

قابلیت داده‌های ماهواره IRS در برآورد تاج پوشش گیاهی (مطالعه موردی: چهارمحال و بختیاری)

مریم محمدی^{۱*}، عطاالله ابراهیمی^۱ و اکبرحق‌زاده^۲

(۱) گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. * رایانامه نویسنده مسئول: mohammadi632000@yahoo.com
(۲) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، گروه پرتو پزشکی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۶/۲۹

چکیده

پژوهشگران مختلف سنجش از دور در طول دو دهه گذشته نقش شاخص‌های گیاهی حاصل از داده‌های ماهواره‌ای را در بررسی منابع طبیعی ارزیابی کرده و به همبستگی مناسبی میان این شاخص‌ها با پارامترهای گیاهی رسیده‌اند. هدف از این مطالعه بررسی قابلیت شاخص‌های طیفی ماهواره IRS به منظور برآورد تاج پوشش گیاهی در مراتع کرسنک می‌باشد. پیش پردازش‌های مختلف، شامل تصحیح هندسی و تصحیحات اتمسفریک با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و روش تفریق عارضه تاریک انجام شد عملیات برداشت زمینی در خرداد ماه ۱۳۸۹ در سطحی معادل ۵۷۶ هکتار انجام پذیرفت. پس از تیپ‌بندی واحدهای گیاهی با روش نمونه برداری سیستماتیک-تصادفی نمونه برداری انجام گردید. اندازه گیری تاج پوشش به روش تعیین میزان سطح پوشیده شده توسط گیاه به تفکیک گونه و فرم رویشی اندازه‌گیری و موقعیت هر پلات توسط GPS ثبت شد. در این مطالعه از تصاویر مربوط به خرداد ۱۳۸۹ استفاده شد. شاخص‌های گیاهی بر روی تصاویر اعمال و به همراه اطلاعات تاج پوشش گیاهی در محل هر پلات وارد نرم‌افزار SPSS گردید و با در نظر گرفتن تاج پوشش به عنوان متغیر وابسته و شاخص گیاهی به عنوان متغیر مستقل همبستگی آنها محاسبه و شاخص‌هایی که بیشترین همبستگی را با تاج پوشش گیاهی داشتند، جهت تهیه مدل انتخاب شدند. نتایج نشان داد که شاخص GNDVI و DVI با تاج پوشش کل و شاخص PD321 با تاج پوشش فورب‌ها و شاخص GNDVI، GI و MIRV2 با تاج پوشش گندمیان بیشترین همبستگی را داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: تاج پوشش گیاهی، شاخص گیاهی، تصاویر ماهواره‌ای IRS، منطقه کرسنک.

مقدمه

اجزای لاینفک به حساب می‌آید، بنابراین بکارگیری ابزارها، روش‌ها و فناوری‌های جدید مانند داده‌های رقومی حاصل از سنجنده‌ها در دهه‌های اخیر همواره در برنامه کاری متخصصان قرار گرفته است (ارزانی و همکاران، ۱۳۷۶). داده‌های ثبت شده توسط سنجنده‌ها حاصل انرژی الکترومغناطیسی بازتابیده از سوی پدیده‌های زمینی می‌باشد که بخش کوچکی از طیف

گسترده‌ی سطح اراضی مرتعی و وجود تنوع گسترده اقلیمی، زیستی و شرایط محیطی همواره عامل محدودکننده‌ای در شناخت این عرصه‌ها بر پایه پیمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های زمینی به شمار می‌رود. با توجه به اینکه در مدیریت اینگونه اراضی نیاز به شناخت اجزای واحد بوم‌شناختی و اندازه‌گیری مشخصه‌های گیاهی با صرف هزینه‌ها و زمان کمتر از

گسترده تابش الکترومغناطیسی را شامل می‌شود (طاهرکیا، ۱۳۷۵). در هر صورت برای استفاده از این داده‌ها در شناخت و ارزیابی عرصه‌های مرتعی باید عواملی چون توپوگرافی، بازتاب خاک، آثار اتمسفری و سایر عوامل شناخته شده تا حد امکان اثر آنها کاهش داده شود (فرزادمهر و همکاران، ۱۳۸۳). مقادیر ارزش رقومی ثبت شده به وسیله سنجنده بیانگر مقدار نسبی بازتابش از سطح زمین است. معمولاً می‌توان از ارزش‌های رقومی (DN) ثبت شده در سنجنده‌ها در پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای کاربردهای مختلف استفاده کرد. بیشترین داده‌های سنجنش از دور برای بررسی‌های پوشش گیاهی، داده‌های باندهای مرئی قرمز و مادون قرمز نزدیک هستند، به طوری که اغلب شاخص‌های گیاهی از ترکیبات مختلف این باندها حاصل می‌شود. طی سه دهه گذشته شاخص‌های گیاهی متعددی برای بالا بردن حساسیت به سیگنال‌های گیاهان سبز و کاهش اثر فاکتورهای خارجی از قبیل خاک و اتمسفر بنا نهاده شده‌اند.

Jackson (۱۹۸۳) معتقد است که یک شاخص گیاهی خوب باید به پوشش گیاهی حساس، به خاک فاقد پوشش غیرحساس و نیز به عوامل جوی کمتر حساس باشد. همچنین بیان کرد که یک شاخص گیاهی خوب باید در نواحی خشک قادر به حذف اثر سایه و تنوع بازتاب برگ‌های گونه‌های مختلف موجود باشد. Williamson و Eldridge (۱۹۹۳) نشان دادند که پوشش سبز و بیوماس در مناطق نیمه خشک می‌تواند با دقتی قابل قبول با استفاده از شاخص NDVI برآورد شود، ولی تخمین کل پوشش یا تولید یا بخش خشک امکان‌پذیر نیست. مختاری (۱۳۷۶) با استفاده از داده‌های ماهواره لندست TM در منطقه اصفهان اقدام به برآورد درصد پوشش گیاهی نموده است. وی برای این کار از شاخص‌های گیاهی مختلف از جمله TV، NDVI، RVI و DVI استفاده

