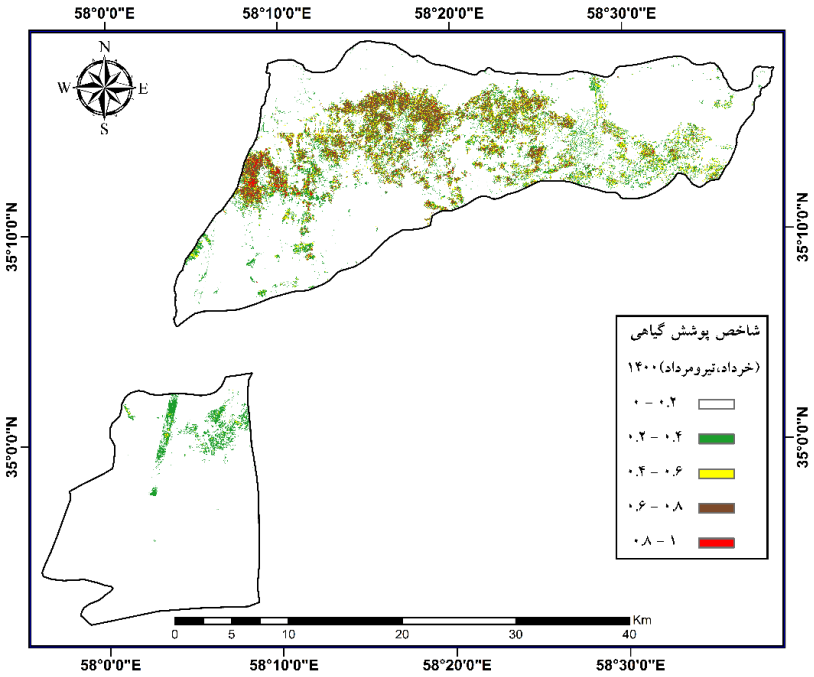
جهت تولید نقشهٔ NDVI هر سال، از سامانه تحت وب گوگل ارث انجین استفاده شد. بدین منظور تصاویر ماهواره سنتینل۲ مربوط به سه ماه خرداد، تیر و مرداد فراخوانی شده و ماکزیمم مقدار آن در هر پیکسل در تمام تصاویر محاسبه شده و یک تصویر واحد و بدون ابر برای هر سال تولید گردید. به دلیل استفاده از روش تفاضل جهت مقایسهٔ تصاویر در محیط نرم‌افزار ENVI مقدار تمامی پیکسل‌های منفی با مقدار صفر جایگزین شدند. شکل‌های (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب سریِ زمانی NDVI را در سالهای ۱۳۹۸،۱۳۹۹و ۱۴۰۰ در سه ماه خرداد، تیر و مرداد نشان می‌دهند.



