محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

برآورد میزان کربنات‌کلسیم معادل خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه دشت گیان نهاوند

پری‌ناز عبدلی[۱*]، سهیلاسادات هاشمی[۲]، محمود سیفی[۳]

[۱] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۳] دانشجوی دکتری علوم خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

امروزه با ظهور فناوری سنجش از دور، امکان بهره‌برداری از این فناوری جهت مطالعه بسیاری از ویژگی‌های خاک همچون میزان کربنات‌کلسیم معادل خاک با صرف وقت و هزینه کم‌تری فراهم گشته است. در این مطالعه به بررسی ارتباط بین انعکاس‌های طیفی خاک با استفاده از داده‌های سنجنده‌های ماهواره لندست ۸ با میزان کربنات کلسیم معادل خاک ۴۸ نمونه پرداخته شد. نمونه‌ها به صورت تصادفی از منطقه دشت گیان نهاوند انتخاب گردید. در روش سنجش از دور، انعکاس طیفی نمونه‌ها بر روی ۶ باند اصلی و ترکیب باندها استخراج و پردازش شد. آنالیز همبستگی بین باندهای اصلی، ترکیب باندها و کربنات‌کلسیم معادل خاک انجام شد. در این پژوهش، ترکیب باندهای مادون قرمز میانی با میزان کربنات‌کلسیم معادل در سطح ۵٪ همبستگی معنی‌دار داشتند. درمورد رگرسیون چند متغیره، R^2 بهترین مدل برای برازش کربنات‌کلسیم معادل خاک با استفاده از باندهای اصلی و ترکیب باندهای اصلی ۰/۳۴ بود (R^2=۰/۳۴).

کلمات کلیدی: سامانه اطلاعات جغرافیایی، کربنات‌کلسیم معادل، سنجش از دور

مقدمه

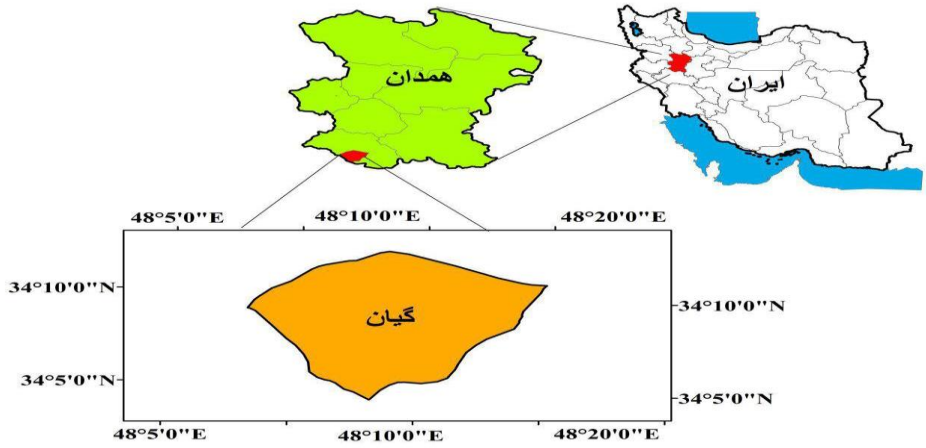
یکی از بزرگترین چالش‌های عصر حاضر تخریب خاک و به دنبال آن تخریب سرزمین می‌باشد. یکی از عوامل تخریب خاک، کیفیت پایین تغذیه خاک به عنوان بستر رشد و توسعه پوشش گیاهی می‌باشد. کربنات‌کلسیم از ویژگی‌های مهم شیمیایی خاک است و از نظر تأثیری که بر رشد و تغذیه گیاهان و دیگر خصوصیات خاک دارد (با در نظر گرفتن این مسأله که بیشتر خاک‌های کشورمان را خاک‌های آهکی تشکیل داده‌اند) دارای اهمیت بالایی می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۸۴). دسترسی به فناوری‌های سنجش از دور و امکان بهره‌برداری از آن در علم خاک، کمک بزرگی به مطالعه بسیاری از خصوصیات خاک با صرف هزینه، وقت و انرژی کمتری در مقایسه با روش‌های سنتی شده است (علوی‌پناه، ۲۰۰۱؛ نانی و دماته، ۲۰۰۶). سنجش از دور علمی است که در آن جمع‌آوری داده‌ها با حداقل تماس مستقیم فیزیکی با اشیاء مورد اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر سنجش از دور دانش پردازش و تفسیر تصاویری است که حاصل ثبت تعامل انرژی الکترومغناطیسی و اشیاء می‌باشند (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۳). در اوایل سال ۲۰۱۳ ماهواره لندست ۸ در تاریخ ۱۱ فوریه راه‌اندازی شد. این هشتمین ماهواره در برنامه ماهواره لندست و هفتمین ماهواره‌ای است که با موفقیت به مدار رسیده است. لندست ۸ با استفاده از دو حسگر OLI و TIERS دارای فن‌آوری پیشرفته در اسکن عوارض زمینی هستند. این دو حسگر به ترتیب، اطلاعات تصویر برای نه باند موج کوتاه و دو باند طول موج حرارتی را جمع‌آوری می‌کنند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). مشخص شده است که با کمک فناوری طیف‌سنجی در محدوده‌های ماوراء بنفش از ۴۰۰-۲۵۰ نانومتر، مرئی از ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر و مادون‌قرمز نزدیک از ۲۵۰۰-۷۰۰ نانومتر، می‌توان اطلاعات مهمی در مورد کربنات‌کلسیم به دست آورد (اسلام و همکاران، ۲۰۰۳) و نیز مشخص شده است که کربنات‌کلسیم سطح خاک، قادر است بر بازتاب سطحی خاک در طیف مرئی اثر بگذارد (ویسکارا رسل و همکاران، ۲۰۰۶). زمان‌بر و پرهزینه بودن روش‌های آزمایشگاهی تخمین کربنات‌کلسیم معادل خاک، بررسی روش‌های سریع و غیرمخرب مانند تصاویر ماهواره‌ای را ضروری می‌نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در شهر گیان واقع در جنوب شهرستان نهاوند قرار دارد. موقعیت جغرافیایی گیان بر روی نقشه ایران به صورت N ″۵ ′۱۱ °۳۴ و E ″۵۶ ′۱۴ °۴۸ می‌باشد و دارای ۱۵۶۳ متر ارتفاع از سطح دریاست. وسعت جنگل دشت گیان ۱۵۰ هکتار تخمین زده شده است. موقعیت شهر گیان در استان همدان و در کشور ایران نشان داده شده است (شکل ۱). به طور کلی از نظر آب و هوایی، محدوده مورد مطالعه بر اساس