کرده که از میان این شاخص‌ها، شاخص NDVI بیشترین همبستگی را با درصد پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه نشان داد. خواجه‌الدین (۱۳۷۵) برای تعیین تاج پوشش گیاهی منطقه جازموریان از سنجنده MSS Landsat5 استفاده کرد که بنا بر نتایج حاصله، سایر شاخص‌های گیاهی به جز NDVI به کار رفته، رابطه‌ای با درصد پوشش نشان ندادند در مطالعه‌ای که توسط فرزادمهر و همکاران (۱۳۸۴) در مناطق استپی استان مرکزی بر روی تاج پوشش و تولید گیاهی با استفاده از داده‌های چندزمانه ماهواره لندست ۷ انجام گردید. نتایج حاصل از بررسی روابط همبستگی بین متغیرهای گیاهی و بازتاب‌های طیفی و شاخص‌های گیاهی، نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار بین باندهای طیفی TM5 و TM7 شاخص‌های TSAVII، GEMI و ARVI با تاج پوشش و تولید فرم‌های مختلف رویشی بود که در این بین، شاخص GEMI با ضرایب همبستگی ۰/۴۳، ۰/۵۹، ۰/۶۳ و ۰/۵۵ همبستگی بالاتری را به ترتیب با تاج پوشش گندمیان، بوته‌ها، تاج پوشش و تولید کل در بین شاخص‌های گیاهی نشان داد.

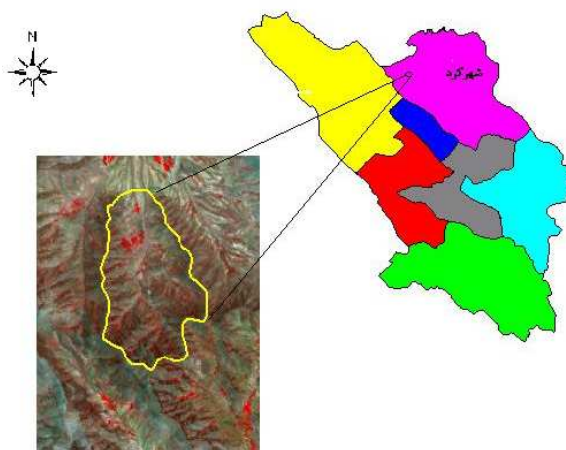
با توجه به موارد فوق و اهمیت کاربرد تصاویر ماهواره‌های برای بررسی‌های کمی و کیفی پوشش گیاهی، تحقیق حاضر با هدف بررسی قابلیت و کاربرد داده‌های سنجنده LISIII ماهواره IRS جهت بررسی پوشش گیاهی مراتع نیمه استپی استان چهارمحال و بختیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه کرسنک ناحیه‌ای کوهستانی و مرتفع با ارتفاع متوسط ۲۶۰۳/۱ متر از سطح دریا، وسعتی معادل ۵۷۶ هکتار بین مختصات جغرافیایی "۴' ۲۶" تا "۳۳' ۲۷" ۵۶° طول شرقی و "۳۰' ۳۰" تا "۳۳' ۳۲" ۳۲° عرض شمالی قرار گرفته است. این

(حلزونی) و روش آماری محاسبه تعداد پلات مصداقی (۱۳۸۶) برای هر تپ گیاهی تعیین شد. تعیین مناطق معرف همراه با اندازه و تعداد کوادرات پس از تیپ‌بندی از روش سیستماتیک تصادفی به گونه‌ای استفاده شد که در هر منطقه معرف ترانسکت ۴۵۰ متری در امتداد تغییرات عوامل محیطی و تأثیرگذار بر پوشش گیاهی مستقر و در طول هر ترانسکت به فواصل ۳۰ متر یک نقطه مشخص شود. سپس ۴ کوادرات به صورت صلیبی در اطراف این نقطه به فاصله ۳ متری از آن و در مجموع ۶۰ پلات مستقر گردید. داده‌های میدانی از طریق جمع‌آوری درصد پوشش گیاهی در سطح گونه‌های گیاهی و فرم‌های رویشی برآورد گردید. پوشش داخل هر کوادرات به روش اندازه‌گیری میزان سطح پوشیده شده توسط گیاه در کوادرات اندازه‌گیری شد. موقعیت جغرافیایی شامل ارتفاع از سطح دریا همراه با طول و عرض جغرافیایی محل کوادرات‌های نمونه‌برداری با استفاده از GPS در مرکز هر پلات تعیین شد.

محدوده در بخش غربی شهرستان شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری واقع بوده و فاصله آن تا شهرکرد برابر ۶۷ کیلومتر می‌باشد. در ابتدا با مطالعه ویژگی‌های پدیده‌های سطح زمین بر روی عکس‌های هوایی منطقه از قبیل تن، رنگ، بافت، ارتفاع، الگو و زمینه، تیپ‌بندی اولیه انجام شد. سپس با کنترل میدانی، مرز و نوع تیپ‌های گیاهی بر اساس روش فیزیونومیک-فلوریستیک تعیین گردید (Kuchler & Zonneveld, 1988). در مورد اندازه پلات (کوادرات) باید گفت که اندازه مناسب پلات بستگی به پارامتر مورد اندازه‌گیری دارد و محققین مختلف نیز قواعد تجربی را در این مورد وضع نموده‌اند. اندازه پلات باید به قدری بزرگ باشد که تعداد کافی گیاه را درون خود جای دهد و از طرفی به قدری کوچک باشد که گیاهان بدون زحمت یا جا افتادن شمارش شوند (Cox, Kershaw, 1963). اندازه (ابعاد) و تعداد پلات مناسب نمونه‌برداری به ترتیب با روش کوادرات‌های تو در تو



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی کرسنک از توابع استان چهارمحال و بختیاری

تطابق هندسی و تصحیح‌ها

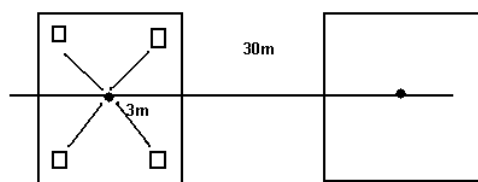
داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق مربوط به خرداد ۱۳۸۹ می‌باشد. این تصاویر به

صورت خام از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح تهیه گردید. این داده‌ها متعلق به تمام باندهای سنجنده

فاکتورهای خارجی از قبیل خاک و اتمسفرمی باشد، جهت تصحیح اتمسفریک از تکنیک تفریق عارضه تاریک استفاده شد. پس از تصحیح جوی که روی باندهای مرئی اعمال شد ارزش‌های رقومی آب سطحی به صفر نزدیک و منطقه کرسنک در نهایت پس از اعمال تصحیحات مذکور برش داده شد.

شاخص‌های گیاهی مختلف پس از انجام پیش پردازش‌های لازم روی تصاویر با ترکیب باندهای ۲، ۳ و ۴ در نرم‌افزار IDRISI و ILWIS ایجاد گردید.

