

برآورد کیفیت آب رودخانه کارون محدوده اهواز توسط دادههای زمینی، طیفسنج فیلداسیک۳ و دادههای فراطیفی سنجنده هایپریون

كاظم رنگزن عضو هیات علمی، دانشگاه شهید چمران اهواز

مهدى فتاحى مقدم

دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS دانشگاه شهید چمران اهواز

عظيم صابرى عضو هیات علمی، دانشگاه شهید چمران اهواز

نادر حسيني زارع، پريوش موبد سازمان آب و برق خوزستان

تاريخ دريافت:۹۰/۳ تاريخ پذيرش: ۹۱/۶/۲۹ <u>kazemrangzan@scu.ac.ir</u>

چکیدہ

در این تحقیق، از سنجش از دور فراطیفی بهعنوان روش برآورد پارامترهای کیفی آب رودخانه کارون در محدوده شهر اهواز استفاده شده است. روشهای معمول برای کنترل و ارزیابی کیفیت آب رودخانهها و دریاچهها گران قیمت و پرزحمت بوده و نمیتوانند یک دید کلی مکانی و زمانی از کیفیت آب ارائه نمایند. در این بررسی از تصاویر هایپریون ماهواره EO-1، مربوط به تاریخهای ۲۴ خرداد،۱۱ شهریور، ۱۳ آذر و ۱۶ اسفند سال ۱۳۸۹، بعد از پردازش و تصحیح اتمسفری (جوی)، بهعنوان داده سنجش از دور استفاده شد. پارامترهای کدورت و عمق سچی دیسک (SDD) رودخانه مورد بررسی قرار گرفت نمونهبرداری آب از ۱۳ ایستگاه در فاصله مناسب از ساحل رودخانه کارون همراه با اندازه گیری در محل عمق سچی دیسک، با فاصله زمانی قابل قبول از تاریخ تصویر برداری انجام گردید. ضمن اندازه گیری میزان کدورت در شرایط آزمایشگاه، سه نوع شاخص فراطیفی شامل بازتاب تک باند، مشتق اول انعکاس (بازتاب) و نسبت باندی از منحنی های طیفی حاصل از باندهای سنجنده هایپریون استخراج گردید. باندهای طیفی مناسب برای الگوریتمهای فوق بر اساس تجزیه وتحلیل همبستگی بین دادههای آزمایشگاه و دادههای اندازهگیری شده در محل با دادههای استخراجی از تصویر انتخاب شدند. نتایج ارزیابی نشان داد که دو روش مشتق اول بازتاب و نسبت بازتاب، همبستگی بالاتری با کدورت و عمق سچی دیسک اندازهگیری شده دارند. سپس نقشه الگوهای مکانی با استفاده از مدلهای رگرسیون چندگانه برای این دو پارامتر بر اساس دادههای فراطیفی و دادههای نمونهبرداری کیفیت آب تهیه شد. نتایج دادههای زمینی و سنجش از دور فراطیفی ارتباط بالای (RMSE= ۱/۰۳ ، R²=۰/۰۴ و RMSE=۱/۰۳ ، R²=۰/۰۴) به ترتیب برای SDD و کدورت آب رودخانه را نشان داد. لذا استفاده از این روش و تصایر فراطیفی میتواند به عنوان ابزاری مفید برای برآورد کیفیت آب رودخانه، مد نظر قرار گیرد.

كلمات كليدى: رگرسيون چندگانه، سنجش از دور ، كدورت، فراطيفي، عمق سچي ديسک

مقدمه

www.SID.ir

روشهای برآورد سنتی کیفیت آب معمولا پرهزینه و زمانبر هستند. این موضوع بهخصوص برای تودههای بزرگ آب ٔ شامل دریاچهها، سدها و رودخانه-ها که نمونه گیری ها، همه توده آب را پوشش نمی دهد از اهمیت ویژهای برخوردار است. سنجش از دور تکنولوژی توسعه یافتهی جدیدی در دهههای اخیر است، بویژه که در چند سال گذشته تکنولوژی سنجش از دور با کاربرد در محیط زیست، پیشرفت سریعی داشته است. . ویژگیهای سنجش از دور شامل دوره بازگشت مناسب، قدرت تفکیک مکانی بالا، نظارت بدون وقفه و گردآوری

اطلاعات در مقیاس وسیع می باشد که یک روش جدید و موثر از نظارت کیفیت آب را ارائه می کند (Donghai, 2009). در حال حاضر، انواع متعددی از دادههای سنجش از دور از جمله دادههای فراطیفی و چند طیفی وجود دارند که می توانند برای نظارت کیفیت آب استفاده شوند. به عنوان مثال Semih Ekercin) با کمک تصویر چند طیفی Ikonos که دارای قدرت تفکیک مکانی بالا است، به بازیابی کیفیت آب در منطقه Halic استانبول ترکیه پرداخت (Ekercin, 2007). Yang Dingtian و همکاران (۲۰۰۶)، با کمک سنجش از دور فراطیفی، برآورد غلظت کلروفیل-a و جامدات معلق در دریاچه

