بررسي قابليت داده‌هاي چند زمانه ماهواره لندست ۷ در برآورد تاج پوشش و توليد گياهي(مطالعه موردي: منطقه استپي بخشعلي نعمتي - ساوه)[۱]

جليل فرزادمهر[۲] حسين ارزاني[۳] علي اكبر نظري سامانی[۴]

چكيده

در طي چند دهه اخير استفاده از شاخص‌هاي گياهي به منظور ارزيابي اكوسيستم‌هاي طبيعي كاربرد فراواني داشته است و اين شاخص‌ها با پارامترهاي گياهي مورد نظر همبستگي خوبي داشته. اما در استفاده از آنها براي يک دوره زماني پيوسته همواره مسايلي را بايد مد نظر قرار داد. از اين رو به منظور بررسي قابليت داده‌هاي رقومي چند زمانه ماهواره لندست، سنجنده **+ETM** در برآورد تاج پوشش و توليد گياهي داده‌هاي ماهواره‌اي لندست ۷ مربوط به سالهاي مختلف منطقه استپي در استان مركزي مورد تجزيه و تحليل قرار گرفت. در اين تحقيق اطلاعات مربوط به تاج پوشش گياهي و توليد فرم‌هاي مختلف رويشي متعلق به ۶۰ پلات دو مترمربعي جمع‌آوري شد.

عمل تطابق هندسي داده‌هاي ماهواره‌اي با استفاده از نقاط كنترل زميني و با خطاي هندسي كمتر از ۰/۵ پيكسل انجام گرديد. سپس به منظور حذف آثار مربوط به وضعيت هندسي نظاره و يكسان كردن شرايط تصويربرداري در سال‌هاي مختلف تصحيح راديومتري انجام شد و ارزش رقومي هرپيكسل به بازتاب طيفي تبديل شد. در ادامه شاخص‌هاي گياهي مناسب مناطق خشک و شاخص‌هاي تصحيحات اتمسفري ايجاد شد و مقادير بازتاب طيفي در محل قطعات نمونه‌برداري استخراج گرديد. نتايج حاصل از بررسي روابط همبستگي بين متغييرهاي گياهي و بازتاب‌هاي طيفي و شاخص هاي گياهي نشان دهنده همبستگي معني‌دار بين باندهاي طيفي **ETM5** و **ETM7**، شاخص‌هاي **$TSAVI_1$**، **GEMI** و **ARVI**. با تاج پوشش و توليد فرم‌هاي مختلف رويشي بود. در اين ميان شاخص **GEMI** با ضرايب همبستگي ۰/۴۳، ۰/۵۹، ۰/۶۳ و ۰/۵۵ همبستگي بالاتري را به ترتيب با تاج پوشش گندميان، بوته‌اي‌ها، تاج پوشش و توليد كل در بين شاخص‌هاي گياهي نشان داد. با تكيه بر نتايج حاصل از اين تحقيق مي‌توان استنتاج نمود كه كاربرد بازتاب طيفي در هنگام كاربرد تصاوير چند زمانه براي برآورد تاج پوشش گياهي و توليد در مناطق خشک از دقت بالاتري بر خوردار است، همچنين استفاده از شاخص‌هاي تصحيحات اتمسفري **(GEMI)** براي كم كردن تغييرات شرايط اتمسفري در سال‌هاي مختلف ضروري به نظر مي‌رسد.

واژه‌هاي كليدي: لندست ۷، تاج پوشش گياهي، توليد كل، سنجش از دور، سنجنده **+ETM**، بازتاب طيفي، شاخص‌هاي گياهي و ساوه.

---

[۱]-تاريخ دريافت:۸۳/۳/۲۵ تاريخ پذيرش:۸۴/۴/۲۷

[۲]- استاديار دانشكده كشاورزي دانشگاه بيرجند**(E-mail: Farzadm102000@yahoo.com)**

[۳]- دانشيار دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران

[۴]- دانشجوي دكتري آبخيزداري دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران

مقدمه

گستردگي سطح منابع طبيعي(به خصوص اراضي مرتعي) و وجود تنوع گسترده اقليمي، زيستي و شرايط محيطي همواره عامل محدود كننده‌اي در شناخت اين عرصه‌ها بر پايه پيمايش‌ها و اندازه‌گيري‌هاي زميني به شمار مي‌آيد. با توجه به اينكه در مديريت اينگونه اراضي نياز به شناخت اجزاي واحد اكوسيستم و اندازه‌گيري مشخصه‌هاي گياهي با صرف هزينه‌ها و زمان كمتر از اجزاي لاينفک به حساب مي‌آيد، بنابراين بكارگيري ابزارها ، روش‌هاي و فناوري‌هاي جديد مانند داده‌هاي رقومي حاصل از سنجنده‌ها در دهه‌هاي اخير همواره در برنامه‌كاري متخصصان قرار گرفته است (ويلسون به نقل ازZhou ۱۹۹۸ و ارزاني ۱۳۷۶).

داده‌هاي ثبت شده توسط سنجنده‌ها حاصل انرژي الكترو مغناطيسي باز تابيده شده از سوي پديده‌هاي زميني مي‌باشد كه بخش كوچكي از طيف گسترده تابش كاهنربايي را شامل مي‌شوند (طاهركيا، ۱۳۷۵). در هر صورت براي استفاده از اين داده‌ها در شناخت و ارزيابي عرصه‌هاي مرتعي بايد تاثير عواملي چون توپوگرافي، بازتاب خاک زمينه، آثار اتمسفري و ساير عوامل شناخته شده تا حد امكان كاهش داده شود(ليلساند و كيفر، به نقل از فرزادمهر، ۱۳۸۳).