LISS-III ماهواره IRS یا Indian Remote Sensing بوده که به صورت تک باند و با قدرت تفکیک ۲۳/۹۶ متر برداشت شده است. عمل تطابق هندسی تصاویر به روش استفاده از نقاط کنترل زمینی با پراکنش یکنواخت بر روی نقشه‌های توپوگرافیرقومی ۱:۲۵۰۰۰ با خطای هندسی کمتر از نیم پیکسل (RMSE=0.008) و به روش نزدیکترین همسایه انجام شد. با توجه به اینکه شاخص‌های گیاهی و سیگنال‌های گیاهان سبز به شدت تحت تاثیر



شکل ۲. نحوه استقرار پلات‌ها در منطقه مطالعاتی

نتایج

نتایج حاصله از بررسی رگرسیون و همبستگی بین تاج پوشش گیاهی به عنوان متغیر وابسته و شاخص‌های گیاهی به عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۱ نشان داده شده است.

همانگونه که در جدول ۱ نشان داده شده است، اگر چه همبستگی بین پوشش تاجی کل و پوشش تاجی گیاهان علفی با مقادیر شاخص‌های گیاهی در بیشتر موارد در سطح ($p < 0.05$) معنی دار نبوده، همبستگی بین پوشش گیاهان گندمی با مقادیر شاخص‌های گیاهی در بیشتر موارد در سطح ($p < 0.05$) معنی دار بوده است. هر چند این همبستگی در بیشتر موارد همبستگی منفی بوده است، در حالی که ارتباط معنی‌داری بین شاخص‌ها و تاج پوشش بوته‌ای مشاهده نشد.

برای بررسی همبستگی و انتخاب مدل‌های مناسب، متغیر تاج پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده به عنوان متغیر وابسته (y) و مقادیر استخراج شده شاخص‌های گیاهی در محل پلات‌های نمونه‌برداری به عنوان متغیر مستقل وارد نرم‌افزار SPSS گردید. برای انتخاب مدل مناسب از دو آماره ضریب همبستگی (r) و اشتباه معیار (SE) استفاده گردید. اشتباه معیار از آن جهت مورد استفاده قرار گرفت که در شرایط یکسان بودن ضرایب همبستگی، ارجحیت به معادله‌ای داده می‌شود که اشتباه معیار کمتری داشته باشد. پس از تعیین میزان همبستگی بین مقادیر پارامتر اندازه‌گیری شده با شاخص‌های گیاهی، آنهایی که بالاترین ضریب همبستگی را داشتند انتخاب و مناسب ترین مدل‌های رگرسیونی بین شاخص‌ها و فاکتورهای اندازه‌گیری شده برآزش داده شد.

مدل‌های با بالاترین ضریب تبیین به عنوان بهترین مدل برای محاسبه پوشش گیاهی شناخته شد (جدول ۲). در مدل‌های ارایه شده، شاخص‌های گیاهی به عنوان متغیر مستقل و پارامتر اندازه‌گیری شده به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. نهایتاً با استفاده از شاخص‌هایی که بهترین مدل برازش را ارایه نمودند، تاج پوشش گیاهی برای منطقه مورد مطالعه برون‌یابی شد که نتایج حاصله در زیر به طور جداگانه برای هر فاکتور ارایه شده است.

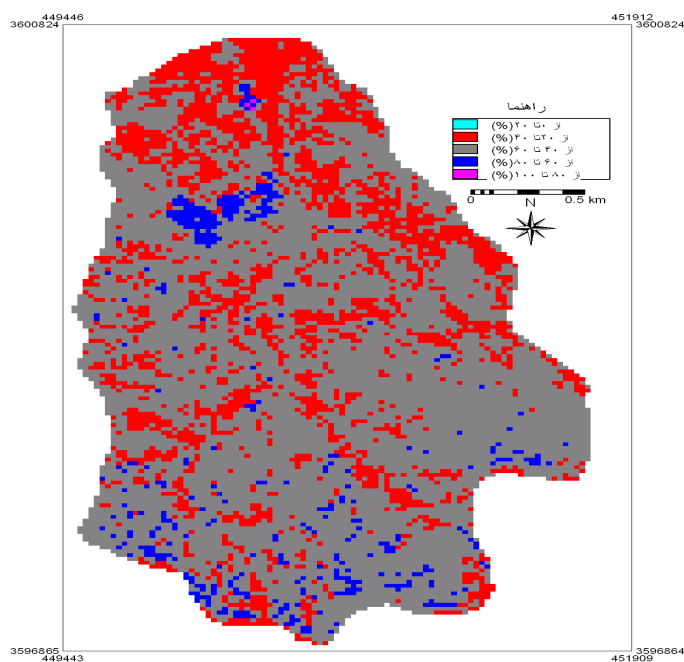
جدول ۱. Error! No text of specified style in document. سنجش همبستگی پوشش تاجی کل و پوشش تاجی فرم‌های رویشی با شاخص‌های گیاهی