¹ Large Water Bodies



مجله زمين شناسي كاربردي پيشرفته

Taihu چین را بررسی کردند (Dingtian et al, 2006) و همکاران (۲۰۱۰)، با استفاده از دادههای تصویر Landsat-5TM و دادههای زمینی، نقشه کیفیت آب در دریاچه Beysehir ترکیه را تهیه کردند (Nas et al, Huang). 2010). و همکاران (۲۰۱۰)، به برآورد شاخصهای فراطیفی برای تخمین غلظت کلروفیل-a در دریاچه Tangxun چین، با استفاده از دادههای فراطيفی اسپکتروراديومتر SVC HR-1024 که دارای قدرت تفکيک طيفی کمتر از ۳/۵ نانومتر و دامنه طیفی ۳۵۰ الی ۱۰۰۰ نانومتر بود پرداختند (Huang et al, 2010). بازتاب طیفی اندازه گیری شده توسط سنجندههای ماهوارهای با چندین پارامتر کیفیت آب که بر خواص نوری آب اثر می گذارند در ارتباط است. این پارمترها شامل کدورت، عمق سچی دیسک و کلروفیل-a می-باشند (Kloiber, 2002a, b). سنجندههای نوری و حرارتی بر روی هواپیما و ماهوارهها اطلاعات مکانی و زمانی مورد نیاز را برای تشخیص تغییرات در پارامترهای کیفیت آب به منظور توسعه شیوههای بهتر مدیریت برای بهبود كيفيت آب ارائه مي كنند (Jensen, 2000). هايپريون اولين سنجنده فراطيفي غیر نظامی و تصویری با قدرت تفکیک مکانی بالا در فضا است. چنین تصویری می تواند برای شناسایی و استخراج سیگنال های کوچک ترکیبات غوطهور در آب استفاده شود (Wang and Tian, 2009). در این مطالعه توانایی بالقوه تصویر هایپریون برای تهیه نقشه کدورت و عمق سچی دیسک آب رودخانه کارون در محدوده شهر اهواز مورد مطالعه قرار گرفته است.

عمق سچی دیسک (^۲SDD)، اندازه گیری شفافیت آب است. این اندازه گیری بسیار سریع و آسان انجام می گیرد و اغلب ارتباط مناسبی با سایر اندازه گیری-های کیفیت آب دارد به عنوان مثال میتوان به غلظت کلروفیل-a یا مواد معلق در آب نام برد (Lillesand et al, 2004). از آنجائیکه عمق سچی دیسک به عنوان یک ابزار فراگیر قابل قبول برای اندازه گیری شفافیت آب است، لدا تلاش های بسیاری برای تهیه نقشه این پارامتر از دادههای سنجش از دور ماهوارهای شده است (Zhang et al, 2003).

کدورت (Turbidity)، به عنوان تیرگی آب تعریف میشود که در اثر رسوبات معلق در آب ایجاد میشود. کدورت، اندازه گیری خواص پراکندگی نور در ستونی از آب (به علت مواد آلی مثل جلبک، فیتوپلانکتونها، اسیدهای آلی و ذرات غیر آلی معلق مانند رس و گلولای در آب) میباشد و در ارتباط با عمق سچی دیسک است. چون ذرات آلی موجود ممکن است منشاء میکروار گانیسم-های بیماریزا باشد، شرایط کدورت آب امکان مواجه شدن با بیماریهای ناقل آبی را افزایش میدهد (2001 , Senay). استفاده از آب کدر در فرایندهای صنعتی به علت فراوانی جامدات معلق، ممکن است سبب مسدود کردن یا زنگ زدن لولهها و ماشین آلات شود (Harvey, 1989). افزایش کدورت و اثرات ناشی از آن در توده آبی، سبب تغییر در ترکیبات جامعه آبزی میشود. کدورت ناشی از آن در توده آبی، سبب تغییر در ترکیبات جامعه آبزی میشود. کدورت میشی از آن در توده آبی، سبب تغییر در ترکیبات جامعه آبزی میشود. کدورت میشی از آن در توده آبی، سبب تغییر در ترکیبات جامعه آبزی میشود. کدورت ناشی از آن در توده آبی، سبب تغییر در ترکیبات جامعه آبزی میشود. کدورت میشود از آن میشود و در نتیجه دهد. بنابراین سبب توقف فعالیت فتوسنتز فیتوپلانکتونها، جلبکها و میکروفیتها بویژه آنهایی که پایین تر از سطح آب هستند، میشود و در نتیجه موجوداتی که در این مناطق رشد میکنند، به خوبی تحت تاثیر قرار می-گیرند(2001).

منطقه مورد مطالعه

رودخانه کارون به طول حدود ۸۹۰ کیلومتر بهعنوان پرآبترین رودخانه ایران، یکی از منابع مهم آبی کشور محسوب میشود. پهنای این رودخانه در

تابستان ۹۱، شماره ۴، جلد ۱

قسمتهای کوهستانی بین ۲۵ الی ۴۰ متر و در دشت بالادست اهواز ۲۵۰ الی ۴۰۰ متر می باشد و ژرفای آن در حوالی اهواز به ۵ الی ۷ متر می رسد. پتانسیل این رودخانه امکان ایجاد سدهای مخزنی بزرگ را به منظور تولید انرژی فصول کم آبی را فراهم میکند. در طول مسیر رودخانه منابع آلوده کننده فصول کم آبی را فراهم میکند. در طول مسیر رودخانه منابع آلوده کننده و منطقه شهری اهواز و صنایع متمرکز واقع در حومه اهواز و همچنین فاضلاب-مای شهری وجود دارد (حسینی زارع، ۱۳۸۱). منطقه مورد مطالعه، بخشی از رودخانه کارون در مقطع شهر اهواز به طول تقریباً ۳۰ کیلومتر می باشد که بین طول جغرافیایی ۲۵[°] ۴۸ تا ۴۰[°] ۴۸ و عرض جغرافیایی ۵۱[°] ۳۱ تا ۲۰[°] ۳۱ قرار سیاستهای آبی غیر کارشناسی، شهرنشینی و آلودگی آبی قرار دارد. شکل (۱) منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری را نشان می دهد.