مقادير ارزش رقومي[۱] ثبت شده به وسيله سنجنده بيانگر مقدار نسبي بازتابش از سطح زمين است. معمولاً مي‌توان از ارزش‌هاي رقومي (DN) ثبت شده در سنجنده‌ها براي پردازش تصاوير ماهواره‌اي براي كاربري‌هاي مختلف استفاده كرد كه اين كاربرد خالي از اشكال نيست زيرا ارزش‌هاي رقومي ثبت شده توسط سنجنده‌ها از يك پديده معين، تحت تاثير زاويه ديد، موقعيت و زاويه خورشيد، شرايط آب و هوايي و... قرار مي‌گيرد و در زمان‌هاي مختلف متفاوت مي‌باشد. بنابراين بسيار مفيد خواهد بود كه در پردازش تصاوير ماهواره‌اي براي كاربري‌هاي مختلف كمي و كيفي، ارزش‌هاي رقومي (DN) را به واحدهاي بازتاب طيفي[۲] تبديل شوند و بازتاب واقعي پديده‌ها در تجزيه و تحليل‌ها مورد استفاده قرار گيرد. مزيت اين تبديل عبارتند از:۱ـ امكان مقايسه مقادير مختلف بازتاب طيفي پديده‌ها بين تصاوير چند زماني[۳](۹)،۲ـ ايجاد و بهره‌گيري از كتابخانه طيفي[۴] پديده‌هاي زميني و بازتاب واقعي[۵] پديده‌ها و۳ـ اساساً ايجاد شاخص‌هاي گياهي بر اساس مقادير بازتاب واقعي پديده‌هاي زميني مي‌باشد.

كافمن[۶] (۱۹۸۹) و پرايس[۷] (۱۹۸۷) با حذف آثار اتمسفري و تصحيحات راديو متري مربوط به ضرايب كاليبراسيون سنجنده ماهواره لندست مقادير ارزش رقومي را به بازتاب طيفي تبديل نموده و بيان داشته كه شاخص‌هاي حاصل از اين تبديل به وضوح روابط بهتري را با پارامترهاي كمي پوشش گياهي از يک سو و پايش دقيق‌تر عرصه‌هاي داراي پوشش گياهي در زمان‌هاي مختلف ارايه نموده است.

در مجموع لازم به ذكر است كه شاخص‌هاي گياهي حاصل از تركيب باندهاي طيفي سنجنده‌هاي ماهواره‌اي، ارتباط خوبي با تراكم شاخ و برگ گياهان نشان مي‌دهند. اما بايد توجه داشت كه شاخص‌هاي گياهي به سه فاكتور خارجي زاويه تابش خورشيد، آثار خاک زمينه و تاثيرات اتمسفري حساسيت نشان مي‌دهند و رفتار كلي شاخص‌هاي گياهي به سه فاكتور خارجي فوق الذكر بسيار پيچيده است(۸و۱۰).

با توجه به موارد فوق و اهميت كاربرد داده هاي چند زمانه براي بررسي هاي كمي و كيفي پوشش گياهي مرتعي از سوي ديگر،تحقيق فوق با هدف بررسي قابليت و كاربرد داده‌هاي چند زمانه ماهواره لندست۷ (سنجنده +ETM) جهت بررسي پوشش گياهي مراتع منطقه استپي بخشعلي نعمتي در استان مركزي انجام شد.

۱- Digital Number
۲- Spectral Units (Radiance)
۳- Multi Temporal
۴- Spectral Libraries
۵-Reflectance
۶-Kaufman
۷-Price

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در محدوده شهرستان ساوه در استان مرکزي در منطقه استپي واقع شده است و محدوده جغرافيايي آن بين طول ′۴۰ ,°۵۰ تا ′۴۳ ,°۵۰ طول شرقي و ′۲۵ ,°۳۵ تا ′۲۸ ,°۳۵ عرض شمالي مي‌باشد. ميانگين ارتفاع ، دماي روزانه و بارندگي سالیانه منطقه به ترتيب۱۳۲۵ متر از سطح دريا، $15/2^{\circ}c$ و ۲۰۰میلیمتر مي‌باشد. پوشش گياهي منطقه متشكل از بوته‌اي‌ها، فورب‌هاي دايمي و گندميان مي‌باشد. تيپ گياهي غالب دراين منطقه

Artemisia sieberi-Salsola rigida بوده و گونه‌هاي زير به عنوان گونه‌هاي همراه قابل ذكر است:

Noaea mucronata, Acanthophyllum microcephallum, Astragalus gossypinus, Stipa arabica, Stachys inflata

داده‌هاي مورد استفاده

۱- داده‌هاي سنجنده +ETM ماهواره لندست هفت در شش باند طيفي مربوط به منطقه ساوه با شماره گذر۱۶۵ و رديف ۳۶ مربوط به سال‌هاي ۱۳۷۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ هجري شمسي. اندازه عناصر تصوير اين داده‌ها در باندهاي يک تا پنج و باند هفت معادل ۳۰ متر و در باند طيفي pan معادل ۱۵ متر مي‌باشد.

۲ـ نقشه‌هاي توپوگرافي رقومي با مقياس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداري كشور با فرمت DGN براي تعيين نقاط كنترل زميني وعمل تطابق هندسي تصاوير.

۳ـ داده‌هاي زميني اندازه‌گيري شده در عرصه شامل تاج پوشش گياهي و توليد.

روش كار

۱- اندازه‌گيري‌هاي صحرايي

اندازه‌گيري تاج پوشش گياهي و توليد در مناطق معرف تيپ‌هاي گياهي و در قالب۶۰ پلات ۲متر مربعي درطول ۴ ترانسكت موازي انجام گرفت. همچنين مختصات نمونه‌ها توسط دستگاه مكان ياب(GPS) ماژلان زوجي كه يكي در روي نقطه مرجع و ديگري به صورت همراه مي‌باشد اندازه‌گيري شد. در داخل هر پلات درصد پوشش گونه‌ها در فرم‌هاي رويشي بوته‌اي‌ها، فورب‌ها و گندميان به تفكيک گونه اندازه‌گيري شد. همچنين درصد سنگ و سنگريزه لاشبرگ و خاک لخت بر آورد شد. براي اندازه‌گيري توليد از روش ارزاني (۱۹۹۴) و بر اساس نمونه‌گيري مضاعف استفاده شد. اندازه‌گيري‌هاي صحرايي در سال ۱۳۷۸ توسط كارشناسان «طرح ملي ارزيابي مراتع در مناطق مختلف آب و هوايي ايران» انجام شده بود كه برداشت اطلاعات زميني در سالهاي ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به همان روش توسط محقق انجام شد.