شاخص	پوشش تاجی کل		پوشش تاجی گندمیان		پوشش تاجی گیاهان علفی		پوشش تاجی گیاهان بوته‌ای	
	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری
band2	۰/۲۹۵*	۰/۰۳۴	-۰/۴۴۹*	۰/۰۰۱	۰/۱۵۲	۰/۲۸	-۰/۲۳۵	۰/۹۴
band3	۰/۲۸۱*	۰/۰۴۳	-۰/۴۹۳**	۰/۰۰۱	۰/۲۱۸	۰/۳۵	-۰/۲۳۳	۰/۰۹۷
band4	۰/۰۱۵	۰/۹۱۴	۰/۴۶۱*	۰/۰۱۲	۰/۱۰۴	۰/۴۶۲	-۰/۱۶۶	۰/۲۴۱
band5	۰/۱۶۴	۰/۲۴۴	۰/۲۰۱	۰/۱۵۲	۰/۲۹۹	۰/۳۲	-۰/۳۰۲	۰/۰۳۱
NDVI	۰/۲۷۷	۰/۰۵۳	-۰/۳۶۱**	۰/۰۱۱	۰/۱۵۴	۰/۲۷۶	۰/۱۸۶	۰/۲۴۱
GNDVI	۰/۵۸۶*	۰/۰۲۰	-۰/۵۲۸**	۰/۰۰	-۰/۰۸۰	۰/۵۷۲	۰/۱۶۶	۰/۲۳۹
RVI	۰/۲۷۹	۰/۱۴۳	-۰/۳۶۷**	۰/۰۱۳	-۰/۱۱۸	۰/۴۰۵	۰/۱۸۱	۰/۱۹۸
NRVI	۰/۲۷۷	۰/۱۴۵	-۰/۳۶۱**	۰/۰۰	-۰/۱۵۴	۰/۲۷۶	۰/۱۸۶	۰/۱۸۷
SAVI	۰/۲۹۷	۰/۱۱۸	-۰/۳۸۹**	۰/۰۰۴	-۰/۱۱۸	۰/۴۰۵	۰/۲۲۰	۰/۱۱۷
IPVI	۰/۲۷۷	۰/۱۴۵	-۰/۳۶۱**	۰/۰۲۹	-۰/۱۵۴	۰/۲۷۶	۰/۱۸۶	۰/۱۸۷
IRI	-۰/۰۳۱	۰/۸۷۵	-۰/۱۶۳	۰/۲۴۹	-۰/۲۳۹	۰/۰۸۸	۰/۲۲۵	۰/۱۰۹
TVI	۰/۲۷۷	۰/۱۴۵	-۰/۳۶۱**	۰/۰۰۹	-۰/۱۵۴	۰/۲۷۶	۰/۱۸۶	۰/۱۸۷
RA	۰/۱۹۷	۰/۳۰۶	-۰/۳۱۷*	۰/۰۲۲	-۰/۱۶۹	۰/۲۳۱	۰/۲۰۸	۰/۱۳۹
DVI	-۰/۴۸۶*	۰/۰۳۵	-۰/۳۴۳*	۰/۰۰۱	-۰/۱۷۹	۰/۲۰۴	۰/۱۶۶	۰/۲۳۸
MIRV2	-۰/۲۵۵	۰/۰۶۸	-۰/۴۹**	۰/۰۰۶	۰/۰۲۶	۰/۸۵۴	۰/۲۳۸	۰/۷۸۲
GI	۰/۲۵۷	۰/۱۷۹	-۰/۵۴۵**	۰/۰۱۱	-۰/۰۶۱	۰/۶۶۹	۰/۱۶۵	۰/۲۴۲
MSI	۰/۰۲۷	۰/۸۹۱	۰/۱۷	۰/۲۲۹	۰/۲۴۶	۰/۰۷۹	-۰/۲۲۲	۰/۱۱۳
NLI	۰/۱۹۴	۰/۳۱۳	-۰/۴۹۶*	۰/۰۳۳	-۰/۱۲۳	۰/۳۸۴	۰/۱۱۵	۰/۴۱۶
PD321	-۰/۲۷۷	۰/۱۴۵	۰/۱۰۱	۰/۴۷۵	۰/۵۹۶*	۰/۰۲۸	-۰/۱۶۷	۰/۲۳۷
PD322	-۰/۲۸۳	۰/۱۳۶	۰/۱۵۴	۰/۲۷۶	۰/۲۶۳	۰/۰۶۰	۰/۱۵۴	۰/۲۷۶
OSAVI	۰/۲۷۷	۰/۱۴۵	-۰/۳۶۱**	۰/۰۰۹	-۰/۱۵۴	۰/۲۷۶	۰/۱۸۶	۰/۱۸۷
SR	۰/۲۷۹	۰/۱۴۵	-۰/۳۶۷**	۰/۰۰۷	-۰/۱۱۸	۰/۴۰۵	۰/۱۸۱	۰/۱۹۸

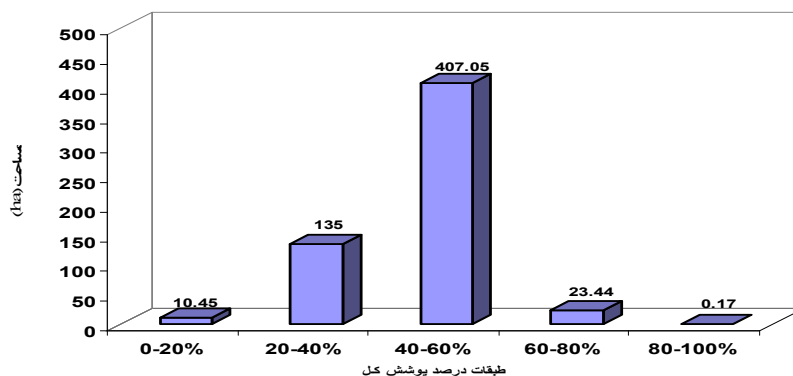
بر اساس جدول ۲ برای پوشش تاجی کل، شاخص GNDVI با معادله سه جمله‌ای فرمول ۱، مناسب‌ترین مدل تشخیص داده شد.

$$Y = -1619X^3 + 51777X^2 - 283097X + 388 \quad (1) \text{ فرمول}$$

شاخص‌هایی که با پوشش تاجی کل و پوشش تاجی هر یک از فرم‌های رویشی همبستگی معنی‌دار داشتند بر اساس جدول ۲ انتخاب و مقادیر پوشش گیاهی کل و پوشش گیاهی هر یک از فرم‌های رویشی برای منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید.



شکل ۳. نقشه برازش مدل سه جمله‌ای ($Y = -101.92X^3 + 5177.71X^2 - 28339.73X + 578.8$) برآورد پوشش تاجی کل با استفاده از شاخص GNDVI



شکل ۴. نمودار درصد تاج پوشش کل به دست آمده از نقشه مدل

منطقه را شامل می‌گردد. این طبقه در شیب‌های شمالی که سطح کمی داشته ولی دارای پوشش زیادی می‌باشند مشاهده گردید. نقشه پوشش کل با نقشه DEM، هیپسومتری و شیب همراه با جهت جغرافیایی مقایسه گردید. نتایج حاصله نشان داد که بیشتر پوشش کل بیشتر از ۶۰ درصد در ارتفاعات پایین‌تر وجود دارد به طوری که بیشترین سطح منطقه در طبقه ارتفاعی ۲۴۵۰ تا ۲۵۵۰ متر از سطح دریا قرار داشت.

