



پیش‌گویی کربن آلی خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ در دشت گیان نهاوند

پری‌ناز عبدلی*^۱، سهیلا سادات هاشمی^۲

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

Email: parinaz_72@ymail.com

چکیده:

در این مطالعه به بررسی ارتباط بین انعکاس‌های طیفی خاک با استفاده از داده‌های سنجنده‌های ماهواره لندست ۸ با ۴۸ نمونه خاک در دشت گیان نهاوند پرداخته شد. در این تحقیق علاوه بر باندهای اصلی، شاخص‌های گیاهی برای این بررسی مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های خاک به روش تصادفی برداشت گردید. میزان کربن آلی سطحی خاک در محیط آزمایشگاه تعیین گردید. میزان انعکاس طیفی نمونه‌ها بر روی ۱۰ باندهای اصلی استخراج گردید و پردازش شد. آنالیز بررسی همبستگی بین باندهای اصلی و کربن آلی سطحی خاک و همچنین باندهای مصنوعی و کربن آلی سطحی خاک انجام شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های پوشش گیاهی DVI، RAI و NDVI با مقدار کربن آلی سطحی خاک همبستگی خطی معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند. با برآزش انواع رگرسیون‌های چند متغیره بدون حذف داده‌های پرت در سطح احتمال ۵٪، بهترین مدل‌های برآزش انتخاب گردید. کمترین تعداد متغیر از بین مدل‌های مذکور به مدل رگرسیونی پیش‌رونده به یک متغیر اختصاص داشته که در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده است. این تحقیق نشان داد که داده‌های طیفی ماهواره‌ای قابلیت تفکیک کربن آلی سطحی خاک را در شرایط منطقه تا حدودی دارا نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور، ماده آلی

مقدمه:

در میان خصوصیات خاک، کربن آلی مهم‌ترین مولفه اکوسیستم‌های خاکی است و هر تغییر در فراوانی ترکیب آن اثرات اساسی روی تعداد زیادی از فرآیندهایی که در هر اکوسیستم رخ می‌دهد، خواهد داشت (فهمیم و همکاران، ۱۳۹۲). سنجش از راه دور به معنای برداشت سطح زمین از فضا با استفاده از خصوصیات امواج الکترومغناطیس منعکس یا منتشر شده از سطح اشیاء است. با توجه به سطحی که تصاویر ماهواره‌ای پوشش می‌دهند، در کل هزینه انجام کار پایین می‌آید و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه است. چرا که استفاده از این فن‌آوری به نیروی انسانی کم (ولی متخصص) و عملیات زمینی بسیار محدود نیاز دارد (فاطمی و رضائی، ۱۳۹۳). در دهه‌های اخیر تحقیقات بی‌شماری در خصوص امکان استفاده از فن‌آوری‌های نوین در فعالیت‌های کشاورزی به منظور اجرای راهکارهای مدیریتی دقیق‌تر صورت گرفته است. تکنیک‌هایی چون تحلیل تغییر مکانی تولید محصول و استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی^۱، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی^۲ و تکنیک‌های سنجش از راه دور^۳، بر مبنای اطلاعات و داده‌های کشاورزی منجر به بهبود بخش قابل توجهی در فعالیت‌های کشاورزی شده است (Iran et al., 2005). Chen و همکاران (۲۰۰۵) به تهیه نقشه ماده آلی سطحی خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سه منطقه فاقد پوشش گیاهی در ایالت متحده آمریکا پرداخته و برای آن مناطق رگرسیون‌های مختلفی را با ضرایب تبیین بالا ($R^2 > ۰.۸۹$) به دست آوردند. Ingleby و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی ارتباط بین انعکاس طیفی و ماده آلی خاک در پنج منطقه از اراضی