* ایمیل نویسنده مسئول: parinaz_72@ymail.com

روش دومارتن[1] دارای اقلیم نیمه‌خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم و خشک می‌باشد. متوسط نزولات جوی سالانه ۳۵۴ میلی‌متر می‌باشد. دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد. اراضی این منطقه از نظر ژئومورفولوژی در دشت دامنه‌ای و مخروط‌افکنه رسوب واریزه‌ای قرار می‌گیرند. مواد مادری غالب در منطقه مورد مطالعه به طور عمده شامل سنگ‌های آهکی است. محدوده مورد مطالعه از نظر ساختمانی در ایالت ساختاری زاگرس مرتفع قرار دارد. رخنمون سنگ‌های محدوده نهاوند را واحدهای سنگی پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک تشکیل می‌دهد. گندم، جو، کلزا، ذرت و چغندر قند بخش وسیعی از زراعت اراضی را به خود اختصاص داده است. تنها منبع آب سطحی و دائمی موجود سراب گیان است.



شکل ۱. موقعیت شهر گیان در استان همدان و در کشور ایران

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی: نمونه‌برداری خاک از عمق (۰-۳۰ سانتی‌متر) در اواخر مهر ۱۳۹۵ صورت گرفت. بعد از انجام نمونه‌برداری و آماده‌سازی ۴۸ نمونه، تعیین مقدار کربنات‌کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون (Soil Conservation Service, 1992) صورت گرفت. میزان کربنات‌کلسیم معادل با استفاده از روش سنجش از دور برآورد شد. برای این روش از تصویر لندست ۸ مربوط به تاریخ September سال ۲۰۱۶ استفاده شد. مقادیر محاسبه شده هر یک از قطعات نمونه در محیط ERDAS IMAGINE ایجاد گردید. جهت اعمال تصحیحات اتمسفری از روش Quick Atmospheric Correction استفاده شد. میزان بازتاب طیفی هر۶ باند برای ۴۸ نقطه در محیط ArcGIS ثبت گردید و در نهایت مراحل توصیف‌های آماری متغییرها انجام شد. در این پژوهش ترکیب باندهای اصلی برای کربنات‌کلسیم معادل اندازه‌گیری شدند. جدول ۱ و ۲ به ترتیب مجموعه باندهای در نظر گرفته شده و ترکیب باندهای اصلی برای کربنات‌کلسیم معادل را نشان می‌دهند.