پوشش تاجی کل بر اساس نقشه به دست آمده برای بر مبنای مدل سه جمله‌ای شاخص GNDVI، حدود ۴۰۷/۰۵ هکتار از کل مساحت ۵۷۶ هکتاری منطقه، پوشش تاجی بین ۴۰ تا ۶۰ درصد دارد، بعد از این طبقه، پوشش تاجی کل ۲۰ تا ۴۰ درصد با مساحت ۱۳۵ هکتار دومین بیشترین مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. کمترین مساحت منطقه با پوششی معادل ۸۰ تا ۱۰۰ درصد تنها ۰/۱۷ هکتار از

همچنین شاخص GNDVI با توجه به جدول ۲ و ۳ در میان شاخص‌های گیاهی بالاترین میزان همبستگی با پوشش گندمیان را داشته و معادله خطی مناسب‌ترین مدل در این خصوص شناخته شد که رابطه آن به صورت فرمول زیر می‌باشد:

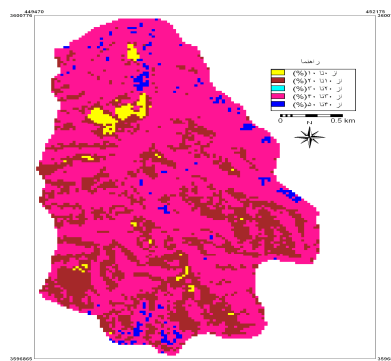
$$Y = -82.64X + 17.07 \quad \text{فرمول (۲)}$$

مقدار ۱۵/۳۹۷ هکتار از مساحت ۵۷۶ هکتاری منطقه براساس هیستوگرام نقشه به دست آمده برای پوشش گندمیان و شاخص GNDVI دارای پوشش تاجی گندمیان بین ۳۰/۴۰ درصد قرار دارد. بعد از این طبقه، طبقه دوم یعنی ۱۰-۲۰ درصد دومین بیشترین مساحت منطقه را با ۹.۱۵۳ هکتار به خود اختصاص داده است. کمترین مساحت در طبقه اول (۲۰-۳۰ درصد) قرار دارد که مساحتی معادل ۲۶/۴ درصد را شامل می‌گردد. نقشه پوشش گندمیان با نقشه DEM، نقشه هیسومتری و نقشه شیب و جهت جغرافیایی مقایسه گردید. نتایج حاصله نشان داد که پوشش کمتر از ۲۰ درصد در ارتفاعات پایین‌تر به میزان بیشتری به چشم می‌خورد (با تصحیحات اتمسفریک سعی شد که اثرات خاک و جو اصلاح شود).

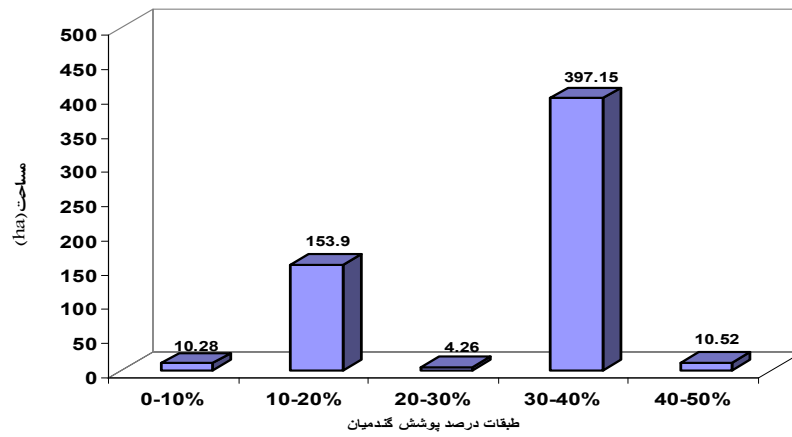
شاخص PD321 در میان شاخص‌های گیاهی بالاترین میزان همبستگی را با توجه به جدول ۲ و ۳ با پوشش تاجی علفیان دارا بود و معادله خطی مناسب‌ترین مدل شناخته شد که رابطه آن به صورت فرمول زیر می‌باشد:

$$Y = 0.53X + 16.46 \quad \text{فرمول (۳)}$$

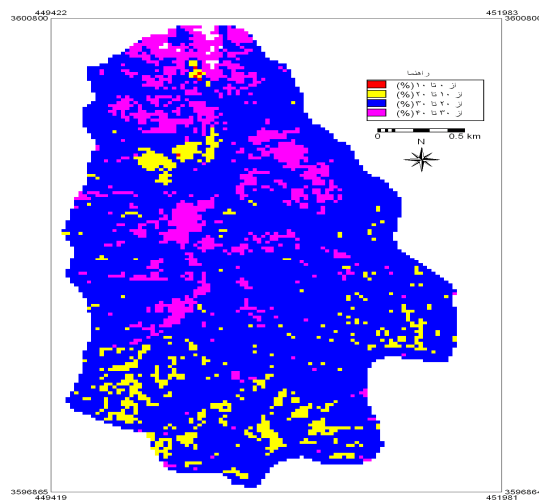
هیستوگرام نقشه به دست آمده برای پوشش علفیان با شاخص PD321 نشان داد که مقدار ۹۶/۴۶۴ هکتار از مساحت ۵۷۶ هکتاری منطقه دارای پوشش تاجی علفیان بین ۲۰ تا ۳۰ درصد قرار دارد. بعد از این طبقه، طبقه دوم یعنی ۳۰ تا ۴۰ درصد دومین بیشترین مساحت منطقه را با ۶۹/۳۹ هکتار به خود اختصاص داده است. کمترین مساحت در طبقه اول (۰ تا ۱۰ درصد) قرار دارد که مساحتی معادل ۰/۲۹ هکتار را شامل می‌گردد. نقشه پوشش علفیان با نقشه DEM، نقشه هیسومتری و نقشه شیب و جهت جغرافیایی مقایسه گردید. نتایج حاصله نشان داد که پوشش کمتر از ۲۰ درصد در ارتفاعات پایین‌تر به میزان بیشتری به چشم می‌خورد.