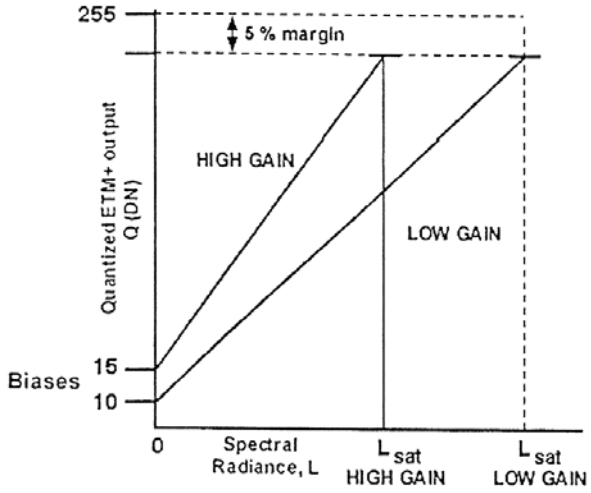
۲- تطابق هندسي و تصحيح راديومتري[1] تصاويرماهواره‌اي

عمل تطابق هندسي تصاوير مربوط به سال ۱۳۸۰ به روش استفاده از نقاط كنترل زميني و نقشه هاي توپو گرافي رقومي با خطاي هندسي كمتر از نيم پيكسل (RMSE=۰/۴) و به روش نزديكترين همسايه با اندازه تفكيک مكاني معادل ۵*۵ مترانجام شد. عمل تطابق هندسي تصاوير ماهواره‌اي سال‌هاي ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ به روش تطابق تصوير به تصوير[2] و با استفاده از تصوير تطابق شده سال ۱۳۸۰ (به عنوان تصوير مبنا) انجام شد.

چون ارزش‌هاي رقومي (DN) ثبت شده از يک پيكسل معين در سال‌هاي مختلف، تحت تاثير زاويه ديد، موقعيت و زاويه خورشيد و شرايط اتمسفري قرار مي‌گيرد بنابراين در صورت كاربرد تصاوير چند زمانه لازم است خطاهاي موجود رفع گردد(۷). در تصاوير موجود نيز با بررسي دقيق فايل حاوي را اطلاعات كمكي داده‌هاي ماهواره‌اي سال‌هاي ۱۳۷۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ ملاحظه شد كه باندهاي طيفي در سال‌هاي فوق در حالت‌هاي مختلف تابع تبديل بازتابش ثبتي(Low gain و High gain)، به ارزش رقومي تصويربرداري شده است (شكل ۱). به طوري‌كه باند طيفي ETM4 در سال‌هاي ۱۳۷۹ و۱۳۸۰ به حالت تابع Low و در سال ۱۳۷۸ به حالت تابع High تبديل شده است.

۱- Radiometric Correction

۲- Image to Image



شكل۱- محدوده توابع Low Gain و High Gain در تصاوير سنجنده +ETM(Lillsand &Kiefer ۱۹۹۴)

از آنجـايي كـه در صـورت تفـاوت در حالـت تصويربرداري، ارزش‌هاي رقومي براي يـک پيکسـل خـاص متفاوت بوده بنابراين تركيب حالات تصـويربرداري low و high كه داراي مدلهاي متفاوتي براي تعيين ارزش رقومي يک پيكسل خـاص مـي‌باشـند معقـول و منطقـي بـه نظـر نمي‌رسد (۸).

بـراي انجـام تصـحيح راديـو متـري در اولـين گـام ارزش‌هاي رقومي به تابش طيفي[۱] تبديل مي‌شـود كـه ايـن عمـل بـا اسـتفاده از ضـرايب كاليبراسـيون سـنجنده و بـا استفاده از رابطه زيرصورت مي‌گيرد:

$$Y = Gain*DN + Offset \qquad (۱)$$

كه در آن Y تابش طيفي(بـه $Wm^{-۲}Ster^{-۱}\mu m^{-۱}$)، DN ارزش رقومي پيكسل (۰ تـا۲۵۵) و Gain و Offset ضرايب كاليبراسيون سنجنده مي‌با شند.

در مرحله بعد مطابق رابه زير مقدار تابش طيفي بـه بازتاب بازتاب طيفي[۲] تبديل مي شود(۸و۱۳).

$$\rho = \frac{\pi L d^{۲}}{Esun.\cos(SZ)} \qquad (۲)$$

كه در آن: ρ = بازتاب طيفي پديده، π = ۳/۱۴وL = كـل تابش اندازه‌گيري شده در سنجنده كه از فرمول(۱) محاسبه شده و d = فاصله خورشيد زمين در واحد فضايي[۳] مي‌باشد

با تبديل مقادير تابش طيفي به بازتاب طيفي آثار مربوط به تغيير شرايط نوردهي[۴]، فصل، عرض جغرافيـايي، شـرايط آب و هوايي روي تصاوير حذف مي‌گـردد و نتيجـه حاصـل نسبت استاندارد شده‌اي است كه مسـتقيما جهـت مقايسـه بازتـاب پديـده‌هـا بـين تصـاوير مختلـف و يـك تصـوير در زمانهاي متفاوت قابل كاربرد است.كليه مراحل فوق در نـرم افزار ENVI قابل انجام است.