شکل ۲- ماکزیمم شاخص NDVI در سال ۱۳۹۸

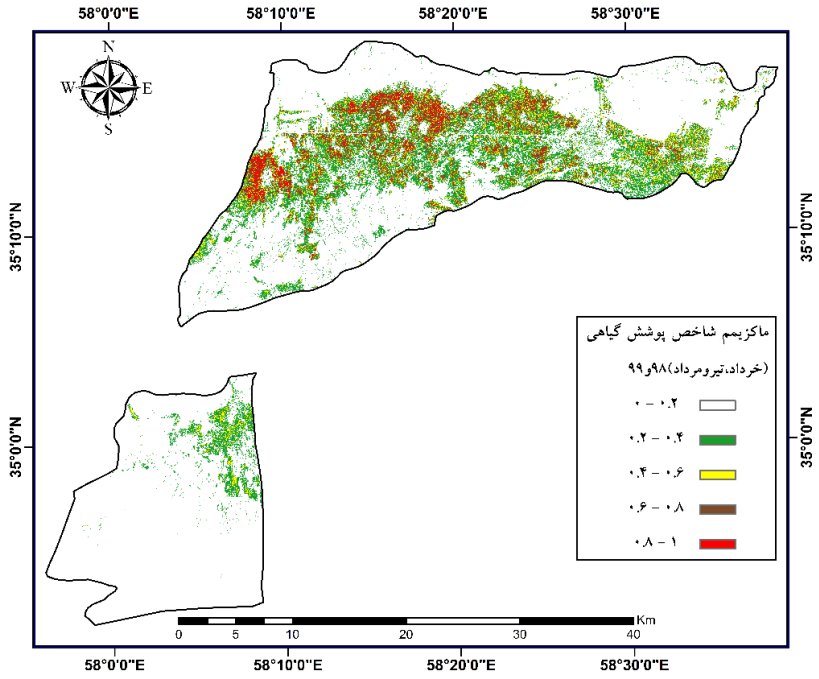


شکل ۳- ماکزیمم شاخص NDVI در سال ۱۳۹۹



شکل ٤- ماکزیمم شاخص NDVI در سال ١٤٠٠

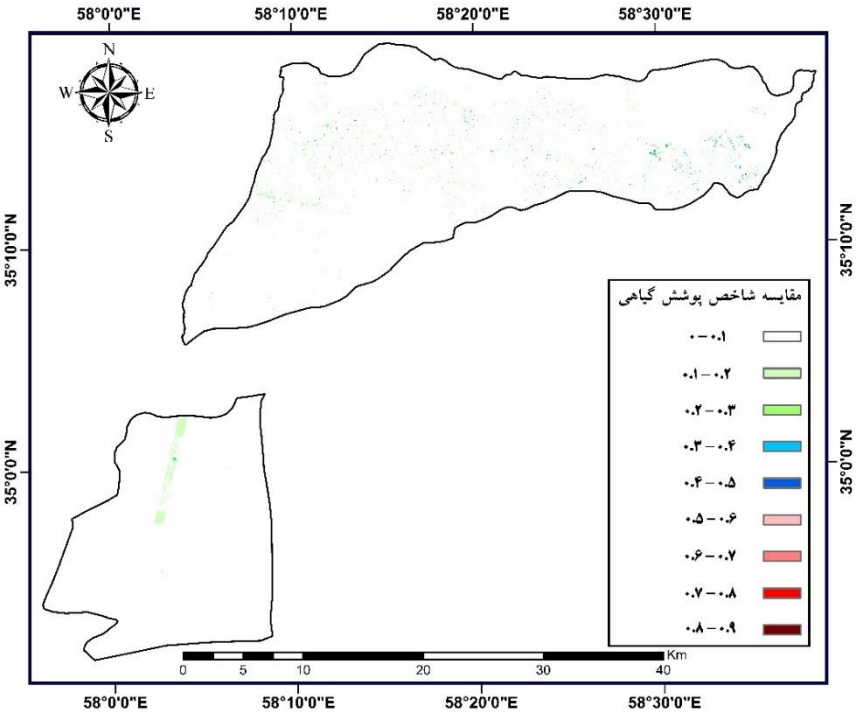
به منظور دستیابی به مناطق دارای اضافه برداشت لازم است تا نقشهٔ مقدار ماکزیمم شاخص NDVI مربوط به سالهای ۱۳۹۸و۱۳۹۹ با نقشهٔ مقدار ماکزیمم شاخص NDVI در سال ۱۴۰۰ مقایسه شود. در شکل (۵) نقشهٔ ماکزیمم شاخص NDVI در سالهای ۱۳۹۸و۱۳۹۹ نشان داده شده است.



شکل ٥- ماکزیمم شاخص NDVI سالهای ۱۳۹۸ و۱۳۹۹

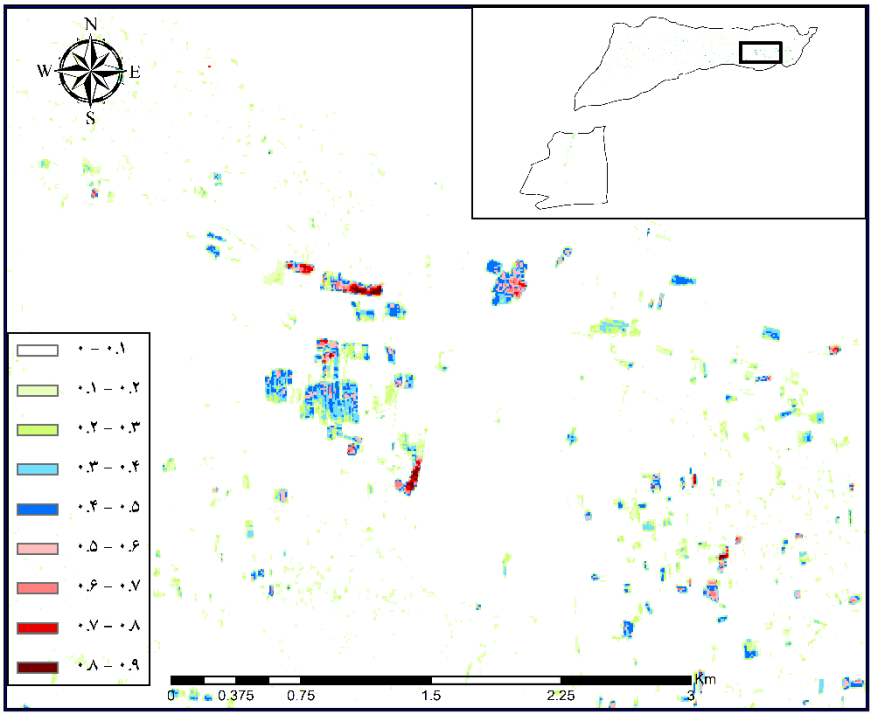
همانگونه که در شکل‌های (۲)، (۳)، (۴) و (۵) نمایان است، دامنه اعداد ۰ تا ۰/۲ به مناطق فاقد پوشش گیاهی مانند مناطق مناطق شهری، کوهستان و اراضی بایر اختصاص دارند. مناطق بین ۰/۲ تا ۰/۴ دارای پوشش گیاهی ضعیف هستند که می‌تواند مرتع یا پوشش گیاهی، نظیر اراضی دیم، را دربرگیرد و دامنه اعداد ۰/۴ تا ۱ مناطق دارای پوشش گیاهی غنی و متراکم را توصیف می‌کنند.