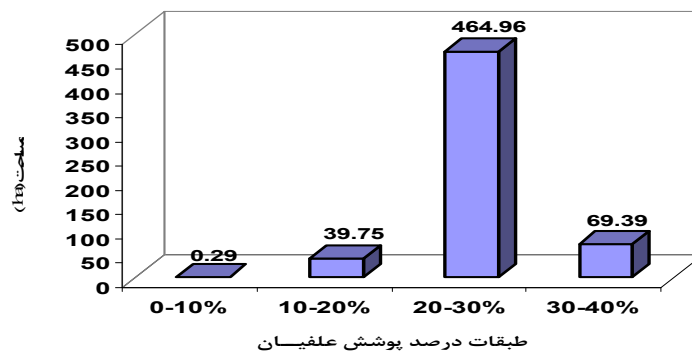
شکل ۵. نقشه حاصل از برازش مدل خطی ($Y = -82.64X + 17.07$) برآورد پوشش گندمیان با استفاده از شاخص GNDVI



شکل ۶. نمودار درصد تاج پوشش گندمیان



شکل ۷. نقشه حاصل از برازش مدل خطی ($Y = .53X + 16.46$) برآورد پوشش علفیان با استفاده از شاخص PD321



شکل ۸. نمودار درصد تاج پوشش علفیان

بحث و نتیجه‌گیری

طریق رگرسیون با پوشش کل مورد بررسی قرار داد و بدین نتیجه رسید که به دلیل خشکی حاکم بر منطقه نمی‌توان استفاده مطلوبی از دو شاخص فوق برای برآورد پوشش گیاهی به عمل آورد. نتایج مطلوب‌تری که در این تحقیق به دست آمده است را می‌توان بهبود شرایط پوشش گیاهی منطقه کرسنک در مقایسه با شرایط موجود در مناطق مرکزی کشور (شیر کوه یزد) دانست.

شاخص GNDVI با توجه به جدول ۲ در میان شاخص‌های گیاهی بالاترین میزان همبستگی با پوشش گندمیان و بعد از این شاخص، شاخص GI بیشترین همبستگی را نشان داد. همانگونه که مشاهده می‌شود همبستگی شاخص‌های GNDVI و GI نشان می‌دهد که باند سبز و مادون قرمز نزدیک توانایی بالایی را در برآورد پوشش گندمیان دارند. Graetz و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که گیاهان چندساله در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل پراکندگی و پایین بودن میزان شاخص سطح برگ آنها، بازتابش بالایی در ناحیه مادون قرمز نزدیک را نخواهند داشت. شاید این مسئله به همراه خشک بودن بیش از حد پوشش گیاهی بوته‌ای‌ها را بتوان تا حدودی دلیلی بر عدم ارتباط بین پوشش تاجی گیاهان بوته‌ای‌ها که میزان چوبی بودن آنها نسبت به دو فرم رویشی گندمیان و پهن‌برگان بیشتر است دلیلی بر عدم وجود رابطه معنی‌داری ($p < 0.05$) با اغلب شاخص‌های گیاهی دانست (جدول ۳).

با وجود اینکه در برخی از موارد و مطالعات گذشته که در بالا به پاره‌ای از آنها اشاره شد، ارتباط مستقیمی بین شاخص‌های گیاهی و اندازه‌گیری‌های صحرائی پوشش گیاهی یافت نشد و همچنین با تاکید بر نظر Tueller (۲۰۰۱) که بیان داشت هنوز خیلی زود است که ادعا شود داده‌های ماهواره‌ای، بشر را از اندازه‌گیری‌های صحرائی پوشش گیاهی بی‌نیاز کرده

شاخص‌های GNDVI و DVI طبق یافته‌های جدول ۲ با پوشش گیاهی دارای همبستگی بالاتری می‌باشد ($p < 0.05$). فرمول محاسباتی شاخص‌های GNDVI و DVI نشان می‌دهد که باندهای مادون قرمز نزدیک توانایی لازم در برآورد پوشش تاجی گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک را با وجود پوشش گیاهی اندک دارند (جدول ۱). در برخی موارد رابطه بین پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی معکوس نشان داده شده است. علت این امر را شاید تا حدودی ناشی از اینکه گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل تراکم نسبتاً کم بازتابش بالایی را در ناحیه مادون قرمز میانی ندارند و یا اینکه در سال آماربرداری به دلیل خشکی بیش از حد و کاهش حدود ۵۰ درصدی میزان بارش سبزینه کافی را نداشته و به همین دلیل در باند مادون قرمز که انتظار می‌رفت بیشترین بازتابش را داشته باشند، عملاً چنین انتظاری برآورده نشده است. وجود پوشش گیاهی با سبزینه کم به دلیل خشکسالی، اگر چه در آمار برداری‌های زمینی منظور گردیده، بازتابش ناچیزی را جهت ثبت توسط سنجنده انعکاس داده است. این امر در تحقیق زرینه (۱۳۸۷) نیز که در شرایط یکسان اقلیمی استان انجام گرفت نیز مشاهده گردید. Graetz و همکاران (۱۹۸۳) نیز معتقدند پوشش تنک و پایین در پایین آوردن بازتابش مادون قرمز سهمیم هستند. همچنین Williamson و Eldridge (۱۹۹۳) شش شاخص گیاهی را در علف‌زاری در استرالیا با استفاده از داده‌های لندست MSS برآورد نمودند و عدم موفقیت در برآورد پوشش را گزارش کردند. عبدالمهی (۱۳۷۷) نیز به منظور بررسی چگونگی پراکنش پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست TM در شیرکوه یزد از دو شاخص گیاهی NDVI و PVI استفاده نمود. وی این دو شاخص را از

بی بهره نباشند (مثلاً انتخاب منطقه معرف یا کلید) و تکرار زمانی آنها نیز بسیار محدود است. این داده‌ها در برگیرنده کل عرصه، اندازه‌گیری آنها نسبتاً ساده، کم هزینه و با تکرار فراوان می‌باشد. اهمیت این امر هنگامی بیشتر نمایان می‌شود که آمار و اطلاعات دقیقی از گذشته پوشش گیاهی در بسیاری از عرصه‌های طبیعی گسترده کشور وجود نداشته که با استفاده از این اطلاعات، تا حدودی می‌توان این خلأ را به ویژه برای مطالعات تغییرات پوشش گیاهی و بالخصوص برای تولید که یکی از خصیصه‌های بارز پوشش گیاهی مناطق خشک است را پر نمود. به همین دلیل توصیه می‌شود که در مطالعات پوشش گیاهی کشور بیش از پیش به قابلیت‌های چنین داده‌هایی توجه و از قابلیت آنها ضمن پرهیز از هر گونه اغراق استفاده گردد. چنانچه در این تحقیق نیز نتیجه‌گیری شد از اطلاعات داده‌های سنجش از دور ماهواره IRS علی‌رغم قدرت تفکیک طیفی و مکانی محدود (به ترتیب ۴ باند و حدود ۲۴ متر) می‌توان برای اندازه‌گیری پوشش تاجی فرم‌های رویشی مختلف و پوشش کل یک منطقه استفاده کرد.