۳- محاسبه شاخص‌هاي گياهي مورد استفاده:

پـس از تطـابق هندسـي و انجـام تصـحيح راديـومتري، شاخص‌هاي مختلف طيفي ايجاد گرديد. با توجه بـه انجـام اين تحقيق در مناطق خشـک سـعي شـد از شـاخص‌هـاي گياهي مناسب مناطق خشک كه اثر بازتاب خاک زمينـه را تا حد امكـان كـاهش مـي‌دهنـد اسـتفاده گرديـد(۵و۱۵). همچنين بـا توجـه بـه اينكـه كـاربرد اطلاعـات مـاهواره‌اي سال‌هاي ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰ با هم مـد نظـر بـود. بـراي يكسان كردن شرايط اتمسفري سعي شـد از شـاخص‌هـاي تصحيحات اتمسفري كه شرايط متفاوت اتمسفري را تا حد امكان كاهش مي‌دهنـد، اسـتفاده گـردد(۷). رابطـه و نـوع شاخص‌هاي مورد استفاده مطابق جدول (۱) مي‌باشد.

۱-Radiance
۲- Reflectance
۳- Astronomial Unit
۴- Illumination

جدول۱- رابطه و نوع شاخص هاي مورد استفاده

شاخص	رابطه
ARVI (کافمن وتانر ۱۹۹۲)	$ARVI = (NIR - RB)/(NIR+RB)$ NIR = باند طیفی مادون قرمز نزدیک و RB = حاصلضرب باند طیفی قرمز و باند طیفی آبی
GEMI (پینتی و وستریت ۱۹۹۲)	$GEMI = \frac{\eta(1-0.25)-(R-0.125)}{1-R}, \eta = \frac{\left[2(NIR^2-R^2)+1.5NIR+0.5R\right]}{(NIR+R+0.5)}$ R بازتاب در باند قرمز
Tsavi۱ (بارت و همکاران ۱۹۹۳)	$(a*(ETM4-(a*ETM3)-b)) \Big/ (ETM3+(a*ETM4)-(a*b))$ a = شیب معادله خط خاک وb = عرض از مبدأ معادله خط خاک
Tsavi۲ (بارت و همکاران۱۹۹۳)	$\left\{(a*(ETM4-(a*ETM3)-b)) \Big/ (ETM3+(a*ETM4)-(a*b)+X(1+a^2))\right\}$ برای کاهش اثر خاک، مقدار X به طور تجربی معادل 0.08 به دست آمده است
Msavi (کای و همکارن ۱۹۹۴)	$MSAVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED+L}(1+L)$ a = شیب معادله خط خاک NIR = بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و RED = بازتاب در باند طیفی قرمز L= تابع تجربی فاکتور تصحیح اثر درخشندگی خاک که با کاهش مقدار پوشش گیاهی، کاهش می‌یابد.
Savi(هیوت ۱۹۸۸)	$SAVI = \frac{(NIR-RED)(1+L)}{(NIR+RED+L)}$ L فاکتور تصحیح خاک به صورت زیر می باشد: پوشش انبوه =۰/۲۵, پوشش تنک = ۱ودر پوشش نیمه انبوه =۰/۵

۴-تجزیه و تحلیل آماري

براي بررسي روابط همبستگي و انتخاب مدل‌هاي مناسب، ابتدا هر یک از متغیرهاي مربوط به مشخصه هاي گیاهي اعم از درصد تاج پوشش گندمیان، بوته‌اي‌ها، فورب‌ها و تولید کل به عنوان متغیر وابسته (Y) و مقادیر استخراج شده بازتاب طیفي باندهاي طیفي و شاخص‌هاي گیاهي در محل قطعات نمونه‌برداري، به عنوان متغیر مستقل (X) وارد نرم افزارآماري SPSS گردید و نتایج استخراج گردید. براي انتخاب مدل مناسب از دو آماره[1] ضریب همبستگي (r) و اشتباه معیار (SE) استفاده گردید. اشتباه معیار از آن جهت مورد توجه قرار گرفت که در شرایط یکسان بودن ضرایب همبستگي ارجحیت به معادله‌اي داده شود که اشتباه معیار کمتري داشته باشد.

نتایج

بر اساس نوع باند طیفي یا شاخص‌هاي گیاهي مورد استفاده در این تحقیق، نتایج آنالیز رگرسیون بین مشخصه‌هاي کمي (تاج پوشش گیاهي و تولید) و باند طیفي یا شاخص گیاهي به شرح زیر است.

۱ـ آنالیز باندها و نسبت هاي طیفي **ETM1** تا **ETM5** و **ETM7** با مشخصه‌هاي گیاهي

نتایج حاصل از اعمال رگرسیون ساده بین مقادیر بازتاب طیفي حاصل از باندهاي اصلي و مشخصه‌هاي گیاهي در محل قطعات نمونه حاکي از آن است که باندهاي طیفي **ETM4**، **ETM5** و **ETM7** روابط معني‌داري با مشخصه‌هاي گیاهي نشان دادند که از بین آنها باند طیفي **ETM5** و**ETM7** رابطه همبستگي بالاتري را نشان داده،در این بین باند **ETM5** با ضرایب همبستگي ۰/۴۲ و

۱-Statistics

۰/۴۶ رابطه معني‌داري را به ترتيب با تاج پوشش بوته‌اي‌هـا و تاج پوشـش کـل نشـان داده اسـت. ضـرايب همبسـتگي گروه‌هاي ديگر گياهي نيز با باند طيفي **ETM5** نسبت بـه باندهاي طيفي ديگر بيشتر است.

در گروه شاخص هاي نسبتي، شاخص **Ratio25** نيز که حاصل ترکيـب بانـد طيفـي **ETM5** و **ETM7** اسـت روابط معني‌داري را با گروه‌هاي مختلف گيـاهي نشـان داده است.