روش کار

دادهها و نرم افزارهای مورد استفاده

الف- جمع آوری اطلاعات و دادههای لازم شامل تصویر فراطیفی سنجنده هایپریون ماهواره EO-1 و همزمان نمونه برداری میدانی و استفاده از دستگاه طیف سنج زمینی فیلد اسپک ۳ و همچنین استفاده از GPS برای تعیین مختصات زمینی نقاط نمونه برداری.

ب- تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی نمونههای آب جمع آوری شده (تعیین کدورت آب، به روش نفلومتری با کمک دستگاه HATCH- Turbidimeter 2100AN صورت گرفت).

ج- نرمافزارهای SAMS ، ENVI4.7 و SPSS به منظور تصحیح هندسی و اتمسفری، حذف باندهای نویزدار(پارازیتدار) و توسعه شاخصهای طیفی با کمک ترکیب، تفاضل، نسبت باندی و مشتق اول بازتاب و همچنین ایجاد ارتباط بین اطلاعات طیفی حاصل از تصاویر سنجش از دور و پارامتر های کیفیت آب.

نحوه نمونهبرداری آب و اندازهگیری میدانی

نمونههای آب به حجم ۲٫۵ لیتر از عمق صفر الی ۴۰ سانتیمتری در ۱۳ ایستگاه در تاریخ ۱۹ آذر ۱۳۸۹ جمع آوری گردید. نمونه ها تا قبل از رسیدن به آزمایشگاه جهت تجزیه و تحلیل کدورت در محیط خنک و تاریک، در ظروف مخصوص (شیشهای و پلیاتیلنی) با کمترین اثر منفی بر روی کیفیت آب نگهداری شدند. در آزمایشگاه، کدورت توسط دستگاه HATCH-2100AN اندازه گیری شد. Olmanson و همکاران (۲۰۰۸)، نتیجه گرفتند که اگر اندازه-گیریهای میدانی در بازه زمانی کمتر یا بیشتر از ۳ روز تا ۱۰ روز از تاریخ تصویربرداری باشد، همبستگی بالایی را با نتایج حاصل از تصاویر تهیه شده در این محدوده زمانی فراهم می کند. در فاصله ۶ روز اختلاف از زمان تصویربرداری تا نمونهبرداری میدانی، باران و یا هر عامل دیگر که سبب نوسانات شدید در آب رودخانه کارون شود، رخ نداد. در طی کار میدانی، از سیستم دستی موقعیت یابی جهانی(GPS) مدل GPS map 60CSx با دقت ۵± متر برای تعیین مختصات نقاط نمونهبرداری استفاده شده است. مقادیر عمق سچی دیسک توسط سچی دیسک به قطر ۲۵ سانتی متر با تناوب کوادرانت (ربع دایره) (Quadrant) سیاه و سفید اندازه گیری شد. شکل (۲) سچی دیسک معلق در آب به منظور اندازه گیری شفافیت آب را نشان میدهد.

2 Secchi Disk Depth





شکل۱. منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونهبرداری





شکل ۲. سچی دیسک معلق در آب به منظور اندازه گیری شفافیت آب- مقطع کارون در اهواز

اطلاعات تصوير هايپريون

دادههای سنجش از دور استفاده شده در این تحقیق، تصاویر سطح LIGst سنجنده هایپریون متعلق به ماهواره 1- EO است که در تاریخهای ۲۴ خرداد،۱۱ شهریور، ۱۳ آذر و ۱۶ اسفند سال ۱۸۹۹ دریافت شدند. هایپریون یک سیستم طیفسنج تصویربردار فراطیفی پوشبرم^۲ است، که بخش مرئی-مادون قرمز نزدیک (^۴NIR) و مادون قرمز موج کوتاه (^۵SWIR) را پوشش میدهد. تصویر هایپریون دارای سیستم مرجع WGS84 و سیستم تصویر سیدهد. تصویر هایپریون دارای سیستم مرجع WGS44 و سیستم تعویر اسTUImت. همچنین دارای ۲۴۲ باند طیفی، دامنه طیفی ۳۵۰ تا ۲۵۰ نانومتر، پهنای باند ۱۰ نانومتر، قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر است و ناحیهای به اندازه ۲۹۵ کیلومتر در ۱۸۵ کیلومتر را در بر میگیرد. با این حال، تنها از رگرسیون چندگانه مرحلهای^۶ بین باندهای طیفی و پارامترهای کیفیت آب مذبور استفاده گردید. پردازش تصویر توسط نرم افزار VNIR) برای توسعه معادلات تحلیل طیفی دادههای طیفسنج و تصویر توسط نرم افزار SAMS و تجزیه و مذبور استفاده گردید. پردازش تصویر توسط نرم افزار SAMS و تجزیه و مدبور استفاده گردید. پردازش تصویر توسط نرم افزار SAMS و تجزیه و مدبور استفاده گردید. پردازش تصویر توسط نرم افزار SAMS و تجزیه و مدبور استفاده گردید. پردازش تصویر توسط نرم افزار SAMS و تجزیه و مدبور استفاده گردید. پردازش تصویر توسط نرم افزار SAMS و تجزیه و تحلیل دادههای استخراجی توسط نرم افزارهایSPS

دستگاه طیف سنجASD

دستگاه طیف سنج، دستگاهی است که در زمینههایی که نیاز به اندازه گیری بازتاب، تابش و پخش انرژی الکترومغناطیسی از سطوح میباشد کاربرد دارد. این دستگاه به طور اختصاصی جهت استفاده در سنجش از دور میدانی و آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می گیرد که منحنی طیفی را در ناحیه مرئی-مادون قرمز نزدیک (VNIR) و مادون قرمز کوتاه (SWIR) اندازه گیری می کند. محدوده طیفی این دستگاه از ۳۵۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر است.