¹ Global Positioning System

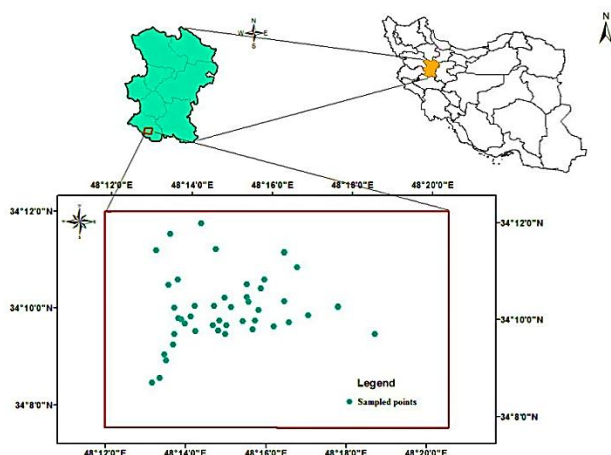
² Global Information System

³ Remote Sensing

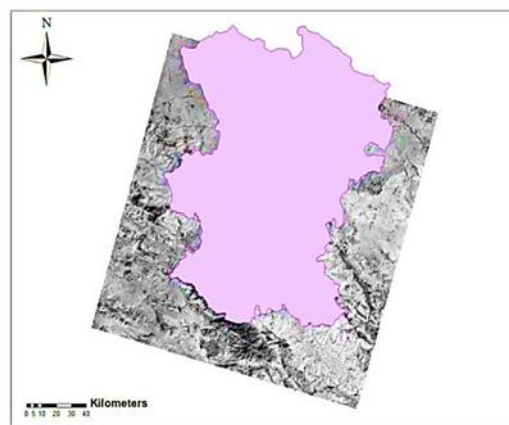
ساسکا تچران کانادا پرداخته و به هیچ گونه مدل مناسبی که ارتباط بین این دو گزینه را نشان دهد دست نیافتند. توما و همکاران (۲۰۰۴) در ایالت متحده آمریکا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM⁺، مدل‌های رگرسیونی چند متغیره‌ای را برای بیان ارتباط بین باندهای اصلی ماهواره ای و درصد بقایای گیاهی ارزن ($R^2 = 0/44$) و سویا ($R^2 = 0/66$) به دست آوردند.

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 $34^{\circ} 11' 5'' N$ و $48^{\circ} 14' 56'' E$ دارای ۱۵۶۳ متر ارتفاع از سطح دریا است. اراضی این منطقه از نظر ژئومورفولوژی در دشت دامنه‌ای و مخروط افکنه رسوب واریزه‌ای قرار می‌گیرند. بطور کلی از نظر آب و هوایی محدوده مورد مطالعه بر اساس روش دومارتن دارای اقلیم نیمه‌خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم و خشک می‌باشد. به استناد آمار ۲۰ ساله ایستگاه فوق طی دوره آماری (۱۳۸۵-۱۳۶۴) متوسط نزولات جوی سالانه ۳۵۴ میلی‌متر می‌باشد. متوسط دمای سالیانه ۱۲/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد (بنائی، ۱۳۵۹). شکل ۱ هم‌پوشانی تصویر با پلی‌گون شهر همدان را نشان می‌دهد و شکل ۲ پراکنش نمونه‌های خاک در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۲- پراکنش نمونه‌های خاک در محدوده مورد مطالعه



شکل ۱- هم‌پوشانی تصویر با پلی‌گون شهر همدان

نمونه‌برداری و آزمایش خاک: نمونه‌برداری خاک از عمق (۳۰-۰ سانتی‌متر) در اواخر مهر ۱۳۹۵ صورت گرفت. بعد از انجام نمونه‌برداری و آماده‌سازی ۴۸ نمونه، تعیین مقدار کربن آلی سطحی خاک به روش اکسیداسیون تر (Walkley and black, 1934) صورت گرفت. مقادیر محاسبه شده هر یک از قطعات نمونه در محیط ERDAS ایجاد گردید. تعیین محل قطعه نمونه با توجه به ابعاد پیکسل در درون آن بوده و تعیین محل دقیق آن عملاً امکان‌پذیر نبوده، لذا چهار پیکسل اطراف را بررسی کرده و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شده است.

مشخصات ماهواره لندست ۸: 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^۴ OLI^۵ و TIRS^۶ دارای فن‌آوری پیشرفته در اسکن عوارض زمینی هستند. اسکن‌های نقطه‌ای لندست‌ها جای خود را

^۴Sensor

^۵Operational Land Imager

^۶Thermal Infrared Sensor



به اسکنرهای خطی در لندست ۸ داده و کاهش عرض باندها و افزایش دقت رادیومتریکی در این حسگرها دقت عملیات را افزایش داده است. این دو سنسور به ترتیب، اطلاعات تصویر برای نه باند موج کوتاه و دو باند طول موج حرارتی را جمع‌آوری می‌کنند. جدول ۱، ۱۱ باند لندست ۸ را نشان می‌دهد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول ۱- لیست ۱۱ باند لندست ۸

| Bands | Wavelength (micrometers) | Resolution (meters) |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Band 1-Ultra Blue (coastal/aerosol) | 0.43-0.45 | 30 |
| Band 2- Blue | 0.45-0.51 | 30 |
| Band 3- Green | 0.53-0.59 | 30 |
| Band 4- Red | 0.64-0.67 | 30 |
| Band 5- Near Infrared (NIR) | 0.85-0.88 | 30 |
| Band 6- Shortwave Infrared (SWIR) 1 | 1.57-1.65 | 30 |
| Band 7- Shortwave Infrared (SWIR) 2 | 2.11-2.29 | 30 |
| Band 8- Panchromatic | 0.50-0.68 | 15 |
| Band 9-Cirrus | 1.36-1.38 | 30 |
| Band 10- Thermal Infrared (TIRS) 1 | 10.60-11.19 | 100*(30) |
| Band 11- Thermal Infrared (TIRS) 2 | 11.50-12.51 | 100*(30) |

پردازش تصویر: سیستم مختصات تصویر از نوع UTM با مبنای مسطحاتی WGS84 و مبنای ارتفاعی WDNG1000 بود. علاوه بر باندهای اصلی، باندهای مصنوعی بررسی شد. باندهای مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- مجموعه باندهای در نظر گرفته شده جهت تجزیه و تحلیل‌های رقومی

| توضیحات | نام باند |
|---|---|
| BAND2,BAND3,BAND4,BAND5,BAND6,BAND7,BAND8, BAND9,BAND10,BAND11 | باندهای اصلی |
| BAND5-BAND4 | DVI (Difference Vegetation Index) |
| (BAND5-BAND4)/(BAND5+BAND4) | NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) |
| BAND6/BAND5 | MSI (Moisture Stress Index) |
| BAND5/(BAND4+BAND6) | RAI (Reflectance Absorption Index) |
| (BAND5-BAND4)/(BAND5+BAND4+L)(1+L) | SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) |
| L=1 پوشش گیاهی کم | |

استخراج ارزش‌های طیفی: عمل استخراج ارزش‌های طیفی در محل ۴۸ نمونه در محدوده مورد مطالعه از تمامی باندهای اصلی و مصنوعی در محیط نرم‌افزار ERDAS IMAGINE صورت گرفت. این ارزش‌های طیفی به منظور بررسی همبستگی با کربن آلی سطحی خاک اندازه‌گیری شده در محل نمونه، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث:

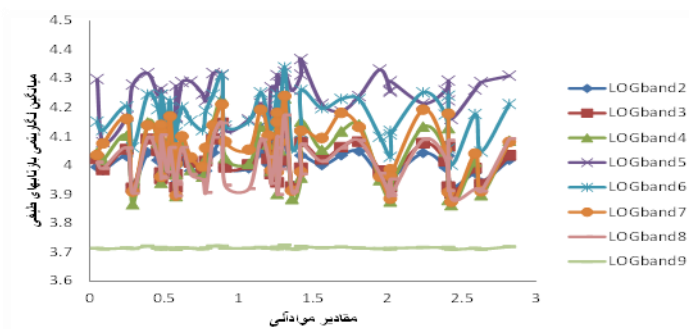
خلاصه نتایج آماری مربوط به کربن آلی نمونه‌های خاک در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که این نتایج نشان می‌دهد، میانگین میزان ماده آلی خاک در منطقه حدود ۱/۲۳ درصد می‌باشد. چولگی را با آزمون کولموگروف-سیمرونوف بررسی کردیم که نشان دهنده‌ی این است که این پارامتر از توزیع نرمال برخوردار است ولی مقدار ضریب تغییرات نشان از تغییرپذیری تقریباً بالای این متغیر در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. به منظور بررسی همبستگی بین مقادیر کربن آلی سطحی خاک و ارزش‌های طیفی خاک در محل مورد مطالعه، تجزیه و تحلیل همبستگی صورت گرفت. نتایج اولیه این تحقیق

نشان داد که بین داده‌های طیفی مورد استفاده و کربن آلی سطحی خاک با استفاده از روش همبستگی پیرسون ارتباط معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۳- پارامترهای توصیفی آماری کربن آلی سطحی خاک در منطقه مورد مطالعه

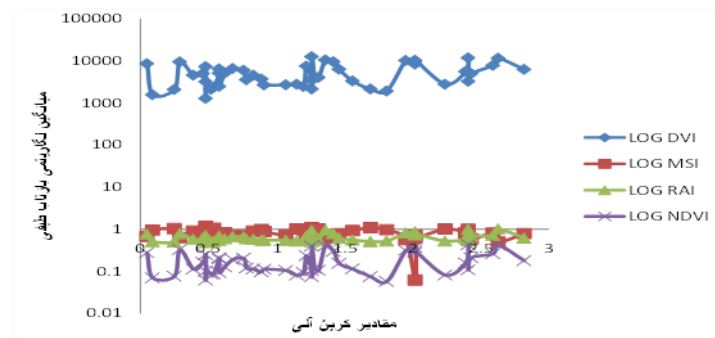
| خصوصیات آماری متغیر | تعداد | میانگین | حداقل | حداکثر | انحراف میار | دامنه تغییرات | چولگی | کشیدگی | ضریب تغییرات |
|---------------------|-------|---------|-------|--------|-------------|---------------|-------|--------|--------------|
| کربن آلی سطحی خاک | ۴۸ | ۱/۲۳ | ۰/۰۵ | ۲/۸۲ | ۰/۷۶ | ۲/۷۷ | ۰/۴۴ | -۰/۹۰ | ۶۱/۵۸ |

نتایج بررسی همبستگی در خصوص ارزش‌های طیفی خاک در باندهای مختلف نشان داد که با استفاده از تست همبستگی پیرسون از بین کل متغیرهای مستقل، فقط باندهای مصنوعی NDVI و RAI و DVI با مقدار کربن آلی سطحی خاک همبستگی خطی معنی‌داری در سطح ۵٪ از خود نشان داده‌اند. این بخش از نتایج با نتایج شتایی و همکاران (۱۳۸۶) تطابق دارد. با این تفاوت که در این مطالعه شاخص RAI با میزان کربن آلی همبستگی دارد و در مطالعه شتایی و همکاران (۱۳۸۶)، شاخص SAVI با ماده آلی همبستگی داشته است و علت هم به نوع منطقه بستگی دارد زیرا منطقه مورد مطالعه در تحقیق شتایی و همکاران (۱۳۸۶) مرتع بوده است و پوشش گیاهی ناچیز بوده است در حالی که منطقه مورد بررسی در این تحقیق دارای پوشش گیاهی بسیار بالا می‌باشد و شاخص SAVI برای مناطقی با پوشش گیاهی کم می‌باشد. شکل‌های ۳ و ۴ به ترتیب ارتباط بین ماده آلی با باندهای طیفی حسگر OLI و مصنوعی را نشان می‌دهد.



شکل ۳- نمودار بازتاب طیفی (لگاریتمی) کربن آلی سطحی خاک در باندهای طیفی حسگر OL

همانطور که شکل شماره ۳ نشان می‌دهد تغییرات از نظم خاصی تبعیت نکرده و هیچ گونه سیر صعودی و یا نزولی مشخصی را از خود نشان نمی‌دهند. بیشترین دامنه تغییرات به باند ۴ (۰/۳۶) و کمترین آن به باند ۹ (۰/۰۱) اختصاص دارد.



شکل ۴- نمودار بازتاب طیفی (لگاریتمی) کربن آلی سطحی خاک در باندهای مصنوعی

در مورد شکل ۴ نیز نظیر شکل ۳، تغییرات از نظم خاصی تبعیت نکرده‌اند. بیش‌ترین و کم‌ترین دامنه تغییرات به ترتیب به شاخص DVI (۱۱۲۴۴) و شاخص NDVI (۰/۳۶) اختصاص دارد. نتایج برازش مدل‌های رگرسیونی چند متغیره بدون حذف داده‌های پرت در سطوح احتمال ۰/۱ و ۰/۵ در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- مدل‌های رگرسیونی چند متغیره برازش داده شده به همراه خصوصیات مربوطه

| رگرسیون | بهترین رابطه رگرسیون | (R*) | (R ² **) | (R ² adj***) | سطح احتمال معنی‌داری |
|-----------------------------|---|-------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| رگرسیون Enter Forward | OC= -55.083+41.038(LogBand2)- 54.671(LogBand3)+10.035(LogBand4)+ 4.805(LogBand5)+12.179(LogBand6)- 5.881(LogBand7)+6.614(LogBand9) | ۰/۵۶۸ | ۰/۳۲۲ | ۰/۲ | ۰/۰۱ |
| | OC= -5.195+4.257(LogRAI)- 2.095(LogNDVI)+1.517(LogDVI)- 0.2(LogMSI) | ۰/۳۶۱ | ۰/۱۳۰ | ۰/۰۴۹ | - |
| | OC= -95.92+39.389(LogBand2)- 53.295(LogBand3)+11.07(LogBand4)- 4.342(LogBand5)+16.725(LogBand6)- 7.238(LogBand7)+18.665(LogBand9)+7. 651(LogRAI)- 4.855(LogNDVI)+4.199(LogDVI)- 0.796(LogMSI) | ۰/۶۱۷ | ۰/۳۸۱ | ۰/۱۹۱ | - |
| | OC= -2.336+0.976(LogDVI) | ۰/۳۳۶ | ۰/۱۱۳ | ۰/۰۹۴ | ۰/۰۵ |

***: ضریب تبیین اصلاح شده

** : ضریب تبیین

*: ضریب همبستگی

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌کنید، در مورد رگرسیون چند متغیره، هنگامی که هیچ گونه داده‌ای حذف نشود دو مدل بهینه از بین مدل‌های برازش داده شده انتخاب شد. که هر دو مدل فقط در سطح ۰/۵، معنی‌دار بوده‌اند. مدل‌های رگرسیون بین مولفه‌های مختلف حاصل از ترکیب باندها و مقدار کربن آلی سطحی خاک توانسته است حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد از کل تغییرات کربن آلی سطحی خاک را توجیه نماید و بقیه تغییرات ممکن است به علت پیچیدگی عوامل جانبی نظیر ناهموازی سطح، تاثیر رطوبت خاک و نوع نمونه‌برداری در منطقه باشد که نیازمند مطالعات آتی می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی :

بعنوان یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان این‌چنین بیان نمود که تصاویر طیفی ماهواره‌ای قابلیت برآورد میزان کربن آلی سطحی خاک را در شرایط مشابه منطقه مورد مطالعه را با دقت بالا دارا نمی‌باشند. با توجه به افزایش روز افزون قابلیت‌های مختلف رادیومتری، طیفی، مکانی و زمانی تصاویر ماهواره‌ای از یک سو و تکمیل و توسعه تکنیک و روش‌های پردازش از سوی دیگر می‌توان انتظار داشت که روزی بتوان از این ابزار برای برآورد میزان کربن آلی خاک در مناطق جنگلی و کشاورزی استفاده نمود که نیاز به تحقیقات بیش‌تر در این زمینه و در شرایط مختلف می‌باشد.

منابع :

شتایی، ش. حسینعلی‌زاده، م. و ایوبی، ش. ا. ۱۳۸۶. بررسی قابلیت داده‌های طیفی سنجنده ETM⁺ در برآورد مقدار ماده آلی سطحی خاک. مجله علمی پژوهشی مرتع، سال اول، شماره اول.



فاطمی، س. و رضائی، ی. ۱۳۹۳. مبانی سنجش از دور. انتشارات دانشگاه بوعلی
فهییم، ز. دلاور، م. ا. و گلچین، ا. ۱۳۹۲. تاثیر نوع پوشش جنگلی بر ذخیره کربن آلی و خصوصیات خاک در جنگل خیرودکنار،
نوشهر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال هفدهم، شماره شصت و سوم.
Chen F.D., Kissel E., West L.T., Rickman, D., Luvall J.C. and Adkins W. 2005. Mapping surface soil organic
carbon for crop fields with remote sensing. Journal of soil and water conservation Ankeny, 60(1): 51-57.
Ingleby H.R. and Crowe T.G. 1999. Reflectance models for predicting organic matter in Saskatchewan soils.
ASAE/ CSAE-SCGR Annual International Meeting, Toronto, Canada, 18-21 July, P. 15.
Iran H.I. and Reis S. 2005. The Need of a parcel based information system to support Agricultural sector. April
16-21, Cairo. Egypt.
Thoma D.P. Gupta S.C. and Bauer M.E. 2004. Evaluation of optical remote sensing models for crop residue
cover. Journal of Soil and Water Conservation Ankeny, 59(5): 224-233.

Prediction of soil organic carbon by using Landsat 8 satellite images in the Gyan plain of Nahavand

P. Abdoli^{1*}, S. S. Hashemi²

M.Sc student and Assistant Prof. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of
Malayer

Email:Parinaz_72@ymail.com

ABSTRACT

This study examines the relationship between soil spectral reflectance of sensor data using Landsat 8 with 48 soil samples in Gyan plains. In addition to the main bands, vegetation indices used for this research. Soil samples were taken randomly. The soil organic carbon was determined in laboratory. The spectral reflectant of the samples on 10 main bands was extracted and processed. Correlation analysis between the original bands and soil organic carbon and also between soil organic carbon and artificial bands carried out. The results showed that vegetation indices DVI, RAI and NDVI had significant linear correlation with soil surface organic carbon content at 5%. With processing multivariate regression types at the level of probability 5% without removing the outliers, the best fit model was selected. The lowest number within models specified to forward regression for one variable that significant at the level of probability 5%. The research showed that satellite spectral data don't have distinct capability for soil organic carbon in this region.

Keywords: Geographic Information System (GIS), Remote Sensing, Organic matter