است، ولی وجود ارتباط معنی‌دار بین شاخص‌های گیاهی محاسبه شده و اندازه‌گیری‌های صحرائی پوشش تاجی فرم‌های رویشی در منطقه کرسنک، مؤید این واقعیت است که تا حدود زیادی می‌توان از این داده‌ها برای اندازه‌گیری پوشش گیاهی استفاده کرد. اهمیت استفاده از این داده‌ها هنگامی نمایان می‌شود که معمولاً اندازه‌گیری‌های صحرائی پوشش گیاهی محدود به عرصه‌ها و پلان‌های محدودی می‌شود که ممکن است به دلیل اعمال نظر شخصی و یا بر حسب تصادف در مناطق پر پوشش و یا بر عکس در مناطق با پوشش گیاهی کمی قرار گرفته باشند. تعمیم نتایج حاصل از چنین مطالعاتی بدون شک اریبی در نتایج حاصله از برون‌یابی و تعمیم نتایج به کل عرصه را در پی خواهد داشت. بنابراین استفاده از داده‌های سنجش از دور به همراه و در راستای تکمیل اطلاعات صحرائی می‌تواند کمک شایانی در کاهش و یا حذف چنین اریب‌هایی داشته باشد. چرا که بر خلاف روش‌های اندازه‌گیری صحرائی که نتایج حاصله از آنها حاصل اندازه‌گیری نمونه‌هایی هستند که اولاً به دلیل هزینه‌بر و طاقت فرسا بودن اندازه‌گیری آنها، تعدادشان محدود است و سطح کمی را در بر گرفته‌اند، ممکن است از اعمال نظرات شخصی

جدول ۴. شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در این مطالعه

منبع	فرمول	شاخص گیاهی
(Rouse et al, 1974)	$(NIR - RED) / (NIR + RED)$	(Normalized Diference Vegetation Index (NDVI
(Gitelson et al, 2004)	$(NIR-GREEN) / (NER+GREEN)$	Green Normalized Difference Vegetation Index ((GNDVI
(Richardson & Wiegand, 1977)	NIR/RED	(Ratio Vegetation Index (RVI
(Richardson & Wiegand, 1977)	$NIR-a*RED-b) / \sqrt{a^2+1}$	(Perpendicular Vegetation Index (PVI
(Baret et al, 1991)	$(RVI-1) / (RVI+1)$	(Normalized Ratio Vegetation Index (NRVI
(Clevers, 1989)	$NIR-\gamma RED$	(Weighted Difference Vegetation Index (WDVI
(Baret et al, 1989)	$a* (NIR-a*RED-b) / a*NIR+RED-ab$	Transformed Soil Adjusted Vegetation Index ((TSAVI
(Huete A. R, 1988)	$[(NIR - R) / (NIR + R + 0.5)] * 1.5$	(Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI
(Rondeaux et al, 1996)	$(NIR-RED) / (NIR+RED+0.16)$	(Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index (OSAVI

شاخص گیاهی	فرمول	منبع
(Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI2	$1/2 * ((2 * (NIR+1)) - ((2 * NIR) + 1)^2 - 8 (NIR - (red))^{1/2}$	(Huete, 1988)
(Infrared Percentage Vegetation Index (IPVI	$(NIR / (NIR + RED))$	(Crippen, 1990)
IRI	$(NIR - MIR) / (NIR + MIR)$	(Arzani, 2002)
Transformed Normal Difference Vegetation Index ((TNDVI	$\sqrt{(NIR - RED) / (NIR + RED) + 0.5}$	(Broge & Mortensen, 2002)
Modified Second Triangular Vegetation Index ((MTVI2	$1.5 * [1.2 * (NIR - GREEN) - 2.5 * (RED - GREEN)] / \sqrt{(2 * NIR + 1)^2 - (6 * NIR - 5 * \sqrt{RED}) - 0.5}$	(Haboudane et al, 2004)
(Reflectance Absorption Index (RA	$(NIR / (RED + MIR))$	(Arzani, 2002)
Modified Normalized Difference Vegetation Index ((MNDVI	$(NIR - (1.2 * RED)) / (NIR + RED)$	(Arzani, 2002)
MIRV2	$(MIR - RED) / (MIR + RED)$	(Arzani, 2002)
(Difference Vegetation Index (DVI	$NIR - RED$	(Tucker, 1979)
(Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI	$(NIR - RED) / \sqrt{(NIR + RED)}$	(Thiam, 1997)
(Nonlinear Vegetation Index (NLI	$(NIR^2 - RED) / (NIR^2 + RED)$	(Haboudane et al, 2004)
(Modified Simple Ratio (MSR	$(NIR / RED - 1) / \sqrt{(NIR / RED + 1)}$	(Chen et al, 1986)
(Greenness Index (GI	$NIR / GREEN - 1$	(Gitelson et al, 2004)
(Moisture Stress Index (MSI	MIR / NIR	(Roch et al, 1986)
PD321	$GREEN - RED$	(Arzani, 2002)
PD322	$(/ (GREEN ((RED + GREEN - (RED$	(Arzani, 2002)

منابع

عبداللهی، ج. (۱۳۷۷) بررسی چگونگی پراکنش گونه‌های گیاهی تحت تأثیر فاکتورهای محیطی با استفاده از دورسنجی و GIS در منطقه شیرکوه یزد، پنجمین همایش سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی.

فرزادمهر، ج.، ارزانی، ح. و نظری سامانی، ع.ا. (۱۳۸۴) بررسی قابلیت داده‌های چند زمانه ماهواره لندست ۷ در برآورد تاج پوشش و تولید گیاهی (مطالعه موردی منطقه استپی بخشعلی نعمتی - ساوه)، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸ (۳)، ۷۲۹-۷۱۹.

فرزادمهر، ج.، ارزانی، ح.، درویش صفت، ع. و جعفری، م. (۱۳۸۳) بررسی قابلیت داده‌های ماهواره لندست ۷ در برآورد تاج پوشش و تولید گیاهی، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۷ (۲)، ۳۵۱-۳۳۹.

مختاری، الف. (۱۳۷۶) بررسی برآزش مدل تجربی PSiAC در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه‌های آبخیز فاقد آمار با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

ارزانی، ح.، گوردن، گ. و بروس، ف. (۱۳۷۶) کاربرد اطلاعات رقومی ماهواره لندست TM در تخمین تولید و پوشش گیاهی، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۰ (۱)

خواجهدالدین، س.ج. (۱۳۷۵) استفاده از داده‌های ماهواره Landsat MSS 5 در بررسی جوامع گیاهی و تعیین اراضی شور منطقه جازموریان، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳۳۸-۳۳۳.

زربینه، ا. (۱۳۸۷) ارزیابی اطلاعات ماهواره‌ای IRS برای تخمین چند خصوصیت پوشش گیاهی در منطقه‌تنگ صیاد (استان چهارمحال و بختیاری)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد.

طاهرکیا، ح. (۱۳۷۵) اصول و کاربرد سنجش از دور، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران، ۴۸۰ صفحه.

- context of precision agriculture, *Remote Sensing of Environment*. 90: 337-352.
- Huete, A.R. (1988) A soil-adjusted vegetation index SAVI. *Remote Sensing of Environment*. 25,: 295-309.
- Jakson, R.D. (1983) Spectral indices in n-space. *Remot Sensing of Environment*. 13: 409-421
- Kuechler, A.W. and Zonneveld, I.S. (1988) *Vegetation mapping*. Kluwer Academic Publications. Washington DC, USA. 20 p.
- Kershaw K.A. 1963. Pattern in vegetation and its causality. *Ecology*. 44(2): 377-388.
- Richardson A.J. and Wiegand A.L. 1977. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing*. 43(12): 1541-1552.
- Rock B.N. Vogelmann J.E. Williams D.L. Vogelmann A. F. and Hoshisaki T. 1986. Remote detection of forest damage. *BioScience*. 36: 439-445.
- Rondeaux G. Steven M. and Baret F. 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*. 55: 98-107.
- Rouse J.W., Haas, R.H., Deering, D.W., Schell, J.A. and Harlan, J.C. (1974) Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Green Wave Effect) of Natural Vegetation. NASA/GSFC Type III Final Report, Greenbelt, MD. 371 p.
- Tueller, P.T. (2001) Remote Sensing of Range Production and Utilization. *Journal of Range Management*. 54: 77-89.
- Thiam, A.K. (1997) *Geographic Information Systems and Remote Sensing Methods for Assessing and Monitoring Land Degradation in the Sahel: The Case of Southern Mauritania*. Doctoral Dissertation, Clark University, Worcester Massachusetts.
- Tucker, C.J. (1979) Red and photographic infrared linear combinations for monitoring Vegetation. *Remote Sensing of Environment*. 8: 127-150.
- Williamson, H.D. and Eldridge, D.J. (1993) Pasture status in a semi-arid grassland. *International Journal of Remote Sensing*. 14: 2535-2546
- مصدیقی، م. (۱۳۸۶) مرتع‌داری در ایران. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ پنجم، ۳۳۳ صفحه.
- Arzani, H. (2002) Examination of vegetation indices for vegetation parameters measurements in semi-arid and arid area. The Third International Iran and Russia Conference Agriculture and Natural Resources. 2: 596-603
- Baret, F., Guyot, G. and Major, D.J. (1989) TSAVI: A vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation. pp. 1355-1358. In Proc, IGARRS '89 Can Symp Remote Sensing, 12th, Vancouver, BC, Canada
- Baret, F. and Guyot, G. (1991) Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*. 35: 161-173
- Broge, B.H. and Mortensen, J.V. (2002) Deriving green crop area index and canopy chlorophyll density of winter wheat from spectral reflectance data. *Remote Sensing of Environment*. 81: 45-57.
- Chen, S.C., Batista, G.T. and Tradin, A.T. (1986) Landsat TM band combinations for crop discrimination, Proc. Of the 7 th Int. Symposium on remote sensing for resources development and environmental management, Enschede, The Netherlands.
- Clevers, J.G (1989) The application of a weighted infrared-red vegetation index for estimating leaf area index by correcting for soil moisture", *Remote Sensing of Environment*, 29: 25-37.
- Cox, G. (1990) *Laboratory Manual of General Ecology*" 6th Edition, Dubuque Iowa William C. Brown.
- Crippen, R.E. (1990) Calculating the vegetation index faster. *Remote Sensing of Environment*. 34(1): 71-73.
- Graetz, R.D. Gentle, M.R., Pech, R.P. and Drewien, G. (1983) The application of landsat image data to rangeland assessment and monitoring: an example from south Australia", *Rangeland Journal*. 5: 63-73.
- Gitelson A.A. Vina A. Arkebauer T.J. Rundquist D.C. Keydan G. and Leavitt B. 2004. Remote estimation of leaf area index and green leaf biomass in maize canopies", *Journal of Plant Physiology*. 161: 165-173.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P.J. and Strachan, I. (2004) Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of cropanopies: modeling and validation in the

Capability of IRS satellite on vegetation cover estimation (Case Study: Chaharmah-va-Bakhtiari)

Maryam Mohammadi^{1*}, Ataolah Ebrahimi² and Akbar Haqzade³

1) Department of Rangeland Management, Faculty of Natural Resources, Shahrekord University. *Corresponding Author Email Address: mohammadi632000@yahoo.com.

2) Department of Medical Radiation, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Over the last two decades, many researchers had investigated the efficiency of vegetation indexes which obtained from satellite in evaluation of natural resources, and reported appropriate correlation between vegetation indexes and vegetation cover parameters. So this study was conducted to evaluate efficiency of spectral indexes of IRS satellite in order to estimate the vegetation cover of Karsank rangelands. Scientists evaluated the role of plant indexes which obtained from satellite data, on natural resources, during the last decades. They achieved to a good correlation between plant indexes with plant parameters. The purpose of this study was to evaluate the capability spectral index of IRS for estimating canopy in KARSANAK rangelands. Variety of pre-processing, including geometric correction and atmospheric correction, were performed by topographic maps (1:25000) and dark object subtraction. Data of experimental field were collected from an area about 576 ha in May 2010. The vegetation unit types were determined and sampling was performed by random-systematic method. Canopy cover was measured by determination of the area that was covered by each species and each of the vegetative forms and the position of the plots were recorded by GPS. The images which were taken in May 2010 were applied in this study. Vegetation indexes were applied on satellite images then related information of canopy cover at each plot imported into the SPSS software, then canopy cover were taken as dependent variable and vegetation indexes as independent variable to define the correlation between them, so the vegetation indexes which had higher correlation with canopy cover were selected to do modeling. The results showed that the indexes of GNDVI and DVI had the most correlation with total canopy cover and the index of PD321 showed highest correlation with canopy cover of forbs, also canopy cover of grass had highest correlation with the indexes of GNDVI, GI and MIRV2.

Keywords: vegetation cover, vegetation index, IRS satellite image, Karsenk Area.