از مقایسهٔ مقادیر ماکزیمم NDVI در سال ۱۴۰۰ با مقادیر ماکزیمم این شاخص در سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ شکل (۶) تولید شده است که بیانگر نقاطی از دشت است که در سال ۱۴۰۰ دارای سبزینگی بیشتری در مقایسه با سالهای ۱۳۹۸و۱۳۹۹ می‌باشند.



شکل ٦- نقشهٔ نقاط افزایش سبزینگی در سال ١٤٠٠ نسبت به سالهای ١٣٩٨ و١٣٩٩

در شکل (۷) قسمتی از محدوده دشت برای نمایش جزئیات بیشتر انتخاب شده است. با توجه به اینکه بعضی مزارع دارای آیش و تناوب کشت هستند، با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل۲، نقشه‌ای تولید شد که نقاط دارای افزایش مقدار سبزینگی در سال ۱۴۰۰ نسبت به سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد. مناطقی که دارای اختلاف پوشش گیاهی ۰/۵-۰/۳ هستند، بیانگر آن است که در این مناطق کشت جدید و یا تغییر نوع کشت رخ داده است. مناطقی که دارای اختلاف ۰/۹-۰/۵ هستند بیانگر آن است که در سال ۱۳۹۸و۱۳۹۹ مورد کشت قرار نگرفته و در سال ۱۴۰۰ کشت صورت گرفته است. بنابراین توصیه می‌شود مناطق دارای اختلاف سبزینگی بین ۰/۹-۰/۵، که دارای مساحت ۵۲/۳۵ هکتار می‌باشند، به عنوان اولویت اول و مناطق دارای اختلاف ۰/۵-۰/۳، که دارای مساحت ۳۶۵/۴۹ هکتار هستند، به عنوان اولویت بعدی مورد بررسی و بازرسی به منظور شناسایی مناطق دارای اضافه برداشت قرار گیرند.



شکل ۷- برشی از دشت که بیانگر نقاط افزایش سبزینگی است

۴- بحث و نتیجه‌گیری

یکی از معیارهایی که بتوان مناطق مشکوک به تغییرات سطح زیرکشت و یا توسعه سطح زیرکشت محصولات کشاورزی را شناسایی نموده و جهت بررسی‌های تکمیلی و میدانی، به گروه‌های ویژه گشت و بازرسی معرفی نمود، پایش شاخص NDVI است، که نتایج آن ارائه گردید. بدین ترتیب، با کمک این اولویت‌بندی ضمن کاهش هزینه‌های گشت و بازرسی میدانی، این عملیات، هوشمندانه و هدفمندتر قابل پیاده‌سازی می‌باشد. روش پیاده‌سازی این چهارچوب در تحقیق حاضر برای محدودهٔ مطالعاتی کاشمر انجام شده است که به طور مشابه می‌تواند در سایر محدوده‌های مطالعاتی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

۵-مراجع

۱. نژادملایری، م. (۱۳۹۳)، "بررسی حقوق اضافه برداشت از چاههای آب دارای پروانه بهره‌برداری،" دومین همایش ملی بحران آب شهریور ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهرکرد.

2. N. C. Don, N. T. M. Hang, H. Araki, H. Yamanishi, and K. Koga, “Groundwater resources management under environmental constraints in Shiroishi of Saga plain, Japan,” Environ. Geol., vol. 49, no. 4, pp. 601–609, Feb. 2006, doi: 10.1007/s00254-005-0109-9.

3. https://code.earthengine.google.com/715bdce4c679718a7911850db312e7ef. (accessed Aug. 13, 2022).

4. N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore, “Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone,” Remote Sens. Environ., vol. 202, pp. 18–27, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.rse.2017.06.031.

5. L. Kumar and O. Mutanga, Google Earth Engine Applications. MDPI, 2019. doi: 10.3390/books978-3-03897-885-5.

6. A. Kassa, “Drought Risk Monitoring for the Sudan Using Ndvi,” Information Systems, no. August. 1999.

7. S. Huang, L. Tang, J. P. Hupy, Y. Wang, and G. Shao, “A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing,” J. For. Res., vol. 32, no. 1, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1007/s11676-020-01155-1.