جدول ۱. مجموعه باندهای در نظر گرفته شده جهت تجزیه و تحلیل‌های رقومی

باندهای اصلی	Band2, Band3, Band4, Band5, Band6, Band7

[1] De Martonne

جدول ۲. ترکیب باندهای اصلی برای کربنات‌کلسیم معادل

شماره	ترکیب باندهای اصلی	شماره	ترکیب باندهای اصلی
۱	Band2+Band3	۵	Band3+Band4
۲	Band3-Band2	۶	Band4+Band5
۳	Band3/Band2	۷	Band5+Band6
۴	(Band3-Band2)/(Band3+Band2)	۸	Band6+Band7

نتایج و بحث

خلاصه نتایج آماری مربوط به کربنات‌کلسیم معادل نمونه‌های خاک در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که این نتایج نشان می‌دهد، میانگین کربنات‌کلسیم معادل خاک در منطقه حدود ۲۹ درصد می‌باشد. چولگی را با آزمون کولموگروف-سیمرونوف بررسی کردیم، چولگی به راست و افراشتگی در حد نرمال داشت. ضریب تغییرات معیاری از تغییرپذیری نسبی است. دهیبا و همکاران (۱۹۸۴) در مطالعات خود بر روی طبقه‌بندی ضریب تغییرات خصوصیات خاک، آن را به دو دسته پایین (۰٪- ۱۵٪) و بالا (۱۵٪- ۷۵٪) قرار دادند. در این مطالعه مقدار ضریب تغییرات ۳۰/۸٪ می‌باشد.

جدول ۳. پارامترهای توصیفی آماری کربنات‌کلسیم معادل خاک در منطقه مورد مطالعه

خصوصیات آماری متغییر	تعداد	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	دامنه تغییرات	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات
کربنات‌کلسیم معادل خاک	۴۸	۲۹	۱۰/۵	۵۷/۵	۸/۹۳	۴۷	۰/۷۵	۱/۳۱	۳۰/۸

ماتریس همبستگی: ماتریس همبستگی بین باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای لندست در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور مشاهده می‌شود، باند ۵ همبستگی کمتری با سایر باندها داشته است و لذا تابش‌های ثبت شده در این باند، از سایر باندها متمایز خواهد بود. در نتایج پورمحمدی و همکاران (۱۳۹۴)، باند ۵ در لندست ۷، همبستگی کمتری با سایر باندها داشته است.

جدول ۴. ماتریس همبستگی بین باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای لندست

نام باند	باند۲	باند۳	باند۴	باند۵	باند۶	باند۷
باند۲	۱	**۰/۹۹۹	**۰/۹۸۹	*۰/۳۵۴	**۰/۹۷۵	**۰/۹۵۴
باند۳		۱	**۰/۹۹۱	**۰/۴۳۸	**۰/۹۸۲	**۰/۹۳۰
باند۴			۱	**۰/۳۷۰	**۰/۹۸۲	^{ns}۰/۹۴۰
باند۵				۱	**۰/۴۱۷	^{ns}۰/۱۳۵
باند۶					۱	**۰/۹۴۱
باند۷						۱

همبستگی باندهای اصلی با کربنات‌کلسیم معادل: میزان انعکاس طیفی نمونه‌ها بر روی ۶ باند اصلی و پردازش شده، استخراج گردید. آنالیز بررسی همبستگی پیرسون بین باندهای اصلی و میزان کربنات‌کلسیم معادل انجام گردید. همانطور که جدول ۵ نشان می‌دهد، فقط باند ۷ با میزان

کربنات‌کلسیم معادل در سطح ۵٪ همبستگی دارد. باندهای جذبی کربنات‌های عمده در پوسته زمین شامل کلسیت، دولومیت، مگنزایت و سیدرایت همگی در ناحیه مادون قرمز می‌باشند (Gupta, 1991).