جدول ۲- بهترين نتايج حاصل از روابط رگرسيون خطي ساده بين باندهاي طيفي و شاخص‌هاي گياهي با پوشش و توليد گروه‌هاي مختلف گياهي

تعداد نمونه	باند طيفي	متغير وابسته (مشخصه‌هاي کمي اندازه‌گيري شده)	رابطه رگرسيون	ضريب همبستگي (R)	ضريب تعيين اصلاح شده Adjusted R^2	اشتباه برآورد (معيار خطاي برآورد)	سطح احتمال معني‌داري ۱٪	سطح احتمال معني‌داري ۵٪
۶۰	ETM4	پوشش گندميان	۱۷/۲+۹/۲*ETM4	۰/۲۹	۰/۰۷	۴/۳	-	+
		پوشش فورب‌ها	۶۸/۵+۲/۵*ETM4	۰/۲۶	۰/۰۵	۴/۶	-	+
		پوشش بوته‌ايها	۳۲+۲۳/۸*ETM4	۰/۳۶	۰/۱۱	۵	-	+
		پوشش کل	۱۳/۳+۵/۳*ETM4	۰/۳۲	۰/۰۹	۳/۵	-	+
		توليد کل	۳۸+۲/۵*ETM4	۰/۲۷	۰/۰۵	۶/۵	-	+
۶۰	ETM5	پوشش گندميان	۵۴/۴-۱/۱۲*ETM5	۰/۳۱	۰/۰۷	۳	-	+
		پوشش فورب‌ها	۱۴/۸-۰/۵*ETM5	۰/۳۷	۰/۱۱	۲/۵	-	+
		پوشش بوته‌ايها	۴۵-۱۳/۸*ETM5	۰/۴۲	۰/۱۶	۴	-	+
		پوشش کل	۳۲/۱-۱۶/۵*ETM5	۰/۴۶	۰/۱۹	۳/۵	-	+
		توليد کل	۱۱۲/۸-۰/۰۵*ETM5	۰/۲۵	۰/۰۵	۶/۸	-	+
۶۰	ETM7	پوشش گندميان	۲/۵-۲/۸*ETM7	۰/۲۸	۰/۰۵	۴	-	+
		پوشش فورب‌ها	۹/۵-۴/۲*ETM7	۰/۳۷	۰/۱۳	۴/۲	-	+
		پوشش بوته‌ايها	۵/۳-۶/۸*ETM7	۰/۴۰	۰/۱۲	۳/۸	-	+
		پوشش کل	۱۵/۹-۲/۷*ETM7	۰/۴۳	۰/۱۶	۳	-	+
		توليد کل	۲۰/۸-۴/۵*ETM7	۰/۲۶	۰/۰۵	۵/۹	-	+
۶۰	Ratio25	پوشش گندميان	۱۴/۵+۲۰/۸*Ratio25	۰/۲۷	۰/۰۶	۳/۵	-	+
		پوشش فورب‌ها	۱۱/۷+۱۱/۲*Ratio25	۰/۳۱	۰/۰۷	۲/۵	-	+
		بوته‌ايها	۵۴/۴+۲/۸*Ratio25	۰/۳۷	۰/۱۱	۴/۸	-	+
		پوشش کل	۱۰/۸+۴۵/۳*Ratio25	۰/۴۳	۰/۱۶	۶/۲	-	+
		توليد کل	۱۱/۴+۵/۹*Ratio25	۰/۲۵	۰/۰۵	۷/۸	-	+

۲ـ آناليزهمبستگي بين شاخص‌هاي مناسب منـاطق خشک با مشخصه‌هاي گياهي

نتايج بررسي روابط همبستگي در اين گروه نشان مـي‌دهـد که از بين شاخص‌هاي مناسب مناطق خشک شـاخص‌هـاي **SAVI**، **TSAVI**، **MSAVI** روابـــط معنـــي‌دار بـــا گروه‌هاي مختلف گياهي نشان داده‌اند. در اين ميان شاخص **TSAVI**$_1$ ضرايب همبستگي معني‌داري را بـا گـروه‌هـاي مختلف گياهي دارد. به‌طوري که ايـن شـاخص بـا ضـرايب همبستگي ۰/۵۲ و ۰/۵۷ همبستگي بالاتري را به ترتيب بـا تاج پوشش بوته‌اي‌هـا و تـاج پوشـش گيـاهي کـل دارد. در گروه تاج پوشش گندميان و تاج پوشش فـورب‌هـا شـاخص **MSAVI** به ترتيب بـا ضـرايب همبسـتگي ۰/۳۶ و ۰/۳۹ روابط معني‌دارتري را نشان داده است. در مورد توليـد کـل نيز شاخص **MSAVI** با ضريب همبستگي ۰/۳۸ بهتـرين

رابطـه معنـي‌دار را در بـين شـاخص‌هـاي مناسـب منـاطق خشک نشان داده است (جدول ۳).

جدول (۳) بهترين نتايج حاصل از روابط رگرسيون خطي ساده بين شاخص‌هاي گياهي مناسب مناطق خشک با پوشش و توليد گروه‌هاي مختلف گياهي

تعداد نمونه	باند طيفي	متغير وابسته (مشخصه‌های کمی اندازه‌گيری شده)	رابطه رگرسيون	ضريب همبستگی (R)	ضريب تعيين اصلاح شده Adjusted R^2	اشتباه برآورد (معيار خطای برآورد)	سطح احتمال معنی‌داری (درصد) ۱	سطح احتمال معنی‌داری (درصد) ۵
۶۰	SAVI	پوشش گندميان	۷/۱۹+۰/۲۵*SAVI	۰/۳۲	۰/۰۹	۴/۲	-	+
		پوشش فورب‌ها	۵/۹۳+۰/۱۲*SAVI	۰/۳۸	۰/۱۳	۳/۷	-	+
		پوشش بوته‌ايها	-۲۴/۱+۴۵*SAVI	۰/۴۵	۰/۲۰	۵/۵	+	+
		پوشش کل	-۱۱/۳+۰/۰۷*SAVI	۰/۴۹	۰/۲۱	۴/۸	+	+
		توليد کل	-۲۵/۷+۲/۱*SAVI	۰/۳۰	۰/۰۸	۶/۵	+	+
۶۰	$TSAVI_1$	پوشش گندميان	۷/۷۵+۰/۲۴*$TSAVI_1$	۰/۳۲	۰/۵۹	۳/۵	-	+
		پوشش فورب‌ها	۵/۹۷+۰/۱۳*$TSAVI_1$	۰/۲۸	۰/۰۵	۴/۲	-	+
		پوشش بوته‌ايها	-۴/۵+۰/۴۱*$TSAVI_1$	۰/۵۲	۰/۲۱	۴/۵	-	+
		پوشش کل	-۹/۸+۰/۶۷*$TSAVI_1$	۰/۵۷	۰/۳۲	۴/۲	+	+
		توليد کل	۶+۲۲/۶*$TSAVI_1$	۰/۳۶	۰/۱۱	۷/۵	+	+
۶۰	MSAVI	پوشش گندميان	۶/۵+۱/۱۶*MSAVI	۰/۳۶	۰/۱۱	۳/۵	+	+
		پوشش فورب‌ها	۵/۴۳+۰/۰۸*MSAVI	۰/۳۹	۰/۱۲	۲/۸	-	+
		پوشش بوته‌ايها	-۱۳/۸+۰/۴۵*MSAVI	۰/۴۱	۰/۱۵	۳/۵	-	+
		پوشش کل	۳۲/۲+۱/۳*MSAVI	۰/۵۲	۰/۲۱	۴	-	+
		توليد کل	۱۹/۶+۰/۲۲*MSAVI	۰/۳۸	۰/۱۲	۶/۵	-	+