بحث

تبدیل ارزش های رقومی (DN^۷) به رادیانس

مقادیر رقومی سطح L1G مقادیر رادیانس مطلق را نشان میدهند و به صورت عدد صحیح علامتدار ۱۶ بیتی ذخیره می شوند. برای بدست آوردن رادیانس تصویر هایپریون، برای محدوده مرئی- مادون قرمز (VNIR) که باندهای ۱ تا ۵۷ را شامل می شود و محدوده مادون قرمز کوتاه (SWIR) که باندهای ۸۸ – ۲۴۲ را شامل می شود، فاکتورهای مجزایی توسط شرکت سازنده تعریف شده است. این فاکتورها برای محدوده مرئی- مادون قرمز نزدیک عدد ۴۰ و محدوده مادون قرمز کوتاه عدد ۸۰ است(Beck, 2003). رادیانس محدوده مرئی- مادون قرمز نزدیک از تقسیم ND بر عدد ۴۰ و در محدوده مادون قرمز کوتاه از تقسیم ND بر عدد ۴۰ و در محدوده مادون قرمز کوتاه از تقسیم ND بر عدد ۴۰ بدست می آید. کانال ها یا باندهای ترتیب هستند و علت اصلی اینکه همه ۲۴۲ باند کالیبره نیستند حساسیت-پذیری کم آشکارسازها^۸ است. باندهای کالیبره نشده دارای مقدار صفر هستند. بنابراین باندهای ۱ تا ۷ و باندهای کالیبره نشده دارای مقدار صفر هستند که برای بنابراین باندهای ۱ تا ۷ و باندهای کالیبره نشده دارای مقدار مفر هستند. انجام پرداز شهای بعدی در ابتدا حذف می شوند(2003).

تصحیحات هندسی و اتمسفری(جوی) و تبدیل DN تصویر به انعکاس^۹ با توجه به اینکه تصویر دریافتی دارای سطح LIGst (دارای تصحیح هندسی و سیستماتیک) بود، اما با توجه به نقاط کنترل زمینی برداشت شده توسط دستگاه GPS مدل GPS map 60CSx با دقت ۵± متر، مشخص شد که تصویر دارای دقت کافی نمی باشد. به همین منظور تصحیح هندسی با استفاده از باند اول تصویر سنجنده ILI (این سنجنده همراه با سنجنده هایپریون بر روی ماهواره I-D قرار دارد) که دارای قدرت تفکیک ۱۰ متر و فاقد خطای هندسی می باشد، به روش Image to Image با کمک نرمافزار ENVI4.7 با میزان خطای ۲۳/۰ متر صورت گرفت تا خطای هندسی موجود کاهش یابد. به دلیل اثرات بسیار زیاد اتمسفر بر روی میزان انرژی ثبت شده توسط سنسور، برای آنالیز دادههای تصویر باید اثر اتمسفر در صورت امکان تعدیل شود.

³ pushbrom

⁴ Visible Near Infrared

⁵ Short Wave Infrared 6 Stepwise

⁶ Stepwise

⁷ Digital Number

 $_{8}$ Detectors

⁹ Reflectance

¹⁰ Advanced Land Imager



استفادہ می کند.

مجله زمين شناسي كاربردي پيشرفته

در بسته نرمافزاری ENVI4.7 است، بر روی تصویر هایپریون اعمال گردید.

روش Empirical line برای انجام تصحیح اتمسفری (جوی) از همبستگی بین

طیفهایی که از طریق طیف سنجی میدانی یا آزمایشگاهی از هدفها (عوارض)

زمینی به دست میآید و میزان ارزش طیفی همان اهداف بر روی تصویر

در واقع تصوير را با مقادير طيفي اهداف زميني جمع آوري شده با طيفسنجي

زمینی که تاثیرات اتمسفر در آن دخالت ندارد، تطبیق میدهد (Baugh,

2008). برای این منظور، ابتدا با استفاده از دستگاه طیفسنج فیلداسیک با نام

FieldSpec®3 موجود در گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه شهید چمران

به تهیه طیف عوارض (خاک، گیاه ذرت و برنج و غیره) از سطح زمین پرداخته

شد، سپس طیفهای برداشته شده پس از تصحیحات لازم در نرمافزار SAMS

به فرمت نرمافزار ENVI4.7 درآمد و روش Empirical Line جهت تصحيح

تابستان ۹۱، شماره ۴، جلد ۱

در این محدوده طیفی، برای بدست آوردن الگوریتمهای برآورد، این محدوده از تصویر هایپریون مورد استفاده قرار گرفت.

همانطور که در شکل(۳) دیده می شود، روند منحنی های طیفی به گونه ای است که پیک (نوک تیز) واضحی در طول موج حدود ۵۷۰ نانومتر دارند، که به تدریج با افزایش طول موج کاهش می یابد. از طول موج حدود ۷۵۰ نانومتر به بعد منحنی ها تنوع کمتری را نشان می دهند. با توجه به مطالعات و تحقیق های صورت گرفته در این زمینه، پیک (نوک تیز) بازتاب در ۵۷۰ نانومتر ممکن است به علت جذب کم رنگدانه جلبک یا پراکندگی مواد معلق غیر آلی و سلول های فیتوپلانکتونی باشد. گودی جذب در ۶۵۰ تا ۶۸۵ نانومتر ممکن است به سبب جذب بالای کلروفیل-۵ در باند قرمز باشد. پیک بازتاب در طول موج حدود Ma, نانومتر به علت فلوئورسانس (تابش ماهتابی) کلروفیل می باشد (م بره 1992). Bennet, 1973, 2005, Gitelson 1992).