جدول ۵. همبستگی باندهای اصلی با میزان کربنات‌کلسیم معادل

باند	ضریب همبستگی	Sig	باند	ضریب همبستگی	Sig
Band2	۰/۲۷۲	۰/۰۶۱	Band5	۰/۱۸۷	۰/۲۰۳
Band3	۰/۲۶۲	۰/۰۷۲	Band6	۰/۲۸۲	۰/۰۵۲
Band4	۰/۲۵۴	۰/۰۸۲	Band7	۰/۲۹۹	۰/۰۳۹

همبستگی ترکیب باندهای اصلی با کربنات‌کلسیم معادل: نتایج نشان داد که از بین ۸ ترکیب باندهای اصلی، تنها ترکیب باندهای مادون قرمز میانی (باندهای ۶ و ۷) با میزان کربنات‌کلسیم معادل در سطح ۵٪ همبستگی معنی‌دار دارد (جدول ۶). خاک‌های آهکی و کلسیم‌دار باندهای جذبی متفاوتی در طول موج‌های ۲۲۵۰ تا ۲۳۵۰ نانومتر دارند که این محدوده با محدوده باند ۷ لندست ۸ مطابقت دارد، در نتیجه ترکیب باندهای مادون قرمز میانی می‌تواند همبستگی معنی‌دار با کربنات‌کلسیم معادل داشته باشد. این بخش از نتایج با نتایج محمودی و همکاران، ۱۳۹۴ مطابقت دارد.

جدول ۶. همبستگی ترکیب باندها اصلی با میزان کربنات‌کلسیم معادل

ترکیب باندها	**ضریب همبستگی**	**Sig**	**ترکیب باندها**	**ضریب همبستگی**	**Sig**
Band2+Band3	۰/۲۶۷	۰/۰۶۷	Band3+Band4	۰/۲۵۷	۰/۰۷۷
Band3-Band2	۰/۲۱۰	۰/۱۵۲	Band4+Band5	۰/۲۶۶	۰/۰۶۸
Band3/Band2	-۰/۲۷۲	۰/۰۶۲	Band5+Band6	۰/۲۸۴	۰/۰۵۴
(Band3-Band2)/(Band3+Band2)	-۰/۲۷۳	۰/۰۶۱	Band6+Band7	۰/۲۹۴	۰/۰۴۳

رگرسیون باندهای اصلی و کربنات‌کلسیم معادل: رگرسیون به روش Enter انجام شد و معادله برای کربنات‌کلسیم معادل تعریف گردید (جدول ۷). مقادیر باندها در معادله قرار داده شد و در نهایت میزان کربنات‌کلسیم معادل به دست آمد. در پژوهش محمودی و همکاران، ۱۳۹۴ میزان ضریب همبستگی در مدل سازی رگرسیونی ۰/۷۵ برآورد شده است. ضریب تبیین نسبتا پایین معادله رگرسیونی به دست آمده در این پژوهش می‌تواند منجر به بالا رفتن خطا و عدم دقت روش برای تخمین این پیش‌بینی باشد. این بخش از نتایج با نتایج محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۴ مطابقت دارد.

جدول ۷. معادله برازش داده شده برای برآورد کربنات‌کلسیم معادل خاک با استفاده از باندهای اصلی

روش	معادله	R	R^2	سطح احتمال	
				٪۵	٪۱
Enter	$CaCo_3$= -5.850+480.604Band2-872.345Band3+162.548Band4+135.933Band5-114.290Band6+337.755Band7	۰/۵۲	۰/۲۷	+	

رگرسیون ترکیب باندهای اصلی با کربنات‌کلسیم معادل: رگرسیون به روش Enter انجام شد و معادله برای کربنات‌کلسیم معادل با استفاده از ترکیب‌های باندهای اصلی تعریف گردید (جدول ۸). نتایج نشان داد مدل Enter در سطح ٪۵ معنی‌دار بوده است.

جدول ۸. معادله برازش داده شده برای برآورد کربنات‌کلسیم معادله خاک با استفاده از ترکیب باندهای اصلی

روش	معادله	R	R^2	سطح احتمال	
				٪۵	٪۱
Enter	$CaCo_3$= -157.729 -218.847Band2+Band3+644.099Band3-Band2+209.029Band3/Band2-847.848(Band3-Band2)/(Band3+Band2)-383.126Band3+Band4+540.873Band4+Band5-391.129Band5+Band6+306.523Band6+Band7	۰/۵۸	۰/۳۴	+	