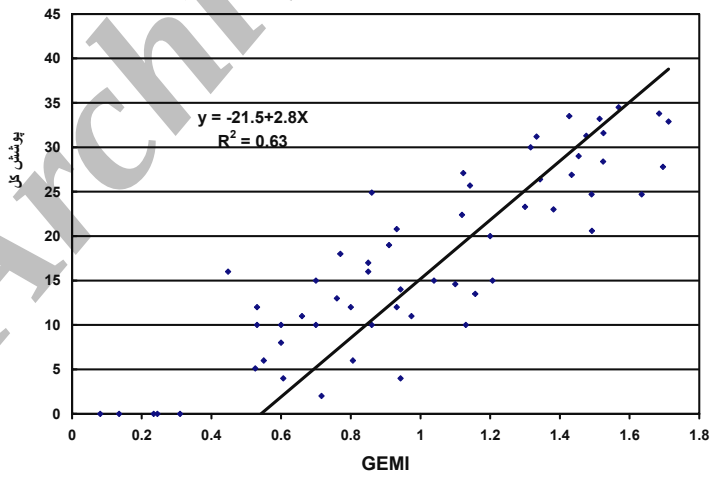
۳ـ آنـاليز همبسـتگي بـين شـاخص هـاي اتمسـفري و مشخصه‌هاي گياهي

نتايج بررسي روابط همبستگي در اين گروه نشان مـي‌دهـد که از بين سه گروه باندهاي طيفي، شـاخص‌هـاي مناسـب مناطق خشک و شاخص‌هاي اتمسفري، ضرايب همبسـتگي در گروه شاخص‌هاي اتمسفري نسبت بـه گـروه‌هـاي ديگـر بالاتر مي‌باشد. از بين شاخص‌هاي اتمسـفري شـاخص‌هـاي GEMI, ARVI و $TSARVI_1$ روابط معني‌دار بـا ضـرايب همبستگي بالاتر با گروه‌هاي مختلف گياهي نشـان داده‌انـد.

در اين ميان شاخص GEMI با ضـرايب همبسـتگي ۰/۴۳، ۰/۵۹، ۰/۶۳ و ۰/۵۵ همبستگي بالاتري را به ترتيب با تـاج پوشش گندميان، بوته‌ای‌ها، تاج پوشـش کـل و توليـد کـل نشان داده است (شکل۲). در گروه تـاج پوشـش فـورب‌هـا شـاخص ARVI بـا ضـرايب همبسـتگي ۰/۶۰ همبسـتگي بالاتري با ايـن گـروه نشـان داده اسـت. روابـط همبسـتگي گروه‌هاي مختلف گياهي با شاخص‌هاي اتمسفري در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴- بهترين نتايج حاصل از روابط رگرسيون خطي ساده بين شاخص‌هاي اتمسفري باپوشش و توليد گروه هاي مختلف گياهي

تعداد نمونه	باند طيفي	متغير وابسته (مشخصه‌هاي كمي اندازه‌گيري شده)	رابطه رگرسيون	ضريب همبستگي (R)	ضريب تعيين اصلاح شده $Adjusted\ R^2$	(معيارخطاي برآورد)	سطح احتمال معني‌داري (درصد)	
							۱	۵
۶۰	ARVI	پوشش گندميان	۱۲/۵-۴۵/۸*ARVI	۰/۳۵	۰/۰۹	۳	-	+
		پوشش فورب‌ها	۲۳-۲۲/۸*ARVI	۰/۶۰	۰/۳۴	۳/۹	+	+
		پوشش بوته‌اي‌ها	۱۳/۸-۹۷/۹*ARVI	۰/۵۵	۰/۲۸	۴/۷	+	+
		پوشش كل	۴۵-۸۷/۸*ARVI	۰/۶۱	۰/۳۵	۲/۸	+	+
		توليد كل	۱۴/۸-۵۴/۹*ARVI	۰/۴۰	۰/۱۲	۸/۵	-	+
۶۰	GEMI	پوشش گندميان	-۱۲/۵+۰/۴۵*GEMI	۰/۴۳	۰/۱۵	۵/۵	-	+
		پوشش فورب‌ها	-۴/۹+۰/۰۴*GEMI	۰/۵۲	۰/۲۱	۳/۸	+	+
		پوشش بوته‌اي‌ها	-۱۱/۴+۰/۸۷*GEMI	۰/۵۹	۰/۳۲	۴/۵	+	+
		پوشش كل	-۲۱/۵+۲/۸*GEMI	۰/۶۳	۰/۳۸	۳/۵	+	+
		توليد كل	-۳۹+۰/۱۵*GEMI	۰/۵۵	۰/۲۸	۷/۷	+	+
۶۰	$TSARVI_1$	پوشش گندميان	۱۲/۵+۵۵/۸*$TSARVI_1$	۰/۳۷	۰/۱۱	۳	-	+
		پوشش فورب‌ها	۱۷/۵+۱۳/۵*$TSARVI_1$	۰/۵۳	۰/۲۶	۴	+	+
		پوشش بوته‌اي‌ها	۹/۸+۴۵/۵*$TSARVI_1$	۰/۶۲	۰/۳۶	۴/۵	+	+
		پوشش كل	۳۳/۸+۱۴/۵*$TSARVI_1$	۰/۵۶	۰/۳۱	۴/۷	+	+
		توليد كل	۵۴/۵+۸/۹*$TSARVI_1$	۰/۳۹	۰/۱۲	۶/۸	-	+