تجزيه و تحليل منحني بازتاب

اتمسفری به کار رفت.

در این تحقیق با توجه به اینکه پارامترهای انتخاب شده (کدورت و SDD) جزء پارمترهای فعال نوری بوده و در محدوده VNIR تصویر هایپریون خود را بهتر نمایش میدهند و از طرفی دیگر به دلیل نسبت سیگنال به نویز مناسب



شکل۳. منحنی طیفهای استخراج شده از تصویر هایپریون رودخانه کارون مقطع شهر اهواز



مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

تابستان ۹۱، شماره ۴، جلد ۱

همبستگی دادههای سنجش از دور و پارامترهای کیفیت آب(کدورت و SDD)

بازتاب تک باند

تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون به طور جداگانه بین پارامترهای کدورت و SDD با باندهای محدوده ۴۲۶ تا ۹۰۰ نانومتر که شامل ۴۸ باند می-باشد انجام گرفت. بر این اساس بیشترین همبستگی بین پارامترهای کدورت و SDD با ۴۸ باند، به ترتیب با باندهای ۱۸ (۲۵/۵۶۹۵نانومتر) و ۳۲ (۶۷۱/۰۲۲۸ نانومتر) تصویر هایپریون مشاهده گردید، که در سطح ۵ درصد معنیدار بودند. هنگامیکه کدورت و SDD متغیر وابسته و باندهای محدوده VNIR تصویر هایپریون متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند، مدلهای رگرسیون ارائه شده در این حالت برای کدورت و SDD به ترتیب با ۴²/۰=R

Turbidity= $685.672*B_{18} - 69.854$ SDD= $-12.818*B_{32} + 1.685$

همچنین رگرسیون خطی چندگانه مرحلهای، برای جستجوی ارتباط بین باندهای محدوده VNIR تصویر هایپریون با کدورت و SDD مورد استفاده قرار گرفت. با فرض متغیرهای وابسته و مستقل فوق، بهترین مدل از ترکیب باندهای ۹۲و ۱۸ (۵۰۸/۲۱۸۵ و ۵۲۸/۵۶۹۰نانومتر) با ۶۷/۰۰=R و ترکیب باندهای ۳۲ و ۳۳ (۶۷۱/۰۲۲۸ و ۶۷۱/۱۹۸۳ نانومتر) با ۲۰۰۹-R به ترتیب برای کدورت و SDD به صورت زیر بدست آمد (رنگزن، ۱۳۸۹).

 $\begin{array}{l} Turbidity = & 1402.86^{*}B_{18} - 889.09^{*}B_{16} - 51.247 \\ SDD = & -38.009^{*}B_{32} + 31.598^{*}B_{33} + 1.165 \end{array}$

نسبت باز تاب

در نسبت گیری طیفی، مقادیر درجه روشنایی یک باند طیفی به باند طیفی قابل انطباق دیگر تقسیم میشود، که با هدف متمایز ساختن تفاوتهایی که توسط تغییرات روشنایی در تک باندها ممکن نیست به کار میرود. نسبت-گیری، تغییرات شیب منحنی بازتابهای طیفی بین دو باند را به تصویر می-کشد. این شیب منحنی بسته به وضعیت منطقه و باندهای مختلف متفاوت است (علوی پناه، ۱۳۸۸). در این مطالعه، ۴۰ و ۵۰ حالت متفاوت نسبت باندی ار باندهای محدوده ۲۲۶ الی ۹۰۰ نانومتر به ترتیب برای SDD و کدورت محاسبه و به کار گرفته شد. تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون بین نسبتهای باندی و کدورت، نسبتهای باندی و SDD محاسبه و به ترتیب بیشترین معاسبه ی با گرفته شد. تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون بین نسبتهای باندی و کدورت، نسبتهای باندی و SDD محاسبه و به ترتیب بیشترین معنیدار بودند، مشاهده گردید. با فرض اینکه کدورت و SDD متغیر وابسته و معنیدار بودند، مشاهده گردید. با فرض اینکه کدورت و SDD متغیر وابسته و نسبتهای باندی استخراجی از محدوده SDD تعیر وابسته و مستقل باشند، روابط رگرسیون زیر با SDT (= $R_2 = R^2 + R_2$ به ترتیب برای مستقل باشند، روابط رگرسیون زیر با SDT (= $R^2 = R^2$) به ترتیب برای کدورت و SDD محلوب می SDD مستقل با در SDD محلوب ایند که در منود مستقل باشند، روابط رگرسیون زیر با SDT (= $R^2 = R^2$) به ترتیب برای کدورت و SDD محلوب آمد.

Turbidity=-87.174* R_1 + 106.955 SDD= -3.676* R_2 + 4.297

همچنین رگرسیون خطی چندگانه مرحله ای، برای جستجوی ارتباط بین نسبتهای باندی محاسبه شده از محدوده VNIR تصویر هایپریون با کدورت و SDD مورد استفاده قرار گرفت. با فرض متغیرهای وابسته و مستقل فوق،

$$R^2 = \cdot / \vee \circ$$
 بهترین مدل از ترکیب $R_1 = \frac{660.8477}{671.0228}$ با $R_2 = \frac{508.2185}{467.5172}$ و $R_1 = \frac{660.8477}{671.0228}$ به ترتیب
بهترین مدل از ترکیب $R_2 = \frac{620.1464}{599.7959}$ و $R_3 = \frac{671.0228}{681.1983}$ به ترتیب
رای کدورت و SDD به صورت زیر بدست آمد.