نتیجه گیری

تصاویر ماهواره‌ای یک فرصت مغتنم در کاهش هزینه‌ها و تکرار کسب اطلاعات به‌شمار می‌روند اما به‌علت برخی چالش‌ها مانند: ۱) عدم تطابق قدرت تفکیک مکانی با تغییرات مکانی کربنات‌کلسیم معادل خاک، ۲) ضرورت تصحیحات اتمسفری و ۳) اثر سایر خصوصیات مانند رطوبت خاک و .... نیازمند پشتیبانی و صحت‌سنجی می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود : برای خاک‌های کشور کتابخانه طیفی تهیه و پایگاه داده‌های مکانی خاک ایجاد شود. همچنین برای برآورد دقیق‌تر کربنات‌کلسیم معادل بهتر است از تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا استفاده کرد.

منابع

پورمحمدی، س.، اختصاصی، م. ر.، و رحیمیان، م. ح. ۱۳۹۴. شناسایی و تفکیک واریزه‌های آهکی از سازندهای غیر آهکی با کاربرد تلفیقی علوم دورسنجی و مشخصات لیتولوژی (مطالعه موردی: منطقه بهادران در استان یزد). نشریه زمین‌شناسی مهندسی، شماره ۴.

حسینی، ز.، زرنگ، ن.، حاجیلو، م.، داداشی، م.، و طیبا، ع. ۱۳۹۳. بررسی رابطه تغییرات دمای سطحی زمین (LTS) و پوشش گیاهی با تصاویر لندست (مطالعه موردی شهر اصفهان). نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، یزد: دانشگاه آزاد اسلامی یزد.

فاطمی، س. ب.، رضائی، ی. ۱۳۹۳. مبانی سنجش از دور. همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی.

محمودآبادی، ا.، و کریمی کارویه، ع. ر. (۱۳۹۴). تهیه‌ی نقشه کربنات کلسیم معادل و مقدار رس خاک سطحی با استفاده از روش‌های زمین آمار (مطالعه‌ی موردی: پارک چیتگر، تهران). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی و منابع طبیعی، شماره ۳

محمودی، آ.، جعفری، ر.، کریم‌زاده، ح. ر.، رمضانی، ن. ۱۳۹۴. بررسی توضیع مکانی خصوصیات خاک در منطقه ورزنه اصفهان به کمک روش‌های پردازش تصویر. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۹، شماره ۴، ص ۱۰۱۷- ۱۰۰۴.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. نگرشی بر حاصلخیزی خا ک‌های ایران، انتشارات سنا، ۱۸۳ صفحه.

Alavipanah SK, Zehtabian GR. 2001. Remote sensing and GIS tools for land use planning and management. Proceedings of the FIG working week 2001, Seoul, Korea.

Gupta, R. P. 1991. Remote sensing in geology. Chapter 3.

Nanni MR, Dematte JAM. 2006. Spectral reflectance methodology in comparison with traditional soil analysis. Soil Science Society of America Journal, 70: 393-407.

Islam K, Singh B, McBratney A. 2003. Simultaneous estimation of several soil properties by ultra-violet, visible, and nearinfrared reflectance spectroscopy. Soil Research, 41(6): 1101-1114.

Rossel RAV, Walvoort DJJ, McBratney AB, Janik LJ, Skjemstad JO. 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. Geoderma, 131(1): 59-75.

Estimating soil calcium carbonate equivalent content using satellite images in Giyan area Nahavand

Abdoli, P.[*1], Hashemi, S.S.[2], Seifi, M.[3]

1.M Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Malayer

2. Associate Prof, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Malayer

3. Ph.D Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

Abstract

Today, with the advent of remote sensing technology, it is possible to exploit this technology to study many soil properties such as the amount of calcium carbonate with less time and money. In this study, the relationship between soil spectral reflections using Landsat 8 satellite data with calcium carbonate content for 48 soil samples was investigated. Soil samples were selected randomly from Giyan area Nahavand. In the remote sensing method, the spectral reflection of the samples was extracted and processed on the 6 main bands and the combination of bands. The analysis of the correlation between the main bands, the combination of bands and Calcium carbonat was carried out. In this study, the combination of Mid Infrared bands (B_6+B_7) and calcium carbonate content had significant correlation ($P \leq 0.05$). Regarding multivariate regression, R^2 of the best model for fitting soil calcium carbonate using the main and composition bands was 0.34 (R^2=0.34).

Keywords: Geographical information system, Calcium carbonat, Remote sensing.