شكل ۲- ربطه همبستگي بين شاخص GEMI و درصد تاج پوشش كل

بحث و نتيجه گيري

همانطور كه از نتايج دريافت مي‌شود به‌طور كلي مي‌توان گفت بين داده‌هاي رقومي حاصل از سنجنده +ETM ماهواره لندست و تاج پوشش گياهي و توليد در منطقه مورد مطالعه روابط معني‌داري وجود دارد، به‌طوري كه در بين باندهاي طيفي، باند هاي ETM۵ و ETM۷ روابط معني‌داري را با همبستگي بالاتر نشان داده‌اند. از آنجايي كه جذب در ناحيه مادون قرمز مياني با مقدار رطوبت برگ‌ها و شاخه‌ها ارتباط دارد و هرچه مقدار رطوبت اندام‌ها بيشتر باشد مقدار جذب بيشتر است لذا با توجه به ويژگي گياهان مناطق خشک و نيمه خشک كه مقدار رطوبت اندام‌ها كه مي‌باشد و مقدار جذب در ناحيه مادون قرمز مياني كم است بنابراين بازتاب نور مادون قرمز مياني در گياهان مناطق خشک و نيمه خشک بالاست به‌طوري كه اين بازتاب روابط معني‌داري را بين تاج پوشش گياهي و باز تاب طيفي باندهاي ETM۵ و ETM۷ به‌وجود آورده است. تحقيقات چاوز و مكينون[1] (۱۹۹۴) اين مطلب را تاييد مي‌نمايد. در گروه شاخص‌هاي مناسب مناطق خشک نيز شاخص‌هاي MSAVI, SAVI و $TSAVI_1$ همبستگي بيشتري را با تاج پوشش و توليد گروه‌هاي مختلف دارند. شاخص‌هاي فوق كه به شاخص‌هاي گروهSAVI معروف مي‌باشند و در مناطق خشک و نيمه خشک كه به علت اثر سايه ايجاد شده توسط اندام‌هاي هوايي و جذب نور قرمز توسط برگ‌ها و ساقه‌ها (با وجود اينكه روشنايي سطح خاک زياد مي‌باشد) شاخص‌هاي اين گروه توانايي خوبي در برآورد مقادير كم پوشش گياهي دارند (۸و۹). در بين شاخص‌هاي گروه SAVI شاخص $TSAVI_1$ همبستگي بهتري را با مشخصه‌هاي گياهي نشان داده است. طبق تحقيقات بارت و همكاران (۱۹۹۳)، علت اين امر كم شدن اثر بازتاب خاک زمينه از طريق اعمال نمودن ضريب اصلاحي L مي‌باشد. بنابراين اين شاخص يكي از شاخص‌هاي مناسب براي مناطق نيمه خشک مي‌باشد ($TSAVI_1$ مخصوصاً براي مناطق نيمه خشک به وجود آمده است و در مناطقي كه پوشش گياهي متراكم است اين شاخص نتايج قابل اعتمادي ندارد).

در گروه شاخص‌هاي اتمسفري كه در اين تحقيق بالاترين ضرايب همبستگي را با پارامترهاي گياهي دارند شاخص‌هاي GEMI, ARVI و $TSARVI_1$ براي برآورد تاج پوشش گياهي و توليد در مناطق خشک هنگام كاربرد داده‌هاي چند زمانه قابل توصيه است. شاخص‌هاي فوق كه تحت عنوان شاخص‌هاي مقاوم به آثار اتمسفري نامگذاري مي‌شوند علاوه بر توانايي كاهش دادن آثار درخشندگي خاک در مناطق با پوشش پراكنده، آثار اتمسفري را نيز تا حد امكان كاهش مي‌دهند (۱۱). در اين گروه شاخصGEMI به دليل ماهيت رابطه آن (از طريق اعمال نمودن ضريب اصلاحي η) سبب ايجاد خاصيت شفاف بودن و كم اثر پذير بودن آن نسبت به اتمسفر مي‌گردد. همچنين به دليل اينكه اين شاخص از نظر ماهيت شبيه به شاخص NDVI مي‌باشد به اين دليل اطلاعات خوبي را از ويژگي‌هاي بيولوژيک گياهان ارايه مي‌دهد (۱۱). تنها مطلب موجود براي اين شاخص فرمول پيچيده آن مي باشد.

پايين بودن ضرايب همبستگي در تمام روابط به دست آمده موبد اين مسئله است كه در مناطق خشک با پوشش گياهي پايين (زير ۲۵درصد) و غالب بودن تاثير بازتاب خاک زمينه از يک سو و همچنين ماهيت غير خطي بودن روابط بين بازتاب طيفي و مشخصه‌هاي گياهي از سوي ديگر عملا روابط همبستگي از ضرايب تبيين پايين‌تري برخوردار است (۱۵و۱۶).

آنچه به عنوان نتيجه‌گيري نهايي قابل بيان مي‌باشد اين است كه در صورت استفاده از شاخص‌هاي گياهي در برآورد مشخصه‌هاي كمي گياهان در مناطق خشک، اگر داده‌هاي مربوط به يک زمان استفاده گردد، شاخص‌هاي كاهش دهنده اثر خاک (گروه SAVI) مي‌توانند نتايج مناسب‌تري را به همراه داشته باشد، اما در زماني‌كه داده‌هاي چندزمانه مورد استفاده قرار مي‌گيرد به دليل تفاوت آثار اتمسفري و ساير شرايط برداشت داده‌ها در سال‌هاي مختلف كاربرد شاخص‌هاي كاهش دهنده آثار اتمسفري مي‌تواند نتايج خوبي را در رابطه با پارامترهاي

۱- Chavez & Mackinnon

بیولوژیک گیاهان در مناطق خشک ارایه نماید.