Turbidity=-126.417* R_1 +57.041* R_2 +90.771

SDD= -3.658*R₃-1.597*R₄+5.707

مشتق اول باز تاب

مشتق بازتاب، یک تئوری جایگزین است که روابط قویتری بین پارامترهای کیفیت آب و طول موجهای مجاور را بیان می کند. تجزیه و تحلیل مشتق پیشتر جهت برآورد کدورت استفاده شده است (Senay et al, 2001). مشتق اول بوسیله تقسیم تفاضل مقادیر بازتاب دو باند متوالی به طول موج بازه جداکننده آنها محاسبه می شود. یعنی:

معادله (۱)

$$R'(w_i) = \frac{R(w_{i+1}) - R(w_i)}{w_{i+1} - w_i}$$

در معادله (۱)، w_i باند یا طول موجi ام و $R(w_i)$ بازتاب باند i ام است.تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون بین مشتق اول بازتاب و کدورت و مشتق اول بازتاب و SDD در محدوده باندهای ۴۲۶ تا ۹۰۰ نانومتر تصویر هایپریون محاسبه و بررسی شد. بیشترین همبستگی در مشتق اول باند(۳۱) هایپریون محاسبه و بررسی شد. بیشترین همبستگی در مشتق اول باند(۳۱) B'_{31} (۳۲)/۰۲۲۸ نانومتر) و مشتق اول باند(۳۲) B'_{32} (۳۲)/۰۲۲۸ نانومتر) به ترتیب برای کدورت و SDD وجود داشت که در سطح ۵ درصد معنی دار بود. هنگامیکه کدورت و SDD متغیر وابسته و مشتق اول باندهای محدوده بود. هنگامیکه کدورت و SDD متغیر وابسته و مشتق اول باندهای محدوده رگرسیون ارائه شده به ترتیب برای کدورت و SDD با ۶/۰= R^2 به R²=-/۲۰ به مورت زیر بدست آمد.

Turbidity=10195.115* B'_{31} + 19.709

SDD=446.572* B'_{32} + 0.623

همچنین رگرسیون خطی چندگانه مرحلهای، برای جستجوی ارتباط بین مشتق اول باندهای محدوده VNIR تصویر هایپریون با کدورت و SDD مورد استفاده قرار گرفت. با فرض متغیرهای وابسته و مستقل فوق، بهترین مدل از ترکیب مشتق باندهای ۳۱ و ۳۴ (۶۶۰/۸۴۷۷ و ۶۹۱/۳۷۳۶ نانومتر) برای کدورت و مشتق باندهای ۳۲ و ۵۰ (۶۷۱/۰۲۲۸ و ۸۵۴/۱۷۸۳ نانومتر) برای SDD به ترتیب با ۶/۸۹–2۲ و ۲۸/۰

Turbidity=18946.485* B'_{31} - 9497.787* B'_{34} + 22.158 SDD=451.581* B'_{32} + 97.57* B'_{50} + 0.624

دانگاه شیدتمان ابواز

مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

تابستان ۹۱، شماره ۴، جلد ۱

دقت الگوريتمها

معادله(۲)

جذر متوسط مربع خطا (RMSE¹²) برای دقت الگوریتمهای بدست آمده به کار رفت. نتایج در جدولهای ۱و ۲ آمده است.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{(n-2)}\sum_{i=1}^{n} (Y - \hat{Y})^2}$$

در معادله (۲)،۲: مقدار متغیر وابسته اندازه گیری شده در محل. \hat{Y} : مقدار تخمینی متغیر وابسته بوسیله معادله و n تعداد نمونه ها است. مقادیر پایین تر RMSE صحت الگوریتم ها را نشان می دهد.

کدہ, ت	آمدہ دای	یای بدست	به مدا .ه	م بوط	اطلاعات	حدول (
صورت	المعاة براي	ای بناست	بہ سال۔	سربوت		جندون .

\mathbb{R}^2	RMSE(NTU)	باندهای بهینه مدل الگوریتم	مدل
		رگرسیون دو متغیره	
٠/٤٩	۲/•۲۸	Turbidity = 685.672*B ₁₈ - 69.854	تک باند
•/27	۲/.۷٥	Turbidity = $10195.115 * B'_{31} + 19.709$	مشتق اول
•/07	١/٩٦	Turbidity = $-87.174 \times R1 + 106.955$ $R_1 = \frac{660.8477}{671.0228}$	نسبت بازتاب
		رگرسیون چندگانه مرحله ای	
•/٧٦	١/٣٨	Turbidity = $1402.86*B_{18} - 889.09*B_{16} - 51.247$ • ***********************************	تک باند ه
•///٦	١/•٣	Turbidity = 18946.485* B'_{31} - 9497.787* B'_{34} + 22.158	مشتق اول ۷
•/٧٥	١/٣٨	Turbidity = $-126.417 * R_1 + 57.041 * R_2 + 90.771$ $R_1 = \frac{660.8477}{671.0228} g_{R_2} = \frac{508.218}{467.517}$	نسبت بازتاب 2

جدول ۲. اطلاعات مربوط به مدل های بدست آمده برای عمق سچی دیسک (SDD)

R ²	RMSE(m)	مدل الگوريتم	باندهای بهینه	مدل
		رگرسیون دومتغیره		
•/۵۶	• / • ۵	$SDD = -12.818 * B_{32} + 1.685$	5Y1,•YYX	تک باند
• / ٧ •	۰/۰۴۵	SDD = 446.572* B'_{32} + 0.623	\$Y1,+YYX	مشتق اول
• 88	•/• 4٣	SDD = -3.676R ₂ + 4.297	$R_2 = \frac{671.0228}{681.1983}$	نسبت باز تاب
		رگرسیون چندگانه مرحله ای		
• / ٨ •	•/•٣۴	$SDD = -38.009 * B_{32} + 31.598 * B_{33} + 1.165$	881.1988 3881.0888	تک باند
• /٨٢	•/•٣	SDD = 451.581* B'_{32} + 97.57* B'_{50} + 0.624	884.1483541.•TT8	مشتق اول
٠/٨۴	•/•٣	SDD = -3.658R ₃ - 1.597R ₄ + 5.707	$R_3 = \frac{671.0228}{681.1983} {}^9R_4 = \frac{620.1464}{599.7959}$	نسبت بازتاب



ايستگاه نمونهبرداري	كدورت تخميني (NTU)	کدورت اندازه گیری شده (NTU)	(m)تخمينى	(m) SDD اندازه گیری شده
١	17/808	11/24	•/814	• /۵A
٣	10/107	۱۵/۸	• /۵۸۴	• /∆Y
۴	١١/٨٩٩	١١/٧٨	•/۵۵	• 8
۵	۱۱/۸۵۶	17/94	•/۵۴۳	•/۵۴
۶	٩/١٧۶	1./4	۰/۵Y۹	• /&Y
٧	١٧/٨٧	۱۷/۹	•/۴۱۱	۰ /۳۸
٨	۱۵/۱۹۵	۱۵/۳	·/۵٧	•/۵۶
11	۱۵/۴۷۶	18/8	•/۵۷۹	•/81
١٢	17/88	۱۱/• ۹	•/۶٨٩	• 188
١٣	17/87	11/58	./971	•/8٣

جدول۳. دادههای کدورت و SDD اندازهگیری شده و تخمین زده از تصویرهایپریون بر اساس بهترین مدل بدست آمده

با توجه به دادههای جدول (۳)، همبستگی منفی ۵۳ درصد بین کدورت و SDD تخمینی وجود دارد. این موضوع بیانگر این است که با افزایش مقدار کدورت، مقدار SDD کاهش می ابد. شکلهای (۴ و ۵) نمودار رگرسیونی خطی بین کدورت و SDD اندازه گیری شده و تخمینی را نشان می دهد.





SDDشکل۵. رابطه رگرسیونی بین دادههای تخمین زده ماهواره و اندازه گیری در محل

تابستان ۹۱، شماره ۴، جلد ۱

مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

دانتگاه شهید تیران ابتواز

۱ -نتیجهگیری نهایی

به منظور نمایش محدوده آبی، منطقه مورد مطالعه (رودخانه کارون) از تصویر هایپریون ماسک (Mask) شد. بهترین مدلهای بدست آمده زیر برای رودخانه کارون، از بین مدلهای موجود در جداول (۱ و ۲) برای برآورد ارزش پارامترهای کیفیت آب در سرتاسر رودخانه ماسک شده از تصویر موجود، به کار برده شد. برای نمایش بهتر پارامترهای کیفیت آب بررسی شده بر روی تصویر، آنها را به گروههای مختلفی بر اساس الگوریتم تصمیم گیری شاخهای^{۱۱} طبقه-بندی کرده و نقشه پراکندگی مکانی پارامترهای کدورت و SDD در رودخانه کارون ترسیم گردید.

مدل (۱)

Turbidity = 18946.485* B'_{31} - 497.787* B'_{34} + 22.158

SDD= - (۲) مدل (۲) 3.658*R₃ - 1.597*R₄ + 5.707

شکلهای (۶ و ۷) نقشه پراکندگی پارامترهای کدورت و SDD بعد از اعمال مدلهای (۱ و۲) فوق بر روی تصویر هایپریون مربوط به منطقه مورد مطالعه در تاریخ ۱۳ آذز ۱۳۸۹ را نشان میدهند.

در این مطالعه توانایی بالقوه تصویر هایپریون در تهیه نقشه کدورت و عمق سچی دیسک رودخانه کارون مورد بررسی قرار گرفت و از باندهای محدوده VNIR تصویر هایپریون استفاده شد. همانطور که در جدولهای (۱و۲) مشاهده می شود، محاسبه نسبت بازتاب بین پیکهای جذب و بازتاب و تجزیه و تحلیل مشتق طیف می تواند همبستگی با کدورت و عمق سچی دیسک را به طور قابل توجهی بهبود بخشد. تجزیه و تحلیل همبستگی، طول موجها یا نسبتهای باندی مناسب را برای برآورد کدورت و عمق سچی دیسک آب معرفی می کند. الگوریتمهای نسبت باندی برای تخمین پارامترهای کیفیت آب به علت اینکه می تواند ویژگیهای طیفی جذب و بازتاب را برجسته کند و در نتیجه اثرات نویز را کاهش دهد، مناسب است. مشتق اول بازتاب، روابط قوی تری بین پارامترهای کیفیت آب و طول موجهای مجاور را بیان می کند.



11 Decision Tree



منابع

رنگزن، کاظم. فتاحی مقدم، مهدی. صابری، عظیم. حسینی زارع، نادر. و موبد، پریوش. ۱۳۸۹. بررسی کیفیت آب رودخانه کارون محدوده اهواز توسط تصاویر بهنگام هایپریون. بیست و نهمین گردهمائی علوم زمین. صفحه ۶۷ حسینی زارع، نادر. (۱۳۸۱). بررسی تاثیر گسترش اراضی فاریاب و طرح توسعه در خوزستان بر کیفیت آب رودخانههای کارون و دز. پایاننامه کارشناسیارشد دانشگاه آزاد اهواز. صفحات ۳۲–۲۹ علوی پناه، کاظم، ۱۳۸۸، اصول سنجش ازدور نوین و تفسیر تصاویر ماهوارهای و عکسهای هوایی، انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۱۳۳–۲۳۲

Baugh, W.M., Groeneveld, D.P., 2008. Empirical proof of the empirical line. International Journal of Remote Sensing Vol.29, No.3, 665–672

Beck, R. (2003). EO-1 User Guide. USGS Earth Resources Observation Systems Data Center (EDC) 47914 252Street Sioux Falls, S.D., 57198-0001 (605) 594-6511 http://edcwww.cr.usgs.gov

Bennet, A.; Bogorad, L.1973. Complimentary chromic adaption in a filamentous blue-green alga. J. Cell Biol., 58, 410-435.

Dingtian, Y., Delu, P., Xiaoyu, Z., Xiaofeng, Z., Xianquiang, H., and Shujing, L. 2006. Retrieval of chlorophyll a and suspended solid concentrations by hyperspectral remote sensing in Taihu Lake,

China. Chinese Journal of Oceanology and Limnology. Vol.24 No.4, p. 428-434 Donghai, L., Yanling, Q., Hongyan, H., Jun, H., Shihui. W., Hongen, Z., and Zhiliang, Z., 2009. Hyper-

spectrum models for monitoring water quality in Dianshan Lake, China. Chinese journal of Oceanology and Limnology. Vol.27 No. 1, P. 142-146

Ekercin, S., 2007. Water Quality Retrievals from High Resolution Ikonos Multi spectral Imagery: A Case Study in Istanbul, Turkey. Water Air Soil Pollut.183:239–251, DOI10.1007/s11270-007-9373-5 Gitelson, A. A. The peak near 700 nm on reflectance spectra of algae and water: Relationships of its magnitude and position with chlorophyll concentration. Int. J. Rem. Sens. 1992, 13, 3367-3373

Harvey, G.W., 1989. Technical review of sediment criteria, for consideration for inclusion inIdaho

Water Quality Standards. Idaho Dept. of Health and Welfare, Water Quality Bureau, Boise, ID

- Huang, Y. Jiang, D. Zhuang, D., and Fu, J. 2010. Evaluation of Hyperspectral Indices for Chlorophyll-a Concentration Estimation in Tangxun Lake (Wuhan, China). Int. J. Environ. Res. Public Health, 7, 2437-2451.
- Jensen, J. R. (2000). Remote sensing of the environment. An earth resource perspective. Upper Saddle River. Prentice Hal
- Kloiber, S.M., Brezonik, P.L., and Bauer, M.E., 2002a. Application of Landsat imagery to regional-scale assessments of lake clarity. Water Research. 36, 4330–4340

Kloiber, S.M., Brezonik, P.L., Olmanson, L.G., and Bauer, M.E., 2002b. A procedure for regional lake water clarity assessment using Landsat multispectral data. Remote Sensing of Environment, 82, 38–47.

Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., and Chipman, J.W., 2004. Remote Sensing and image interpretation. New York. Wiley.

Ma, R.H., Dai, J.F. 2005. Chlorophyll-a Concentration Estimation with Field Spectra of Water-body near Meiliang Bayou in Taihu Lake. J. Rem .Sens. 2005, 9, 78-86.

Nas, B., Ekercin, S., Karabork, H., Berktay, A., and Mulla, D.J., 2009. An Air Soil Application of Landsat-5TM image data for water quality mapping in lake Beysehir, Turkey. Water Pollut, DOI 10.1007/s11270-010-0331-2

Nas, B., Ekercin, S., Karabork, H., Berktay, A., and Mulla, D.J., 2010. An Application of Landsat-5TM Image Data for Water Quality Mapping in Lake Beysehir, Turkey. Water Air Soil Pollut. DOI10.1007/s11270-010-0331-2

Olmanson, L.G., Bauer, M.E., and Brezonik, P.L., 2008. A 20 – year Landsat water clarity census of Minnesota's 10,000 Lakes. Remote Sensing of Environment. 122(11), 4086–4097.

تابستان ۹۱، شماره ۴، جلد ۱



Reddy, M. A. (1997). A detailed statistical study on selection of optimum IRS LISS pixel configuration for development of Water quality models. International Journal of Remote Sensing, 18, 2559–2570.

- Senay, G.B., Shafique, N.A., Autrey, B.C., Fulk, F., and Cormier, S.M., 2001. The Selection of Narrow Wavebands for Optimizing Water Quality Monitoring on the Great Miami River, Ohio using Hyperspectral Remote Sensor Data. J. Spatial Hydrology, 1, 1-22
- Wang, J., and Tian, Q., 2009. Chlorophyll-a Concentration Estimated by Hyperspectral Remote Sensing in Liaodong Bay. MIPPR. Remote Sensing and GIS Data Processing and Other Applications. pp. 749807-749807-8
- Zhang, Y., Pulliainen, J.T., Koponen, S.S., and Hallikainen, M.T. 2003.Water quality retrievals from combined Landsat TM Data and ERS-2 SAR Data in the Gulf of Finland. IEEE Transactions on . Geoscience and Remote Sensing. 41, 622-629