منابع

۱- ارزاني، حسين، گوردن گينگ و بروس فرستر، ۱۳۷۶. كاربرد اطلاعات رقومي ماهواره لندست TM در تخمين توليد و پوشش گياهي، مجله منابع طبيعي ايران، جلد ۵۰ (۱).

۲-طاهركيا، حسن، ۱۳۷۵، اصول و كاربرد سنجش از دور (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهي دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران،ص ۴۸۰.

۳-فرزاد مهر،جليل ،حسين ارزاني، علي اصغر درويش صفت و محمد جعفري، ۱۳۸۳. بررسي قابليت داده هاي ماهواره لندست۷ در برآورد تاج پوشش و توليد گياهي (مطالعه موردي: منطقه نيمه استپي حنا- سميرم)، مجله منابع طبيعي ايران ۵۷(۲) ص ص ۳۵۱-۳۳۹.

4-Arzani, H.1994. Comparison of Techniques for Dry Matter Yield Estimation in Western New South Wales. Ph.D. Thesis, University of New South Wales.

5-Baret, F.Jaqemound S. and Hancoq J.F. 1993. The Soil Linear Concept in Remote Sensing, Remote Sensing Reverce.7:65-82.

6-Chavez, P and Mackinnon, D.J. 1994. Automatic Detection of Vegetation Changes in the South Western United State Using Remotely Sensed Images, Photogrametric Engineering and Remote Sensing,60:567-585.

7-Kaufman, Y. J. and Tanre D. 1992. Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIs, IEEE Trans. *Geoscience* Remote *Sensing*, 30 (2):261-270.

8-Lillesand, T. M. and Kiefer, R.W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretion,2nd ed.Johan Wiley and sons, New York,750 pp.

9-Mather, Paul. M. 1999. Computer Processing of Remotely Sensed Images, John Wily and Sons,Londen, 292 pp.

10- Moleele, N., Ring rose S., Arenberg W., Lunden B., and Vanderpost. 2001. Assessment of Vegetation Indexes Useful for Browse Production in Semi-arid Rangelands, International Remote Sensing, 22(5) 741-756.

11-Pinty, B. and Verstraete, M. M. 1992. Gemi: Anon –linear index to monitor Global Vegetation from Satellites,Vegetation, 101:15-20.

12-Prince, S.D. and Tucker, C.J. 1986, Satellte Remote Sensing of Rangelands in Boswana. II: NOAA AVHRR and Herbaceous Vegetation. International Journal of Remote Sensing, 7: 1555-1570.

13-Richards, J. A., 1993. An Introduction to Remote Sensing Digital Image Analysis, Second Edition. 225pp.

14-Ringrose, S., Matheson, W., Mogosite, B. and Tempest, F. 1989. Natural of the darkening effect in Drought Affected savanna Woodland Environments Relative to Soil Reflectance in Landsat and Spot Wave Bands. Remote Sensing of Environment, 25:519-524.

15-Schmidt, H. and Karnieli A. 2001. Sensitivity of vegetation indices to substrate brightness in hyper-arid environment: the Makhtesh Ramon Crater (Israel) case study. International Journal of Remote Sensing. 17:3503-3520.

16-Sellers, P. J., Berry, J. A., Collate, G. J., Field. C. B. and Hall, F. G. 1992. Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration III. A reanalysis using improved leaf models and a new canopy integration scheme. Remote Sensing Environment, 42:187-216.

17-Tueller, P.T. 1989. Remote Sensing Technology for Rangelands Management Application, Journal of Range Management, 42:442-453.

18-Zou, Q., Robson, M. and Pilesjo, P. 1998. On the Ground Estimation of Vegetation Cover in Australian Rangelands, International Journal of Remote Sensing, 19:1815-1820.

An Investigation of the Capability of Multi-temporal Data of Landsat 7 Satellite in Estimating Vegetation Cover and Production (Case study: Arid Region, Saveh, Bakhshali-Nemati)

G. Farzadmehr[1] H. Arzani[2] A. A. Nazari Samani[3]

Abstract

Using vegetation indices (VI) for an inventory of natural ecosystem has been developed over the past decades. Also these VIs have been observed to have a suitable correlation with vegetation parameters. However, to apply VI over a continuous span of time some considerations should be taken into account. In order to study the capability of multi-temporal Landsat 7 (ETM+) data in estimating vegetation parameters, different year images in a steppe region in Markazy Province were used. Information of regarding canopy cover and production of different vegetation forms were collected through 60 2×2 plots.

Geometric correction of satellite images was conducted through ground control points with an RMSE of less than 0.5 pixel. Then to eliminate the effects of looking geometric situation as well as to make photography situation in different years uniform, radiometric correction was conducted, and digital number of each pixel converted into spectral reflectance. In the next stage, appropriate VI for arid regions and atmospheric correction VI in sample plots were assessed on the basis of spectral reflectance. Results of correlation survey between VI and vegetation parameters indicated that ETM5, ETM7 bands as well as $TSAVI_1$, GEMI and ARVI indices are in significant correlation with canopy as well as with production in different vegetation forms. Among VIs, GEMI exhibits the highest coefficients, of 0.43, 0.59, 0.63, and 0.55, for grass cover, shrub cover and total vegetation cover as well as for production respectively. According to the results in this research this conclusion can be drawn that using spectral reflectance of multi temporal data to estimate vegetation canopy cover and yield in arid regions can yield more acceptable results. Employment of atmospheric correction indices (GEMI) to decrease changes in atmospheric conditions in different years is necessitated.

Keywords: Landsat7, ETM+, Vegetation cover, Total yield, Remote sensing, Spectral reflectance, Vegetation indices, Saveh.

[1] *-Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Birjand University (E-mail: Farzadm102000@yahoo.com)*
[2] *-Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran*
[3] *-Ph.D. Scholar in Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran*