

مطالعه بافت و آهک خاک

با استفاده از داده‌های سنجنده LISS-III ماهواره IRS-P6

(مطالعه موردی: جنوب غربی استان لرستان، منطقه پل دختر)

نویسندگان

مهندس مجید دانش

کارشناس ارشد خاکشناسی

دانشگاه تربیت مدرس

دکتر حسینعلی بهرامی

دانشیار گروه خاکشناسی

دانشگاه تربیت مدرس

دکتر سید کاظم علوی پناه

استاد دانشکده جغرافیای

دانشگاه تهران

مهندس علی اکبر نوروزی

کارشناس ارشد سنجش از دور

سازمان آبخیزداری

چکیده

از مهمترین ویژگی‌های خاک، که در بسیاری از طرح‌های کشاورزی و محیط زیستی مورد توجه قرار می‌گیرد، می‌توان بافت و آهک خاک را نام برد. امروزه با پیشرفت علم و ظهور فناوری سنجش از دور، امکان بهره‌برداری از این فناوری در علوم خاک نیز فراهم گردیده است. در این تحقیق، برای بررسی بافت و آهک خاک در منطقه پل دختر، از داده‌های چهار طیفی ماهواره IRS-P6 سنجنده LISS III، در ۱۷ شهریورماه سال ۱۳۸۶ (۷ سپتامبر ۲۰۰۷)، استفاده گردید. تصحیحات هندسی و پردازش‌هایی شامل: UNC، SLED، NDVI، PCA، روی تصویر اصلی انجام شد. در نهایت با استفاده از روش نمونه برداری طبقه بندی شده تصادفی و بر اساس PMU، FCC، تصویر منطقه، ۹۵ نقطه انتخاب گردید و از دو عمق ۵- و ۲۰-۵ سانتیمتری سطح خاک نمونه برداری انجام گردید. در آخر با استفاده از رگرسیون چندگانه مشخص شد که آهک و رس نمونه‌ها در عمق اول، دارای ارتباط معنی داری با باند مادون قرمز نزدیک با R2 تعدیل شده ۰/۷۳، و در باند سبز ۰/۷۲ بوده و نیز در عمق دوم، با باند قرمز، ۰/۵۴ و باند سبز به مقدار ۰/۴۸ بوده است، که تمام روابط در سطح آماری ۱ درصد، کاملاً معنی دار بوده‌اند. بنابراین مشخص گردید که رس و آهک خاک دارای اثر معنی داری بر بازتاب طیفی از سطح خاک در منطقه می‌باشد و می‌توان با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و داده‌های کمی (اطلاعات جانبی)، به مطالعه آنها در منطقه پرداخت.

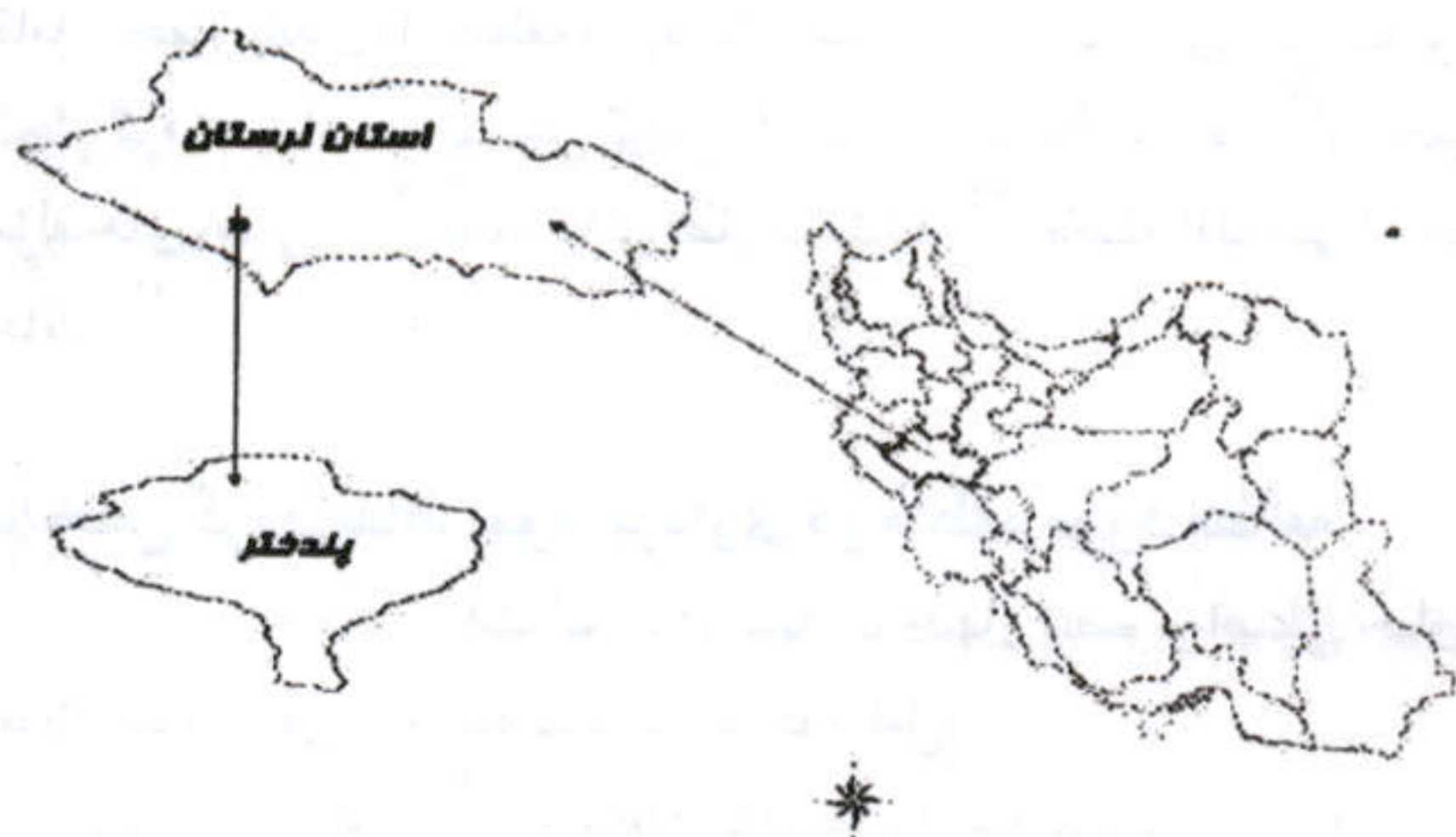
واژه‌های کلیدی: آهک خاک، بافت خاک، سنجش از دور، NDVI، PCA

مقدمه

بافت خاک از مهمترین خصوصیات خاک می‌باشد که از نظر مکانی متغیر و از نظر زمانی تا حدی پایدار می‌باشد و قادر است بر بسیاری از خواص دیگر در خاک اثر گذاشته، لذا از جنبه‌های مختلف مدیریت و

استفاده اراضی، دارای اهمیت بالایی می‌باشد (Soil Survey Division Staff, 1993). همچنین اهمیت بافت در زمینه‌های پدولوژی، علوم زیست محیطی، علوم مهندسی و ادا فولوژی به اثبات رسیده است (Byron, 1994). آهک خاک نیز قادر است بر بسیاری از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک اثر بگذارد. اهمیت آهک از این جا مشخص می‌گردد که اغلب خاکهای ایران را خاک‌های آهکی در بر گرفته است و به علت تأثیری که بر باروری خاک و نارسایی‌های تغذیه‌ای گیاهان دارد، دارای اهمیت بالایی می‌باشد (سمر، ۱۳۷۷؛ ملکوتی، ۱۳۸۴)، روش‌هایی که برای تعیین بسیاری از خصوصیات خاک به ویژه آهک و بافت خاک در سطح وسیع، مورد استفاده قرار می‌گیرد، اغلب همراه با عملیات صحرایی و آزمایشگاهی طولانی مدت و هزینه بر می‌باشد (Usery et al., 1995) ولی امروزه حصول فناوری سنجش از دور^(۱) و امکان استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در برآورد بسیاری از خصوصیات خاک، علم خاک را به سمت استفاده از این فناوری سوق داده است. (Zhai and Thomsson 2000) در این فناوری، ماهواره‌ها می‌توانند اطلاعات چندگانه‌ای را در ابعاد، مقیاس‌ها و طیف‌های مختلفی در اختیار کاربران قرار دهند، به نحوی که این ویژگی‌ها به اهمیت و نقش آنها در انجام مطالعات تحقیقات می‌افزاید (علوی پناه، ۱۳۸۲). داده‌های ماهواره‌ای، حاوی اطلاعات بسیار مفید و سازنده‌ای، بر گرفته از خصوصیات خاک سطحی می‌باشند که شامل: بافت و مواد معدنی خاک، ماده آلی و غیره می‌باشد (Alavi Panah, 1997). به طور کلی، چهار عامل اصلی بر بازتاب خاک از سطح آن اثر می‌گذارند که شامل: بافت و اندازه ذرات خاک، مواد معدنی خاک، ماده آلی خاک و رطوبت خاک می‌باشد (Leone and Escadafal, 2001) استفاده از اطلاعات و داده‌های ماهواره‌ای در بررسی خاک، به علت قدرت تفکیک مکانی متغیر و به هنگام بودن تصاویر، چند طیفی بودن و

پل دختر قرار گرفته است، دارای وسعتی بالغ بر حدود ۴۵۰ کیلومتر مربع بوده و دارای طول جغرافیایی از ۴۷ درجه و ۲۹ دقیقه الی ۴۷ درجه و ۴۴ دقیقه و عرض جغرافیایی آن از ۳۳ درجه و ۳ دقیقه الی ۳۳ درجه و ۱۵ دقیقه می‌باشد. (نگاره ۱)



نگاره ۱- موقعیت شهرستان پل دختر

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری اطلاعات و ابزارهای مورد نیاز برای مطالعه؛ در این مطالعه از داده‌های ماهواره P⁶ سنجنده LISS-III، از سری ماهواره‌های سنجنش از دور هندستان^(۹)، در ۱۷ شهریورماه ۱۳۸۶ (۷ سپتامبر ۲۰۰۷) که همزمان با عملیات نمونه برداری در منطقه بوده است، استفاده گردید. از مشخصات این سنجنده این است که دارای قدرت تفکیک زمینی ۲۳/۵ متر و قدرت تفکیک رادیومتری ۷ بیت و عرض تصویربرداری ۱۴۰ کیلومتر و مشتمل بر چهار بانده سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی می‌باشد. همچنین برای انتخاب نقاط نمونه برداری از نقشه‌های مبنای همچون سری‌های خاک منطقه، رودخانه، جاده‌ها، استفاده اراضی و اطلاعات زمین‌شناسی، خاکشناسی و هواشناسی منطقه نیز استفاده گردید. در ابتدا اطلاعات تک تک باندها، به طور جداگانه در محیط نرم‌افزار ILWIS (ver 3.3)، وارد شدند و سپس برای مجموع آنها یک فهرست نقشه^(۱۰) تشکیل شد تا تمام این باندها در آن قرار گرفته و آماده پردازش شوند.

پردازش اطلاعات ماهواره‌ای: در ابتدا برای تصویر منطقه، سیستم مختصات^(۱۱) واحدی تعیین و تعریف شد و تصویر منطقه دارای مختصات جهانی مرکاتور^(۱۲) و مختصات طول و عرض جغرافیایی^(۱۳) نیز شد. سپس خطای هندسی^(۱۴) تصویر، در ۶۰ نقطه زمین کنترل^(۱۵) و با دقتی در حدود کمتر از ۰/۵ پیکسل، با استفاده از نقشه رقومی شده راه‌های منطقه در باند اول تصویر انجام داده (نقشه به تصویر)^(۱۶) و سپس این تصویر مبنای کار برای باندهای دیگر قرار داده شد (تصویر به تصویر)^(۱۷). برای ترفیع خطای رادیومتری و اتمسفری^(۱۸)، ابتدا هیستوگرام باند مادون قرمز نزدیک (باند ۳) را ترسیم کرده و با توجه به آن مشخص شد که در نقاط پست و مرطوب مانند رودخانه و حوضچه‌های آب موجود در تصویر، دارای اعداد رقومی بسیار پایین بودند که بیانگر عدم احتیاج به تصحیح رادیومتری در تصویر بوده است. سپس منطقه مورد نظر بر روی تصویر

پوشش وسیع اطلاعات، بسیار مفید و مؤثر می‌باشد (Lopez et al., 2005) با استفاده از علایم طیفی بدست آمده از سطح خاک، اطلاعات اولیه‌ای را در اختیار ما قرار می‌دهند که می‌توان با استفاده از آنها، بسیاری از خصوصیات و ویژگی‌های خاک را مورد بررسی قرار داد (Dwived, 2001). مطالعات نشان می‌دهند که بازتاب‌های طیفی خاک در طیف‌های مرئی^(۲) و مادون قرمز نزدیک^(۳)، از ۰/۴ تا ۱/۱ میکرون و در مادون قرمز میانی^(۴) از ۱/۱ تا ۲/۵ میکرون، و همچنین در مادون قرمز حرارتی^(۵) از ۳ تا ۵ میکرون و ۸ تا ۱۲ میکرون، اطلاعات زیادی را در باره خاک ارائه می‌دهد (Viscarra et al., 2006) در اغلب موارد مشخص شده است که بافت خاک قادر است بر بازتاب آن اثر بگذارد و با استفاده از مطالعه رفتار طیفی خاک می‌توان به اطلاعاتی در مورد کیفیت خاک و ویژگی‌های آن بدست آورد و حتی به برآورد آنها پرداخت (Hoffer and Johannsen, 1969). همچنین در طی تحقیقی که در ۳۲۲ نمونه از خاکهای کشور اروگوئه انجام شد، با استفاده از تکنیک طیف سنجی مادون قرمز نزدیک^(۶)، همبستگی بین مقادیر شن، سیلت و رس با بازتاب طیفی خاک^(۷) در این محدوده به ترتیب: ۰/۹۰، ۰/۸۴ و ۰/۷۹ بدست آمد که در سطح احتمال ۱ درصد، کاملاً معنی دار بوده‌اند (Cozzolino and Moron, 2003). همچنین کربنات کلسیم یکی از مهم‌ترین عواملی است که باعث تشکیل نودولها و سخت کفه‌ها در سطح و یا اعماق خاک می‌شود و به تشکیل پوسته سطحی در خاک نیز کمک می‌کند (Le Bissonais, 1996) و می‌تواند بر رفتار طیفی خاک اثر بگذارد. آهک خاک دارای باند جذبی در طیف مادون قرمز میانی در حدود ۲۳۵۰ نانومتر می‌باشد و وجود آن در خاک بر انعکاس خاک در محدوده مرئی تا مادون قرمز میانی اثر می‌گذارد (Hunt and Salisbury, 1971). طی بررسی در خاک‌های اطراف اصفهان، جهت بررسی امکان تهیه نقشه برخی از خصوصیات شیمیایی خاک با استفاده از داده‌های رقومی سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست، مشخص شد که مقدار آهک خاک در این منطقه دارای همبستگی معنی دار با باندهای ۲، ۳، ۴ و ۵ می‌باشند و این همبستگی در سطح یک درصد معنی دار بوده است (اکبری و همکاران، ۱۳۸۵). در بررسی دیگری مشخص شده است که کربنات کلسیم، قادر است بر بازتاب سطحی خاک در طیف مرئی اثر بگذارد و با استفاده از روشهای طیف سنجی آزمایشگاهی^(۸)، مقدار کربنات کلسیم خاک در محدوده مرئی تا مادون قرمز با (R² = ۰/۹۵) برآورد شد (Gaffey, 1987). هدف از این تحقیق، بررسی بافت و آهک خاک با استفاده از داده‌های ماهواره IRS-P⁶ سنجنده LISS-III و نیز تعیین روابط همبستگی و رگرسیونی بین این خصوصیات با داده‌های ماهواره‌ای در منطقه پل دختر، می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه؛ انتخاب منطقه مورد مطالعه، با توجه به خصوصیات ژئومورفولوژیکی، فیزیوگرافی و ویژگی‌های خاک، به گونه‌ای انتخاب گردید که بتوان هدف اصلی تحقیق، «بررسی بافت و آهک خاک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای» را در آن عملی نمود. منطقه مورد بررسی در جنوب غربی استان لرستان واقع شده است و در واقع قسمتی از زیر حوضه کشکان و به تبع آن، حوضه آبریز کرخه را شامل می‌گردد. این منطقه که حوالی شهر

مورد مطالعه (حوالی شهر پل دختر)، رفته و با استفاده از موقعیت یاب جهانی^(۳۲) نقاط مورد نظر را پیدا کرده و در خاک‌های دست نخورده از دو عمق ۵-۵ و ۲۰-۵ سانتی متر، و در خاک‌های زراعی از عمق سطحی (به دلیل یک دست شدن بافت و مقادیر آهک)، در اثر فعالیت‌های دائمی شخم خاک (نمونه برداری انجام گردید).

عملیات آزمایشگاهی؛ پس از جمع آوری نمونه‌ها در پاکت‌های نایلونی، نمونه‌ها از پل دختر، به آزمایشگاه خاکشناسی واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انتقال داده شدند. خواص مورد نظر خاک برای تعیین در نمونه‌ها، شامل: بافت خاک و آهک خاک بوده‌اند. ابتدا نمونه‌های خاک به مدت ۴۸ ساعت در آزمایشگاه، پهن شده و در هوا خشک^(۳۳) گردید، پس از آن، نمونه‌ها تا حدی کوبیده شدند تا کلوخه‌های آن خرد شوند. سپس از لک ۲ میلی متری عبور داده شدند. برای تعیین اجزای بافت، از روش هیدرومتری و برای تعیین مقدار آهک از روش انحلال با اسید کلریدریک و تیتربا سود نرمال، استفاده گردید.

عملیات محاسباتی؛ در این مرحله، اطلاعات (اعداد رقومی)^(۳۴) نقاط نمونه برداری (۸۵ نقطه در عمق اول و ۳۸ نقطه در عمق دوم) به تصویر رنگی کاذب^(۳۵) که شامل چهار باند اصلی سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی می‌باشد، اطلاعات لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی و فاصله اقلیدسی از خط خاک به همراه اطلاعات بافت خاک و مقادیر آهک نمونه‌ها وارد محیط SPSS شده و نمودار پراکنندگی^(۳۶) هر باند با هر یک از این خصوصیات خاک، رسم گردید. سپس رابطه همبستگی بین اعداد رقومی بدست آمده و بافت و آهک خاک در جدولی به نام ماتریس همبستگی^(۳۷) ارائه گردید. پس از تشخیص ضرایب همبستگی بالا و معنی دار، رابطه رگرسیونی و ترکیب بهترین مدل برای آن ایجاد گردید و در نهایت، بر اساس ۱۰ نمونه در عمق اول و ۵ نمونه در عمق دوم، که برای تأیید کردن و محاسبه خطای عملیات نگاه داشته شدند، دقت و صحت این روابط با استفاده از مجذور میانگین خطا^(۳۸) و روش تطابق نمودار^(۳۹)، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

در ابتدا برای بررسی ارتباط بین اعداد رقومی به دست آمده از نقاط نمونه برداری شده در منطقه، در چهار باند طیفی و پردازش‌های انجام شده، با مقادیر بافت نمونه‌ها و آهک نمونه‌ها در دو عمق اول و دوم، از ماتریس همبستگی در محیط SPSS استفاده شد که خلاصه نتایج آن برای کل نمونه‌های عمق اول و دوم در جدول ۱ آمده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد؛

در عمق اول: بیشترین همبستگی رس با باند سبز، ۰/۷۲۲- بوده است و با PCI، ۰/۷۰۸- و با SLED فاقد هرگونه همبستگی معنی دار می‌باشد. مقادیر سیلت خاک منطقه، با SLED دارای رابطه بسیار ضعیفی بوده و ارتباط معنی داری با باندهای طیفی (حتی در سطح آماری ۵ درصد) و PCI، نبوده است و شن نیز، با باند سبز دارای بیشترین همبستگی به مقدار ۰/۴۷۲- و با PCI به مقدار ۰/۴۵۱- بوده و با SLED دارای رابطه معنی داری نبوده است. همچنین بیشترین همبستگی آهک منطقه، با باند

مشخص گردید و با استفاده از عملیات تقسیم بندی نقشه^(۱۹) منطقه مورد نظر از تصویر، مشخص و جدا گردید که این عملیات برای تمام باندها به طور جداگانه و با دادن حداقل و حداکثر سطرها و ستون‌ها و در نهایت تشکیل فهرست نقشه جدید برای منطقه، انجام گردید. پس از ایجاد تصویر کامل (چهار باندی) از منطقه مورد نظر، عملیات زیر بر روی این تصویر انجام گرفت: شاخص پوشش گیاهی با اختلاف نرمال شده^(۲۰)، تحلیل مؤلفه‌های اصلی^(۲۱)، طبقه بندی نظارت نشده^(۲۲) فاصله اقلیدسی از خط خاک^(۲۳).

مشخص کردن نقاط نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه

پس از انجام عملیات فوق، در نهایت چهار تصویر اصلی حاوی اطلاعات مختلفی از منطقه بدست آمد، که شامل:

- تصویر رنگی کاذب^(۲۴) از منطقه (با استفاده از سه باند ترتیبی قرمز، سبز، مادون قرمز نزدیک) و حاوی بازتاب کامل در سه طیف می‌باشد.

- لایه اول حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی^(۲۵) که با استفاده از چهار باند طیفی سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی ایجاد شده است و با استفاده از هیستوگرام مربوطه و بر اساس ارزش طیفی، عمل قسمت بندی^(۲۶) روی آن انجام شد.

- تصویر حاصل از طبقه بندی نظارت نشده، که بر اساس چهار باند طیفی و پنج خوشه^(۲۷) (کلاس)، تعریف گردید. از آنجایی که دقت در این تصویر پایین می‌باشد، لذا از این تصویر فقط برای داشتن اطلاعات کلی از وضعیت بازتاب منطقه آن استفاده گردید.

- تصویر حاصل از محاسبه فاصله اقلیدسی از خط خاک^(۲۸)، که با استفاده از دو باند طیفی قرمز و مادون قرمز نزدیک ایجاد شده است و سپس عمل قسمت بندی، بر اساس ارزش طیفی هر پیکسل، روی آن انجام شد.

از آنجایی که این تصاویر، دارای مقادیر متفاوتی از پوشش گیاهی می‌باشند، در نتیجه با استفاده از شاخص پوشش گیاهی به دست آمده، پیکسل‌های دارای پوشش گیاهی بالا، از تصاویر حذف می‌شوند تا نمونه برداری از این مناطق انجام‌پذیرد. برای تعیین نقاط نمونه‌برداری، تصویر رنگی کاذب، به علت بهتر نشان دادن پدیده‌های طیفی سطح زمین، مبنای کار قرار داده شد. در نهایت بر اساس واحدهای همگن رنگی^(۲۹) در تصویر رنگی کاذب و با اضافه کردن تصویر اطلاعاتی فاصله اقلیدسی از خط خاک و تصویر اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی، و نیز لایه‌های اطلاعاتی شامل: لایه استفاده اراضی، سربهای خاک، رودخانه، راه‌های اصلی و فرعی، به تصویر مبنای، به سبب بهتر مشخص کردن نقاط نمونه برداری شد و در نهایت، تعداد ۹۵ نقطه در تصویر کلی منطقه و با استفاده از روش طبقه بندی شده تصادفی^(۳۰) و با توزیع مناسب، انجام شد. سپس مختصات جغرافیایی نقاط تأیید شده بر روی تصویر (طول و عرض جغرافیایی)، در محیط ILWIS بدست آمد و ثبت گردید.

عملیات میدانی^(۳۱)؛ پس از انتخاب نقاط نمونه برداری بر روی تصویر نهایی و مشخص کردن مختصات جغرافیایی نقاط بر روی آن، به منطقه

جدول ۱- مقادیر همبستگی بافت و آهک خاک با باندهای اصلی، PC1 و SLED در نمونه‌های عمق اول و دوم

	Gr	R	NIR	SWIR	PC1	SLED
رس (۰-۵cm)	**-.۰/۷۲۲	**-.۰/۶۹۴	**-.۰/۶۵۰	**-.۰/۶۳۲	**-.۰/۷۰۸	-.۰/۰۶۴
سیلت (۰-۵cm)	.۰/۱۳۷	.۰/۱۵۸	.۰/۱۲۱	.۰/۱۷۰	.۰/۱۵۱	*.۰/۲۸۶
شن (۰-۵cm)	**۰/۴۷۲	**۰/۴۳۴	**۰/۴۲۷	**۰/۳۷۶	**۰/۴۵۱	-.۰/۱۶۵
آهک (۰-۵cm)	**-.۰/۶۲۵	**-.۰/۶۱۱	**-.۰/۷۱۶	**-.۰/۵۷۲	**-.۰/۶۵۱	-.۰/۰۰۲
رس (۵-۲۰cm)	**-.۰/۶۴۶	**-.۰/۶۸۴	**-.۰/۶۱۳	**-.۰/۵۹۷	**-.۰/۶۶۱	-.۰/۱۸۴
سیلت (۵-۲۰cm)	.۰/۱۰۶	.۰/۱۵۱	.۰/۱۷۱	.۰/۲۳۷	.۰/۱۵۱	.۰/۰۶۸
شن (۵-۲۰cm)	**۰/۴۳۴	**۰/۴۲۹	*.۰/۳۵۶	.۰/۲۹۰	**۰/۴۱۰	.۰/۰۹۴
آهک (۵-۲۰cm)	**-.۰/۵۷۸	**-.۰/۶۱۹	**-.۰/۶۰۴	**-.۰/۵۴۳	**-.۰/۶۰۶	-.۰/۰۹۸

Gr: باندهای سبز، R: باندهای قرمز، NIR: باندهای مادون قرمز نزدیک، SWIR: باندهای مادون قرمز میانی، PC1: لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی، SLED: فاصله اقلیدسی از خاک منطقه می‌باشد. مقادیر*: دارای ارتباط معنی دار در سطح آماري ۵ درصد و مقادیر***: دارای ارتباط معنی دار در سطح آماري ۱ درصد می‌باشند.

و نوع تعدیل شده^(۴۵) آن و کمترین خطای استاندارد از مقدار تخمینی^(۴۶) (خطای معیار برآورد)، بهترین رابطه‌ها بدست آمد. در این روابط مشخص شد که شن علی‌رغم دارا بودن همبستگی معنی دار با باندهای سبز و مادون قرمز و قرمز (حدود ۰/۴۴)، ولی به دلیل پایین بودن مقدار همبستگی و ضریب تبیین آن با باندها (R² حدود ۰/۲۱)، با وارد کردن شن در روابط رگرسیونی، سبب بالا رفتن مقادیر sig معادله (بیش از ۰/۳) و نیز افزایش خطای معیار برآورد شده و کاهش مقدار ضریب تبیین معادله می‌شود، لذا برای کاهش خطای برآورد، وارد معادلات نگردید. پس از تعیین معادلات، با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، مقادیر رس و آهک در هر دستگاه تخمین زده شد و با مقدار تعیین شده در آزمایشگاه (در نقاط شاهد در دو عمق)، جهت بررسی صحت معادلات، مقایسه گردید. برای بررسی صحت معادلات بدست آمده، از روش انطباق نمودار^(۴۷) و ریشه دوم میانگین خطا^(۴۸) در نرم افزارهای Excel و MATLAB استفاده گردید. مدل‌های بدست آمده به قرار زیرند:

۱- رابطه غیرخطی رس و آهک بر اساس دو باندهای سبز و مادون قرمز نزدیک در عمق اول:

$$\begin{aligned} Gr &= 250.57 - 6.35x + 0.141x^2 - 0.001x^3 - 3.55Y + 0.111Y^2 - \\ & 0.00Y^3 + 0.021XY \\ NIR &= 200.94 - 6.96Y + 0.214Y^2 - 0.002Y^3 - 0.006X^2 \\ (R^2_{nir} &= 0.727), (R^2_{Gr} = 0.717) \end{aligned}$$

بر اساس این دستگاه غیر خطی درجه سوم، مقادیر X (رس) با مقدار RMSE در حدود ۵/۷۲ و مقادیر Y (آهک) با EMSE در حدود ۵/۵۵ برآورد گردیدند. نمودار مقادیر تخمین زده شده نسبت به مقادیر واقعی در نگاره ۲، نمودار A1، A2 نشان داده شده است.

۲- رابطه غیرخطی رس و آهک بر اساس باندهای سبز و مادون قرمز نزدیک در عمق دوم:

$$\begin{aligned} Gr &= 173.31 - 0.705Y - 0.012x^2 (R^2 = 0.481) \\ NIR &= 202.67 - 5.67Y + 0.159Y^2 - 0.002Y^3 - 0.586X (R^2 = 0.481) \end{aligned}$$

بر اساس این دستگاه غیر خطی، مقادیر X (رس) با RMSE در حدود ۱۳/۷۴، و برای Y (آهک) در حدود ۱۲ در عمق دوم، برآورد شدند، که نمودار مقایسه‌ای آنها در نگاره ۲، نمودار B1، B2 نشان داده شده است.

مادون قرمز نزدیک و به مقدار ۰/۷۱۶- و با PC1 به مقدار ۰/۶۵۱- و با SLED فاقد رابطه معنی داری بوده است.

در عمق دوم: بیشترین همبستگی بافت، مربوط به رس با PC1 و باندهای قرمز با مقادیر ۰/۶۶۱- و ۰/۶۸۴- بوده است، آهک با باندهای قرمز و PC1 به مقدار ۰/۶۱۹- و ۰/۶۰۶- بوده و شن نیز دارای ارتباط کم با باندهای سبز و PC1 بوده است. با بررسی همبستگی‌های بدست آمده مشخص شد که مقادیر رس و شن و آهک منطقه (به جز سیلت)، دارای همبستگی‌های معنی داری با چهار باندهای اصلی و لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی بوده و لذا می‌توان بر اساس باندهایی که بیشترین اطلاعات و همبستگی‌ها را در خود جای می‌دهند به بررسی این ویژگی‌ها در خاک منطقه پرداخت. بر اساس جدول ۱، ملاحظه می‌شود که بهترین باندهای اطلاعاتی آنهایی می‌باشند که دارای همبستگی‌های بالاتری با ویژگی‌های مذکور می‌باشند. بنابراین، باندهای سبز و مادون قرمز نزدیک و قرمز، دارای بیشترین همبستگی با مقادیر بافت و آهک خاک در دو عمق خاک منطقه می‌باشند. از بین پردازش‌های انجام شده، فقط لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PC1)، دارای ارتباط معنی داری با بافت و آهک بوده است. با استفاده از تخمین منحنی^(۴۰) در نرم‌افزار SPSS مشخص شد که ارتباط بین این باندها و خصوصیات مذکور، در اولویت اول از توابع درجه سوم^(۴۱) پیروی می‌کند و غیر خطی^(۴۲) می‌باشد و در اولویت دوم از مدل‌های خطی تبعیت می‌کنند و از آنجایی که در باندهای اطلاعاتی، هر سه خصوصیت خاک، آهک و رس و شن تأثیر گذار می‌باشند، لذا برای بدست آوردن این رابطه از توابع رگرسیونی چند گانه^(۴۳) و از نوع درجه سوم استفاده گردید و در نهایت مدل‌های خطی نیز تعریف شد که دارای همبستگی و ضریب تبیین کمتری نسبت به مدل‌های درجه سوم بوده‌اند. در ۸۵ نمونه عمق اول، (از ۹۵ نقطه، ۱۰ نقطه برای بررسی دقت روابط استفاده شد)، و ۳۸ نمونه عمق دوم (از ۴۴ نمونه عمق دوم، ۵ نقطه برای تعیین دقت روابط استفاده شد)، روابط رگرسیونی چندگانه درجه سوم، بین مقادیر رس، آهک، شن و باندهای سبز، مادون قرمز نزدیک و قرمز ایجاد شد. بر اساس بیشترین مقادیر ضریب تبیین^(۴۴)

نمونه برداری:

$$\begin{cases} Gr = 187.74 - 0.883X - 0.733Y \quad (R^2 = 0.482) \\ R = 201.61 - 1.038X - 0.895Y \quad (R^2 = 0.544) \end{cases}$$

بر اساس این دستگاه خطی در عمق دوم مقادیر X (رس) با RMSE تقریبی ۱۰/۸۹ و Y (آهک) با مقدار خطای متوسط ۱۰/۲۲، برآورد گردیدند. نمودار مقایسه‌ای آنها در نگاره ۲، نمودار E1, E2 نشان داده شده است.

۶- رابطه رس و آهک خاک با لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PC1) در عمق دوم:

$$\begin{cases} PC1 = 308.46 - 2.101X \quad (R^2 = 0.434) \\ PC1 = 313.394 - 1.325Y - 0.021X^2 \quad (R^2 = 0.521) \end{cases}$$

در این دستگاه نیز، با استفاده از معادله اول، مقدار X به دست آمده و در معادله دوم قرار گرفته و مقدار Y نیز برآورد می‌گردد. بر این اساس، X (رس) با RMSE حدود ۹/۱۳ و Y (آهک) با مقدار خطای میانگین ۸/۷۵ در عمق دوم برآورد گردیدند، نمودار تطابق آنها در نگاره ۲، نمودار F2, F1 نشان داده شده است.

پس از انجام آنالیزهای آماری بر روی پارامترهای خاک و داده‌های ماهواره‌ای، مشخص گردید که رس و آهک خاک در لایه سطحی خاک، دارای رابطه معنی داری با باندهای اصلی و نیز با PC1 می‌باشند، که در عمق دوم از مقدار این همبستگی‌ها تا حد زیادی کاسته شده است.

۳- رابطه مقادیر رس و آهک خاک با لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PC1) در عمق اول:

$$\begin{cases} PC1 = 429.294 - 16.685 X + 0.479X^2 - 0.005X^3 \quad (R^2 = 0.683) \\ PC1 = 414.52 - 3.51X - 10.013Y + 308Y^2 - 0.004Y^3 + 0.701 \quad (R^2 = 0.702) \end{cases}$$

در این دستگاه، ابتدا با استفاده از معادله اول، مقدار X (رس) به دست آمده و سپس با قرار دادن آن در معادله دوم، مقدار Y (آهک) نیز به دست آمد. به این ترتیب در نقاط شاهد در عمق اول، مقدار X (رس) با RMSE تقریبی ۸/۵۴ و Y (آهک) با مقدار ۷/۸۵، برآورد شدند. نمودار مقایسه‌ای آنها در نگاره ۲، نمودار C1 و C2 نشان داده شده است.

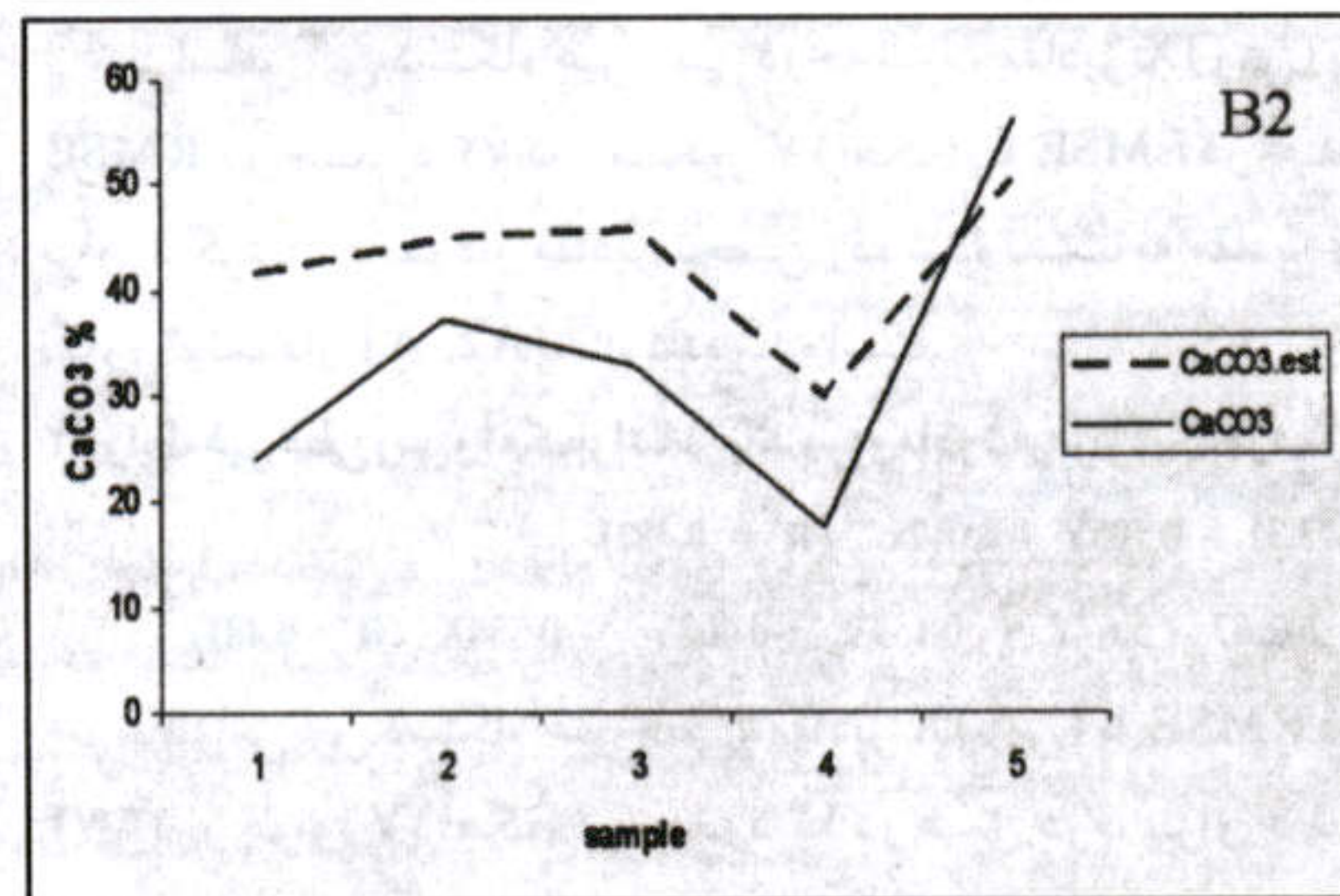
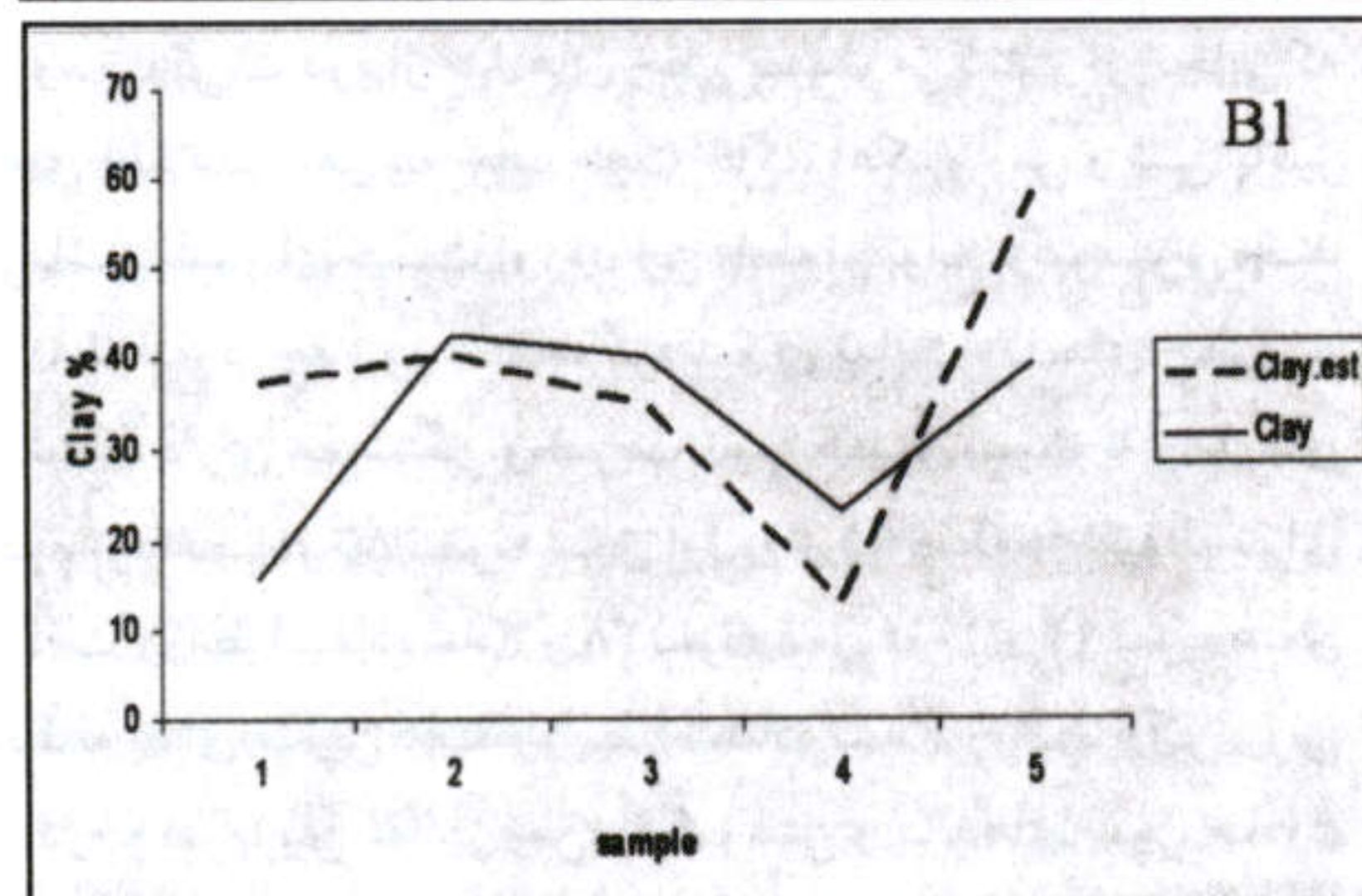
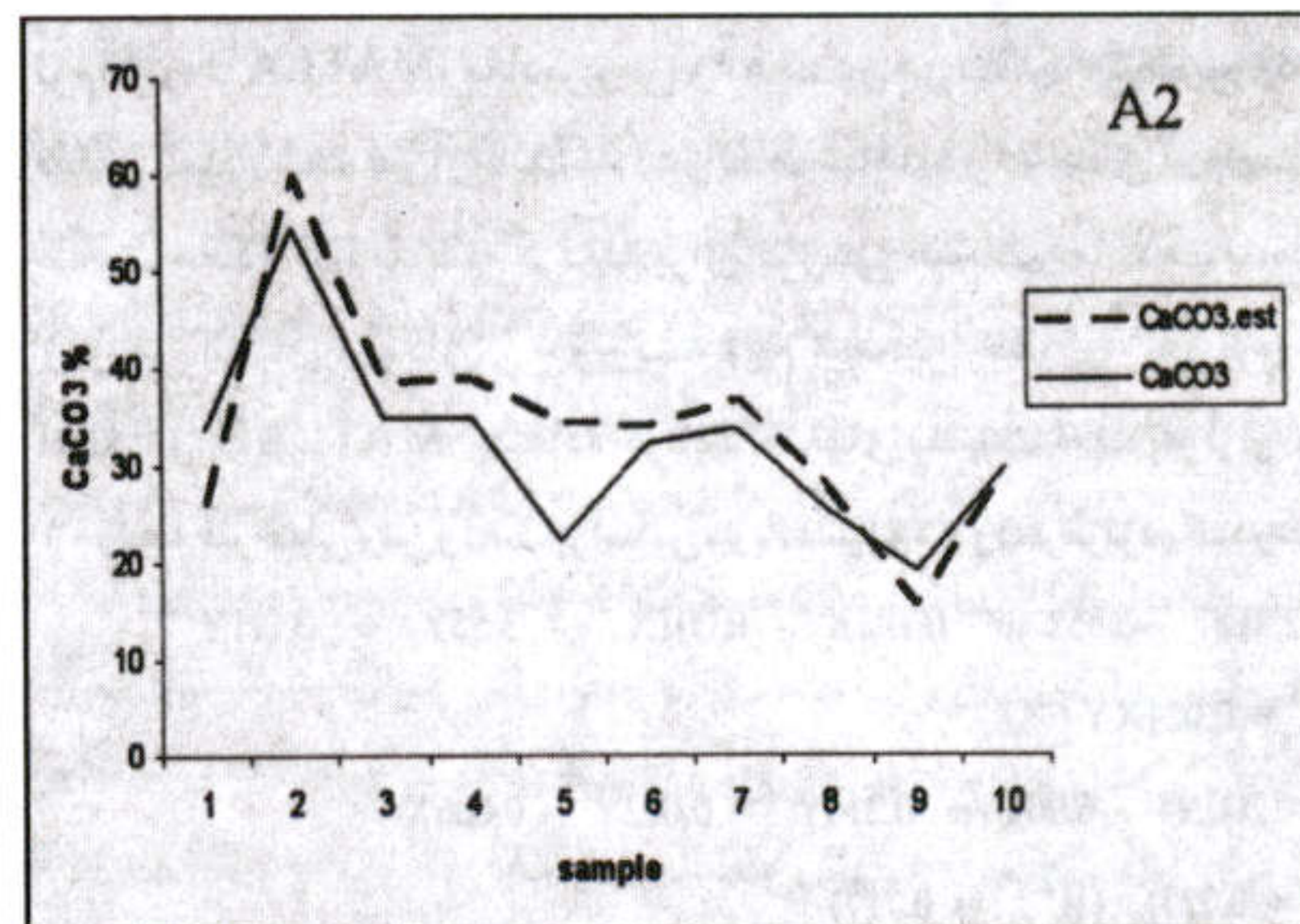
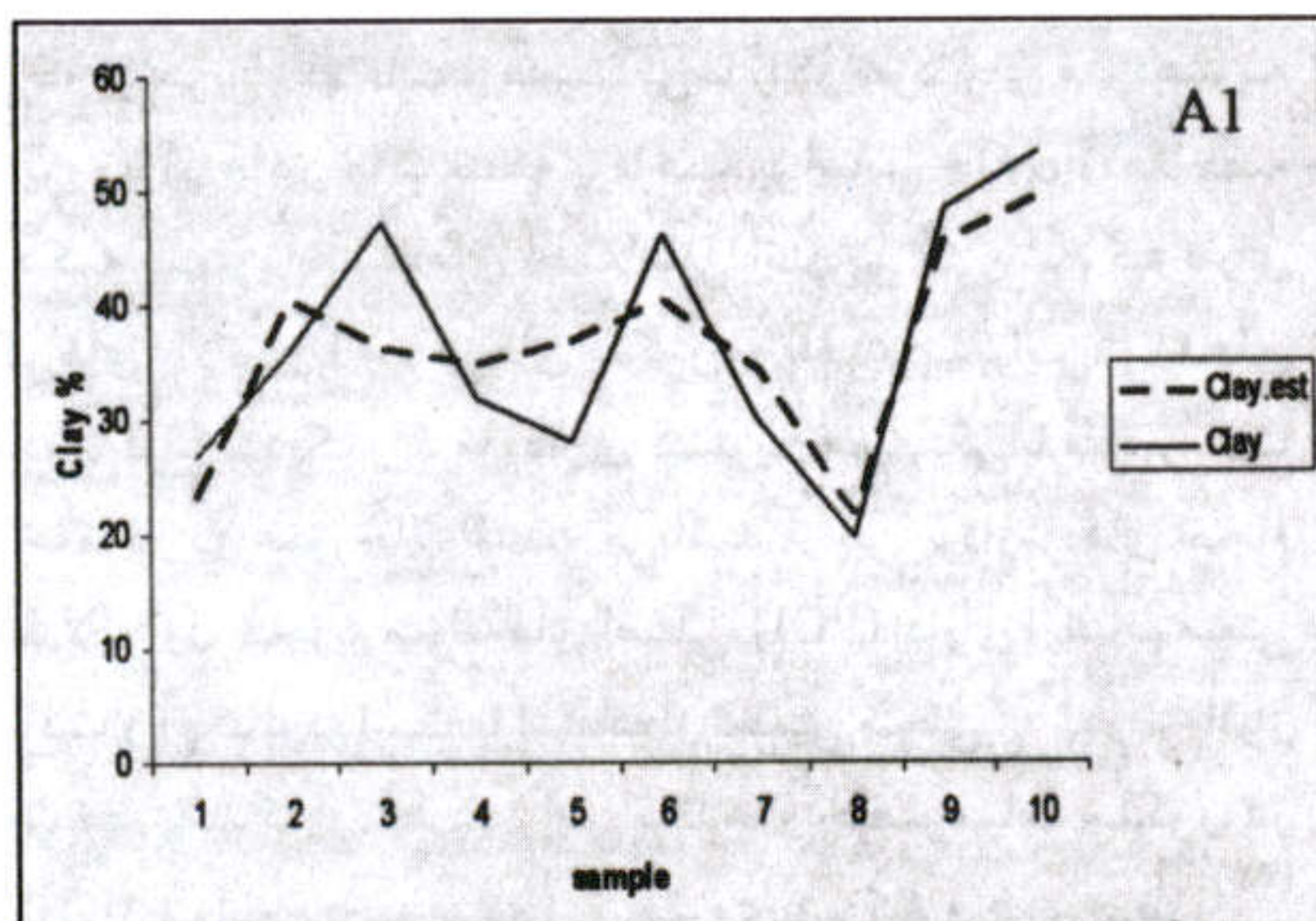
۴- رابطه خطی ساده مقادیر رس و آهک خاک با دو باند سبز و مادون قرمز نزدیک در عمق اول:

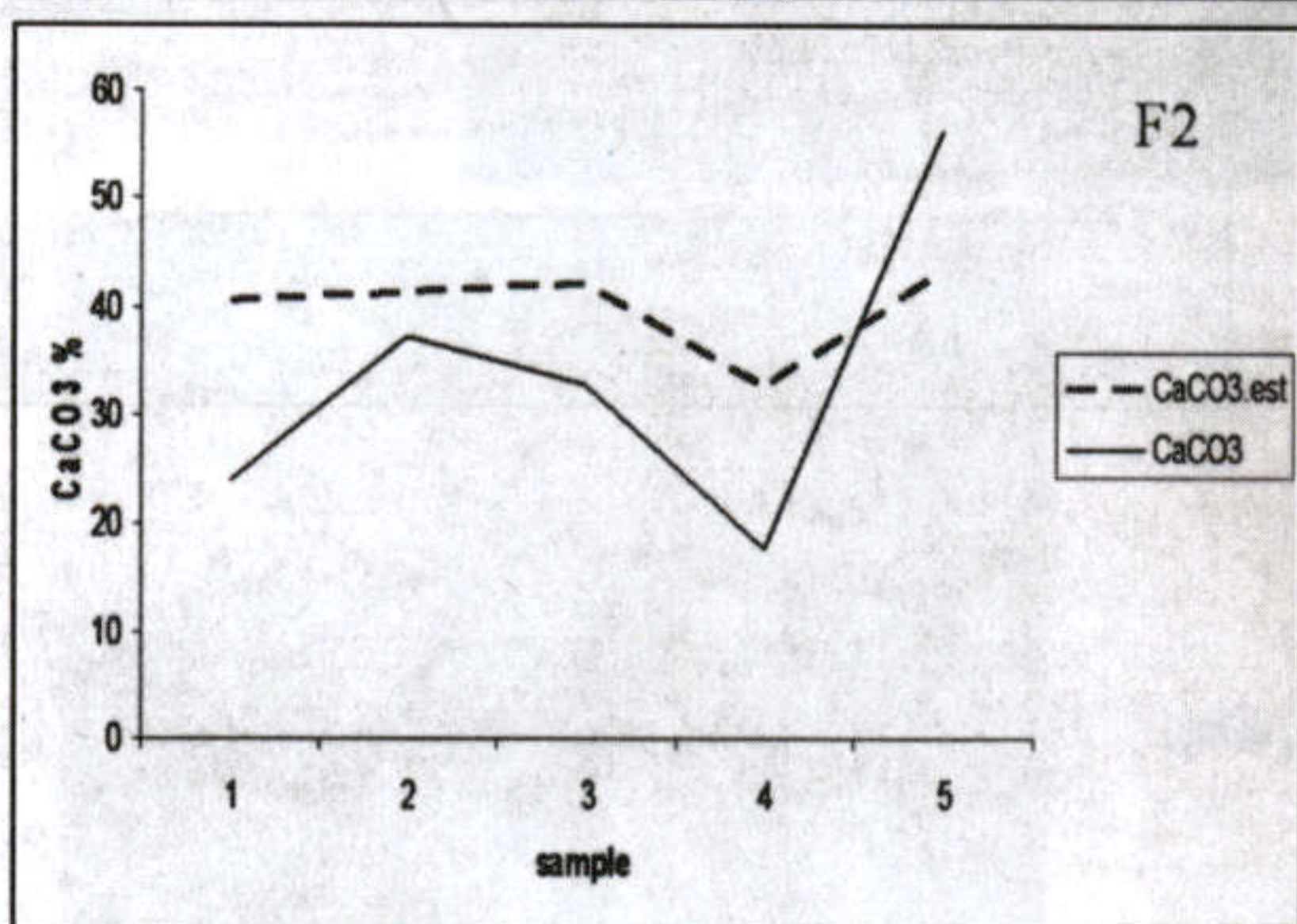
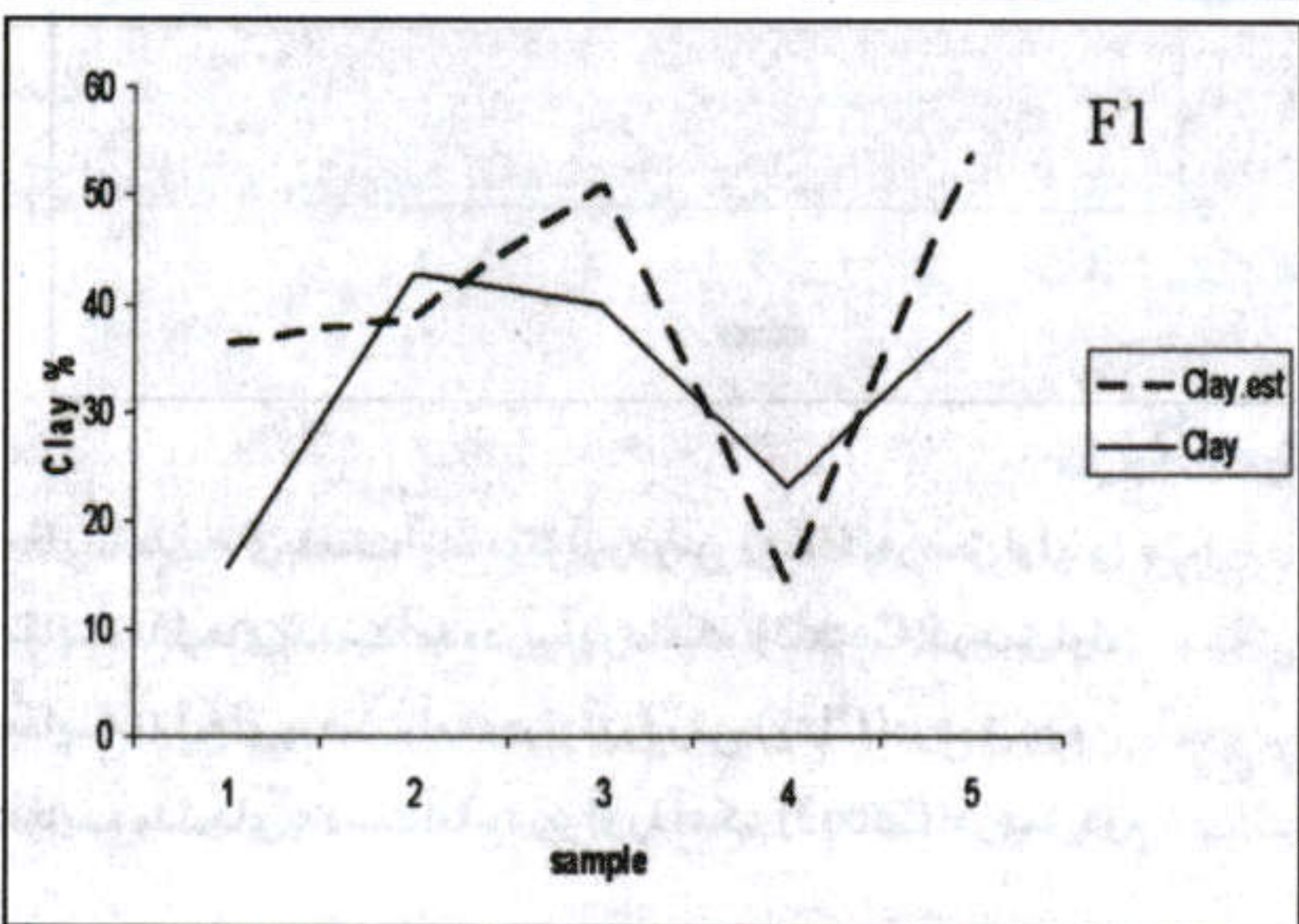
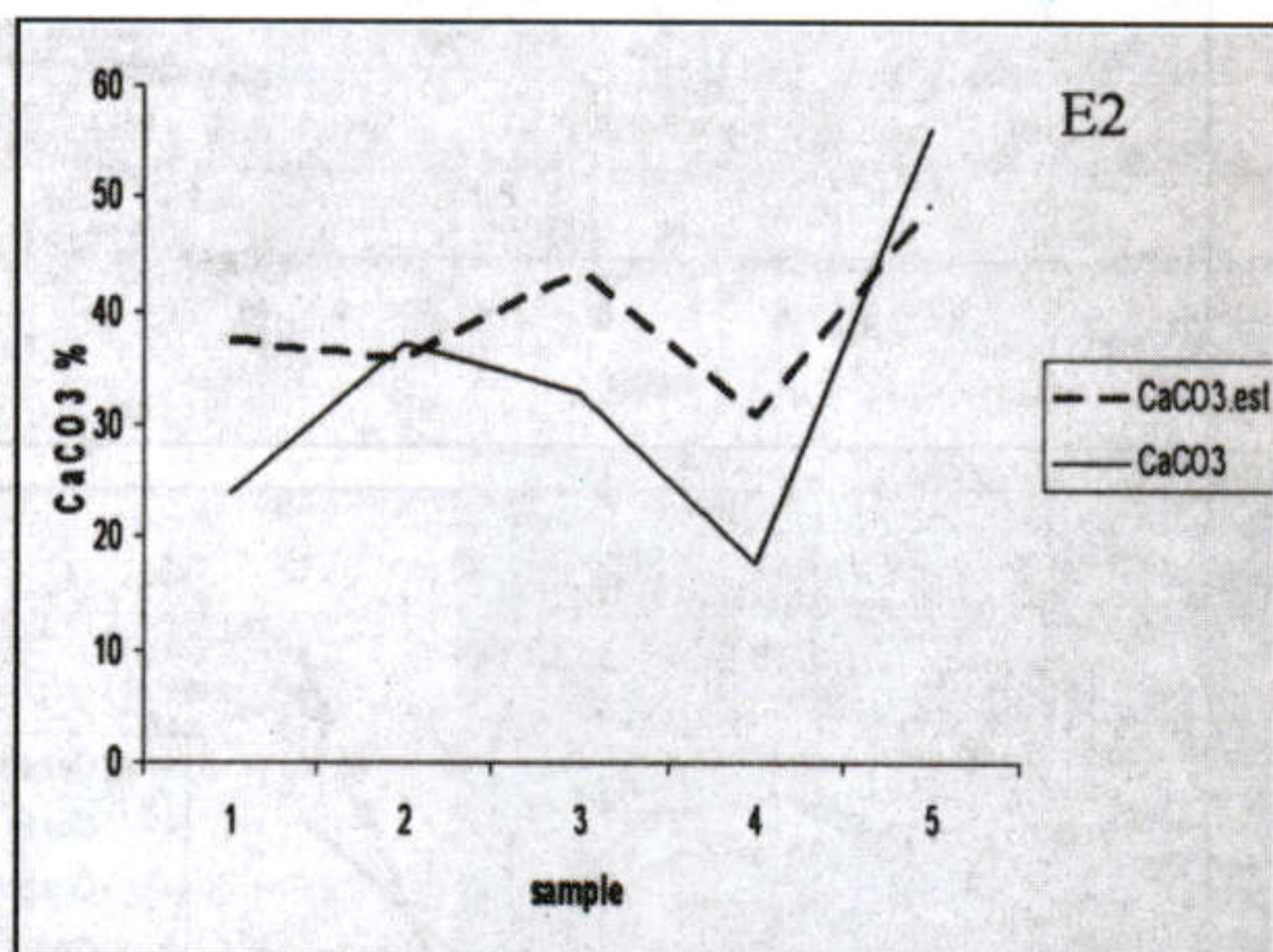
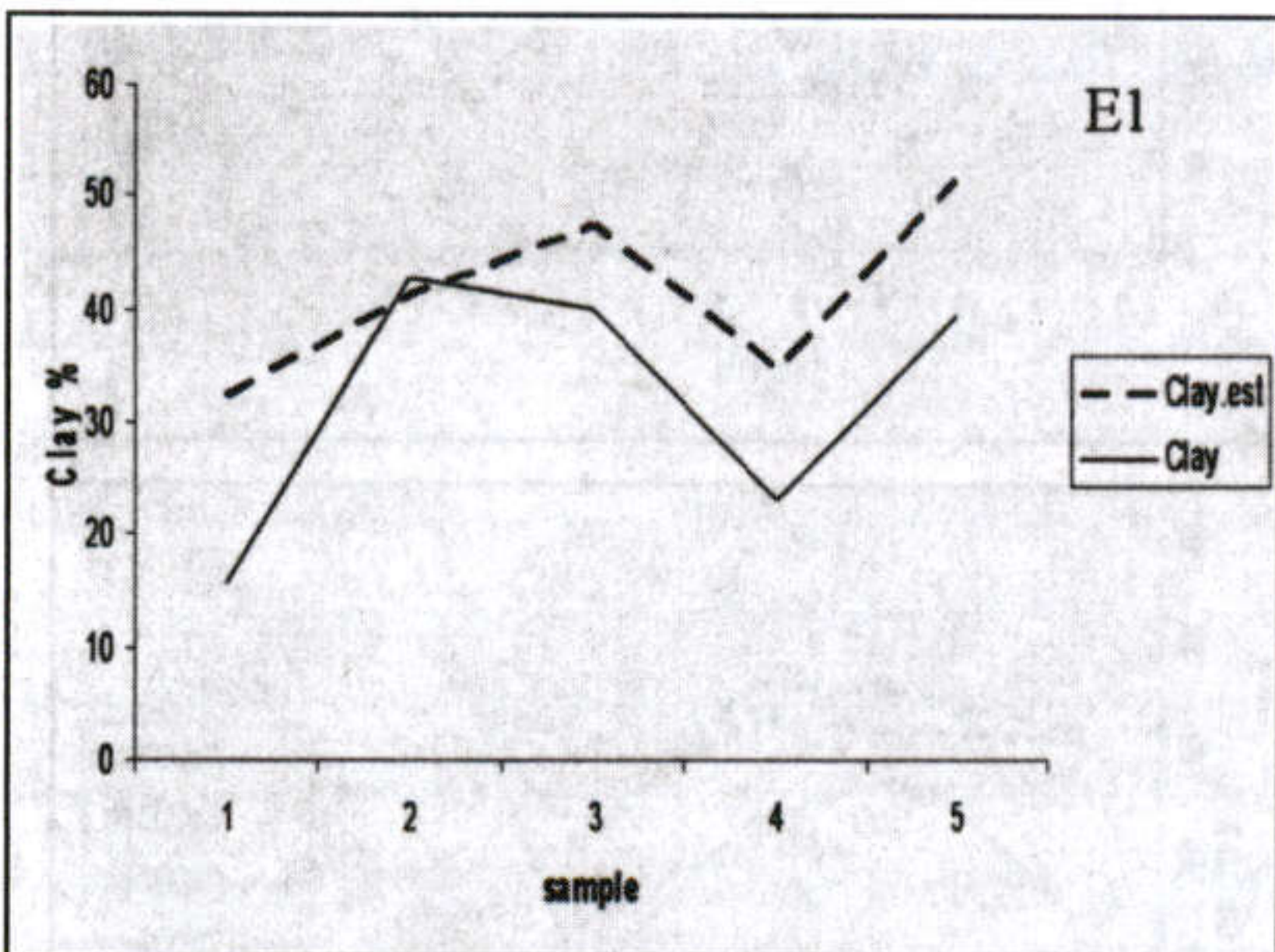
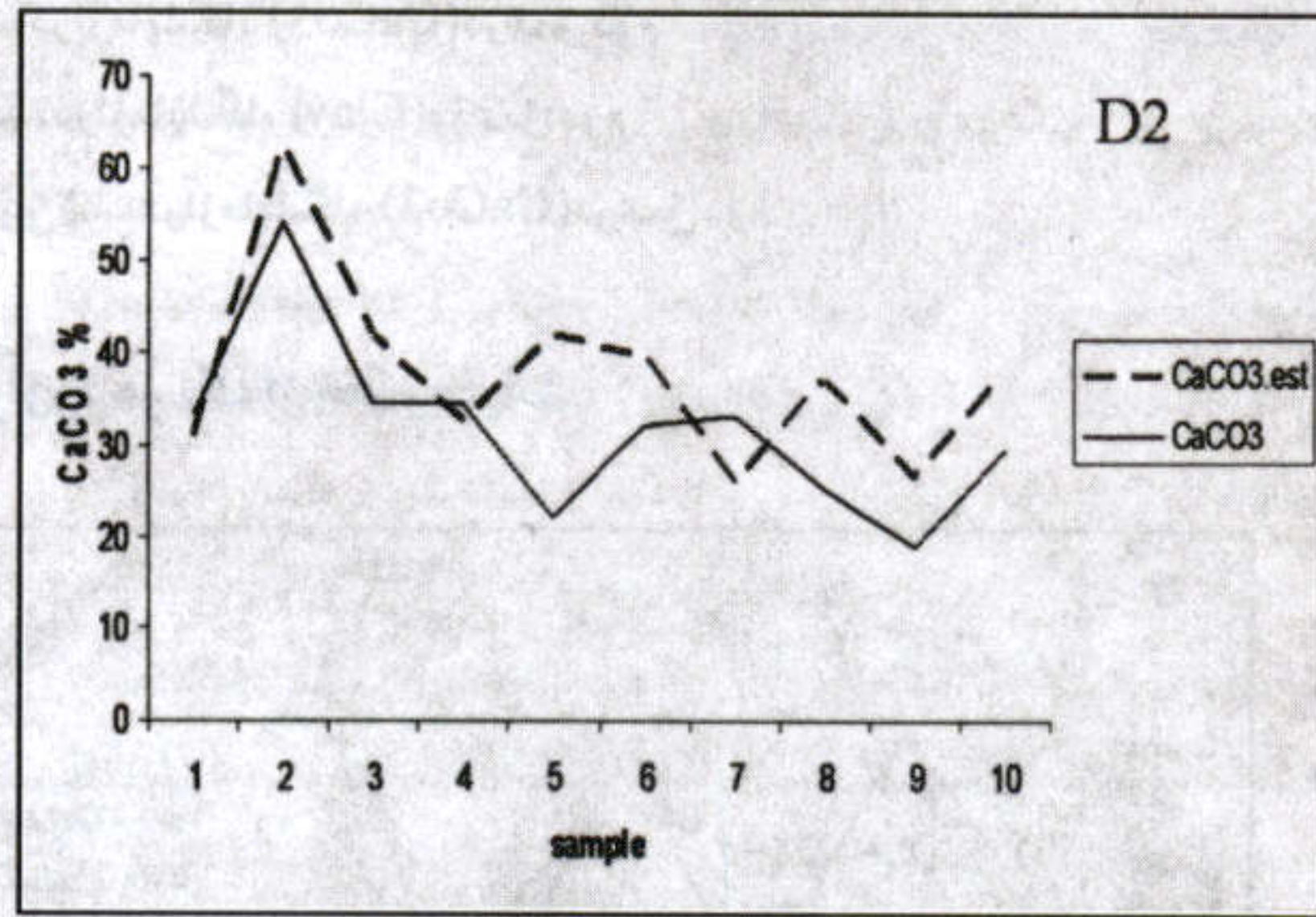
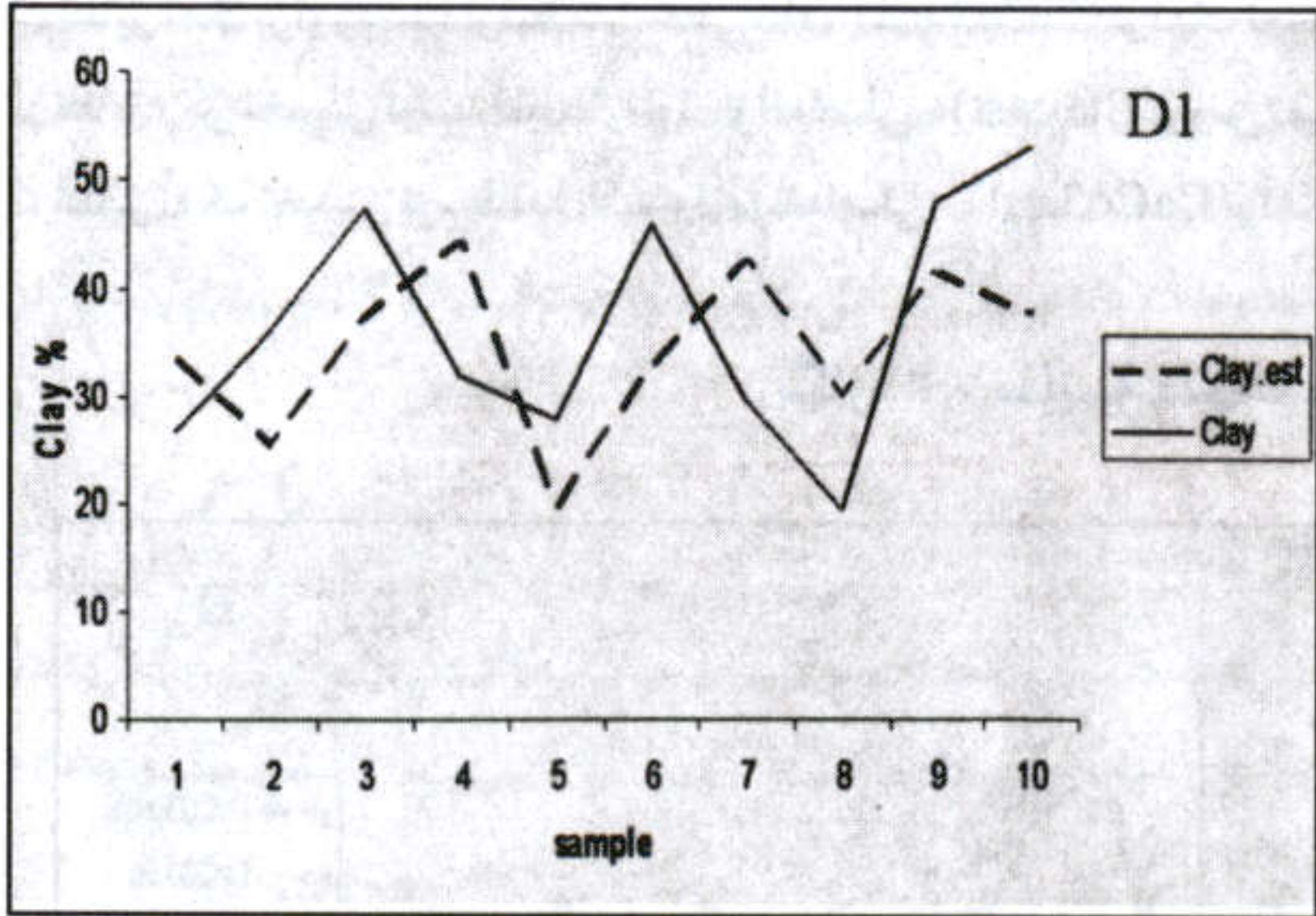
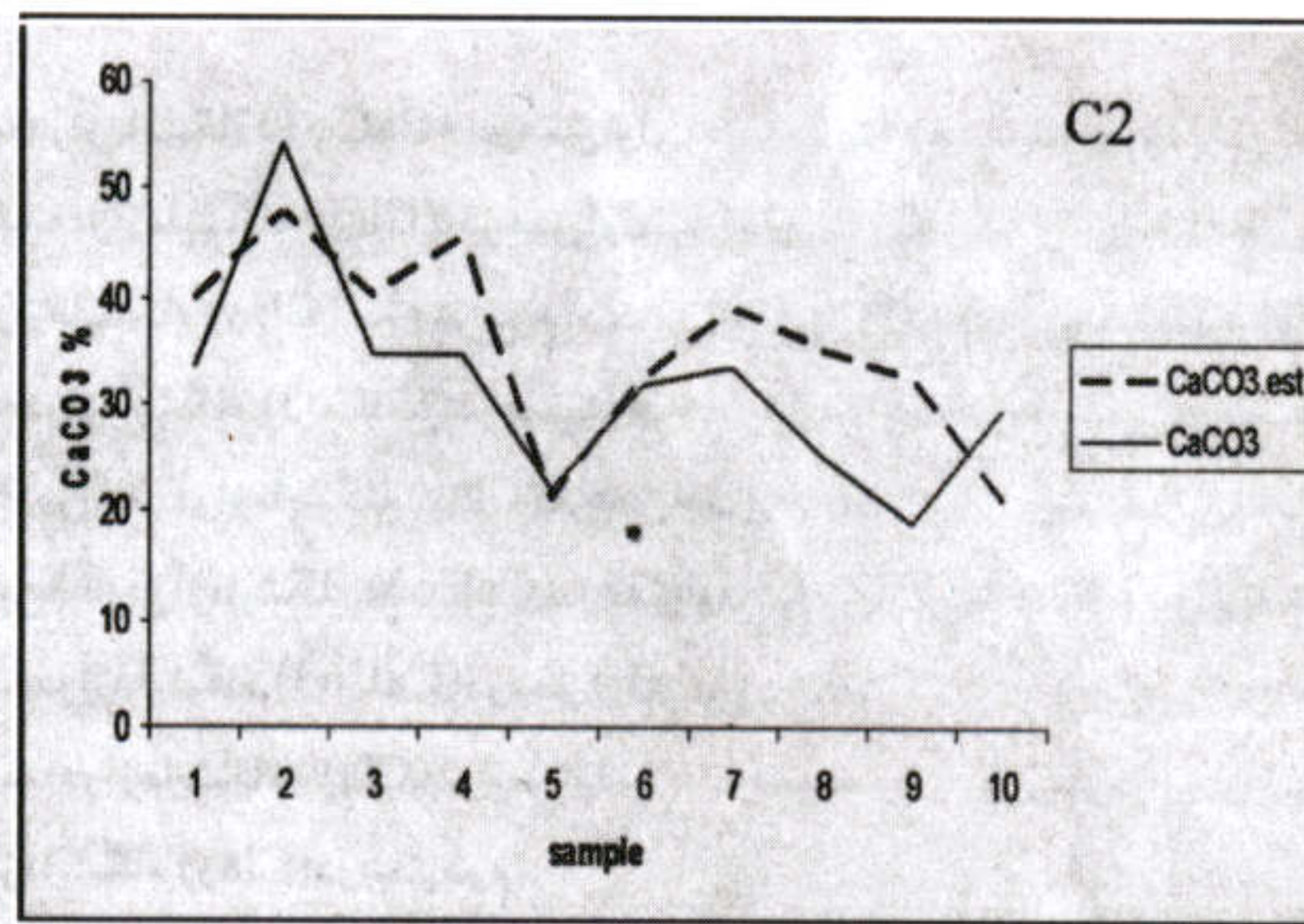
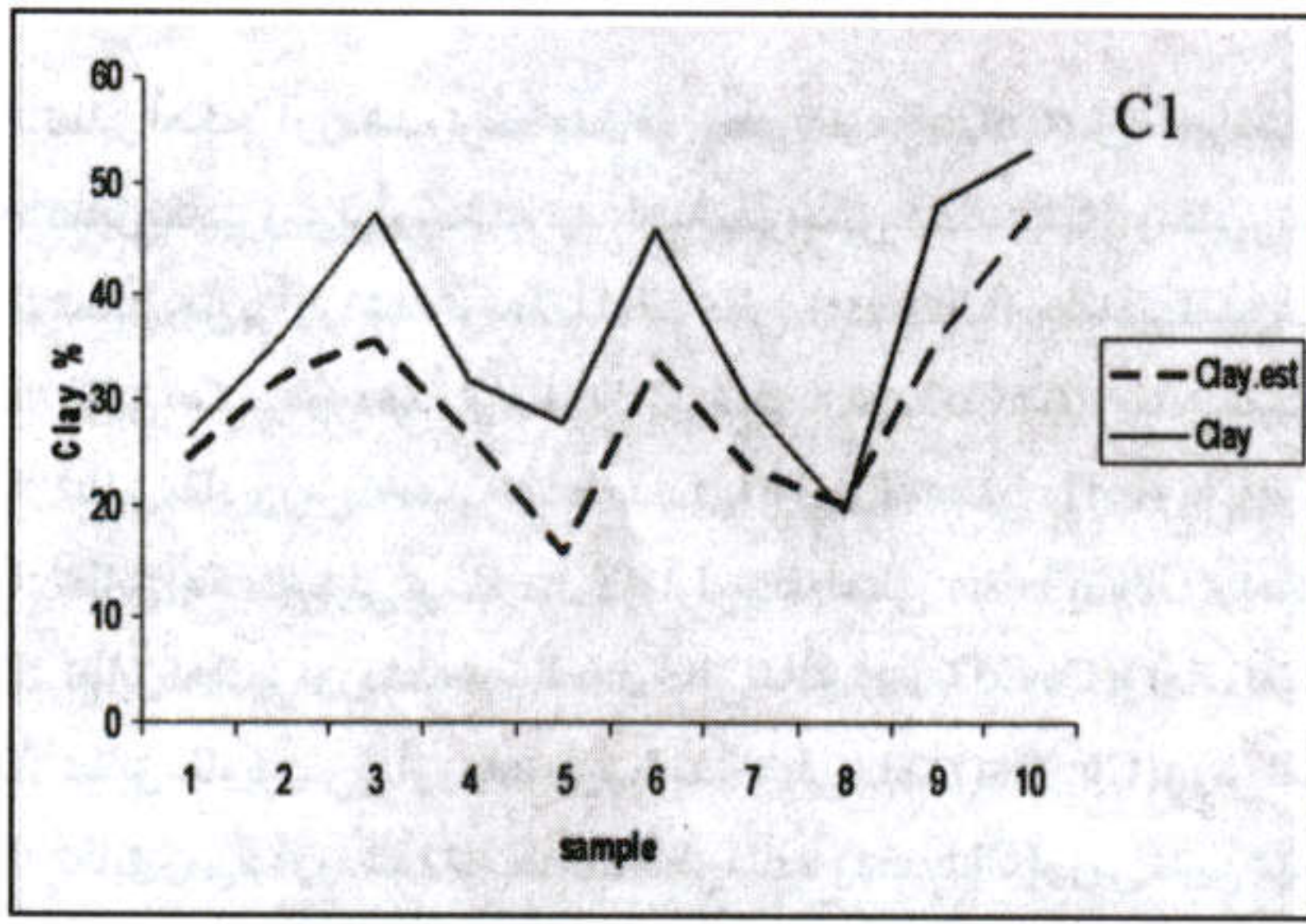
$$\begin{cases} Gr = 183.75 - 0.947X - 0.63Y \quad (R^2 = 0.615) \\ NIR = 148.88 - 0.016XY - 0.375Y \quad (R^2 = 0.619) \end{cases}$$

بر اساس این دستگاه خطی، مقادیر X (رس) با RMSE حدود ۱۱/۰۷ و Y (آهک) با RMSE در حدود ۹/۶۱ برآورد شدند که نمودار مطابقت آنها در نگاره ۲، نمودار D1, D2 آورده شده است.

۵- رابطه خطی ساده مقادیر رس و آهک خاک با باندهای سبز و قرمز در عمق دوم

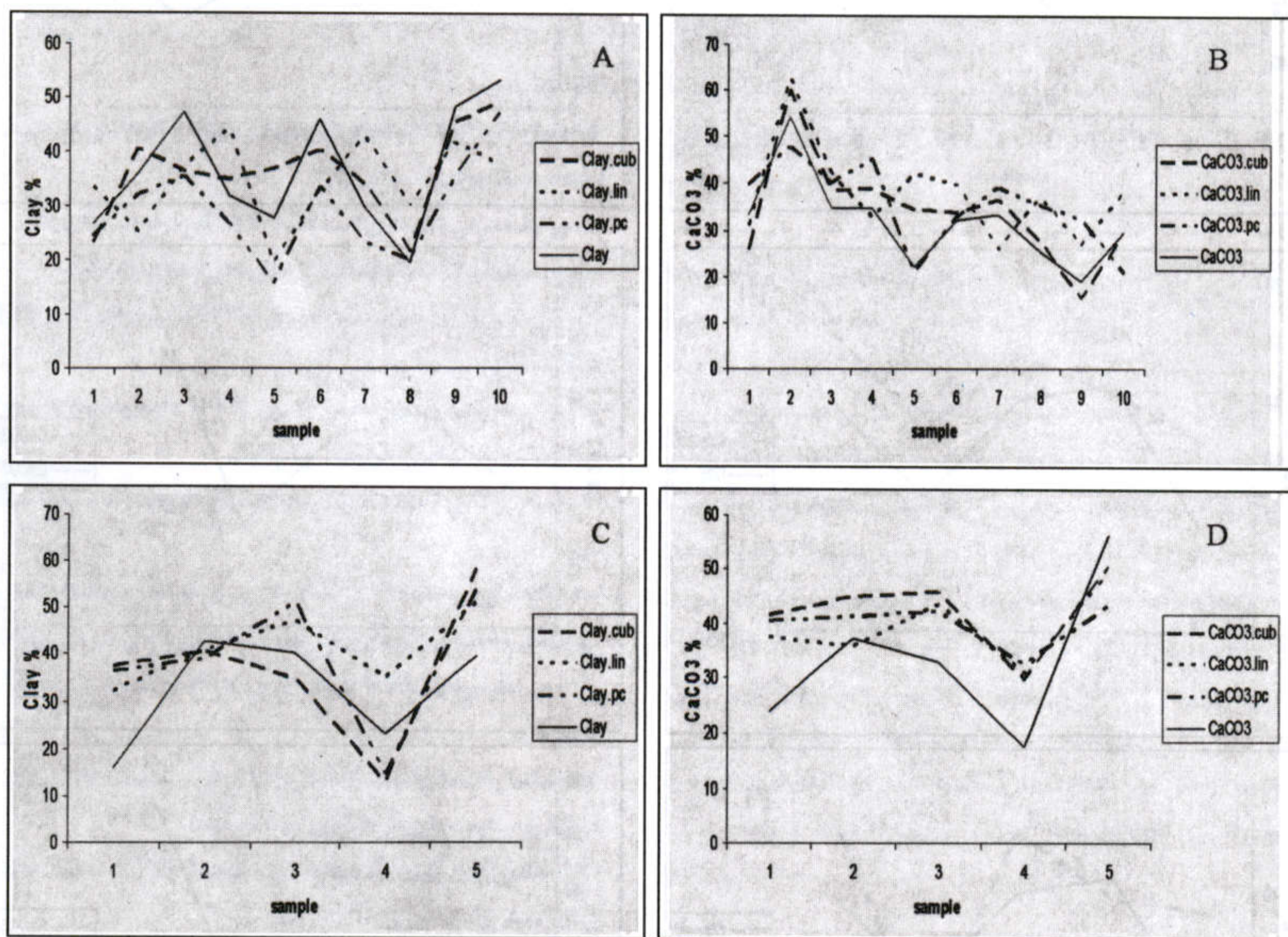
نگاره ۲- نمودارهای تطابق (مقایسه) مقادیر برآورد شده و مقادیر اصلی





- A2: تطابق آهک بر آورده شده توسط مدل غیرخطی (CaCo3.est) و مقادیر تعیین شده در آزمایشگاه (CaCo3) در عمق اول
 A1: تطابق مقادیر رس بر آورده شده توسط مدل غیرخطی (Clay.est) و مقادیر تعیین شده در آزمایشگاه (Clay) در عمق اول
 B1: تطابق رس بر آورده شده توسط مدل غیرخطی (Clay.est) و مقادیر تعیین شده در آزمایشگاه (Clay) در عمق دوم
 B2: تطابق آهک بر آورده شده توسط مدل غیرخطی (CaCo3.est) و مقادیر تعیین شده در آزمایشگاه (CaCo3) در عمق دوم
 C1: تطابق مقادیر رس تخمینی توسط مدل لایه اول مؤلفه اصلی (Clay.est) و رس تعیین شده در آزمایشگاه (Clay) در عمق اول
 C2: تطابق آهک تخمینی توسط مدل لایه اول مؤلفه اصلی (CaCo3.est) و آهک تعیین شده در آزمایشگاه (CaCo3) در عمق اول
 D2: تطابق آهک بر آورده شده توسط مدل خطی ساده (CaCo3.est) و آهک تعیین شده در آزمایشگاه (CaCo3) در عمق اول
 D1: تطابق مقادیر رس بر آورده شده توسط مدل خطی ساده (Clay.est) و رس تعیین شده در آزمایشگاه (Clay) در عمق اول
 E1: تطابق رس بر آورده شده توسط مدل خطی ساده (Clay.est) و رس تعیین شده در آزمایشگاه (Clay) در عمق دوم
 E2: تطابق آهک بر آورده شده توسط مدل خطی ساده (CaCo3.est) و آهک تعیین شده در آزمایشگاه (CaCo3) در عمق دوم
 F1: تطابق رس تخمینی توسط مدل لایه اول مؤلفه اصلی (Clay.est) و رس تعیین شده در آزمایشگاه (Clay) در عمق دوم
 F2: تطابق آهک تخمینی توسط مدل لایه اول مؤلفه اصلی (CaCo3.est) و آهک تعیین شده در آزمایشگاه (CaCo3) در عمق دوم

نگاره ۳ - مقایسه مدل‌ها در برآورد هر یک از خصوصیات



- A: مقایسه مدل‌های بدست آمده در برآورد رس (Clay) در عمق اول.
 B: مقایسه مدل‌های بدست آمده در برآورد آهک (CaCO3) در عمق اول
 C: مقایسه مدل‌های بدست آمده در برآورد رس (Clay) در عمق دوم
 D: مقایسه مدل‌های بدست آمده در برآورد آهک (CaCO3) در عمق دوم

جدول ۲- مجذور خطای میانگین (RMSE) در مدل‌های بدست آمده و در دو عمق نمونه برداری

	عمق اول (۵-۰ cm)			عمق دوم (۲۰-۵ cm)		
	مدل درجه سوم	مدل خطی	تجزیه مؤلفه اصلی	مدل درجه سوم	مدل خطی	تجزیه مؤلفه اصلی
رس	۵/۷۲	۱۱/۰۷	۸/۵۳	۱۳/۷۴	۱۰/۸۹	۹/۱۳
آهک	۵/۵۴	۹/۶۱	۷/۸۴	۱۱/۹۶	۱۰/۲۲	۸/۷۴

منابع

- اکبری، م.، مختاری، ک. و پورمنافی، س.، ۱۳۸۵. بررسی امکان تهیه نقشه‌های رقومی برخی از خصوصیات شیمیایی خاک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست ETM⁺. مقاله علمی پژوهشی.
- سمر، س. م.، ۱۳۷۷. رفع کلروز آهن درختان سیب از طریق تماس جزئی ریشه با مواد فاقد کربنات کلسیم، پایان‌نامه دکتری گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- علوی پناه، س. ک.، ۱۳۸۲. کاربرد سنسجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ص ۳۲-۲۸.
- ملکوتی، م. ج.، ۱۳۸۴. انگرشی بر حاصلخیزی خاکهای ایران، انتشارات سنا، ص ۱۸۳.
- Alavi Panah, S.K., 1997. Study of Soil Salinity in the Ardakan (Iran) based upon Field observations, remote sensing and GIS, University of Gent (ph.D. Thesis)
- Byron, J.R., 1994. Spectral encoding of soil texture: a new visualization method. GIS/LIS Proceeding, 94, 125-132.
- Cozzolino, D., Moron, A., 2003. The Potential of near-infrared reflectance Spectroscopy to analyse Soil chemical and physical characteristics. Journal of Agricultural Sciences, 140, 65-71
- Dwived I, R.S., Ramana, K.V., Thammappa S.S. and Sigh, A.N., 2001 The Utility of IRS-1IRS-1CLISS III and PAN-merged data for mapping salt affected soil, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing vol. 67, No.10, 1167-1175.
- Gaffey, S.J., 1987. Spectral reflectance of carbonate minerals in the visible and near infrared (0.35-2.55 μm): Anhydrous carbonate minerals. Journal of Geophysical Research, 92, 1429-1440.
- Hoffer, R.M. and Johannsen, C.J., 1969 Ecological Potentials in spectral Signatures analysis In: Johnson, P.L. (ed) Remote Sensing in Ecology Athens (USA): University of Georgia Press
- Hunt G.R. and Salisbury, J.W., 1971. Visible and near-infrared Spectra of minerals and rocks: II Carbonate Modern Geology, 2, 23-30
- Le Bissonnais, Y., 1996. Aggregate stability and assessment of crustability and erodability: 1. Theory and methodology. European Journal of Soil Science, 47, 425-437
- Leone A. and Escadafal, R., 2001, Statistical analysis of soil Color and Spectroradiometric data for hyperspectral remote Sensing of soil properties (example in a Southern Italy Mediterranean ecosystem). International Journal of Remote Sensing, 22 (12), PP.2311-2328.
- Lopez- Granados, F., Jurado-Exposito, M., Pena-Barragan, J.M., Garcia-Torres, L., 2005. Using geostatistical and remote sensing approaches for mapping Soil Properties. European Journal of Agronomy, 23 (3), PP. 279-289.

در نهایت، مشخص گردید که با استفاده از مدل‌های تعیین شده، که بر اساس داده‌های سنجنده LISS-III و اطلاعات خاک در منطقه پل دختر به دست آمده است، امکان بررسی و مطالعه (تقریبی) مقادیر رس و آهک خاک در این منطقه، وجود دارد.

برای این منظور روابط بر اساس باندهای اصلی (سبز، مادون قرمز نزدیک، قرمز) به دو شکل غیر خطی (که دارای ضریب تبیین تعدیل شده بالاتری بوده است) و خطی (که دارای ضریب تبیین تعدیل شده کمتری بوده است)، برای هر دو عمق به دست آمد و نیز بر اساس لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی نیز مدلی برای هر دو عمق بیان گردید.

بر اساس نمودارهای تطابق (GC) و مجذور میانگین خطای (RMSE) به دست آمده (جدول ۲)، مشخص شده است که بیشترین ارتباط مقادیر رس و آهک خاک در لایه سطحی (عمق اول ۵-۰ سانتی متر)، در جهت بررسی این پارامترها، به ترتیب با استفاده از مدل‌های درجه سوم باند سبز و مادون قرمز، لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی و مدل خطی باند سبز و مادون قرمز، قابل بررسی بوده است. همچنین برای بررسی این ویژگی‌ها در عمق دوم (۲۰-۵ سانتی متر) بهترین مدل‌ها به ترتیب: لایه اول تجزیه مؤلفه‌های اصلی، خطی ساده و درجه سوم بوده است (جدول ۲)، نمودارهای A، B، C و D در نگاره ۳، بیانگر مقایسه و اولویت هر کدام از این مدل‌ها در برآورد رس و آهک در منطقه، در مقایسه با مقادیر تعیین شده در آزمایشگاه می‌باشد.

در نمودارهای بالا، Clay, Clay.pc, Clay.lin, Clay.cub به ترتیب: مقادیر تخمینی رس با استفاده از مدل درجه سوم، مدل ساده خطی، لایه اول مؤلفه‌های اصلی و مقدار واقعی رس در نمونه‌های شاهد می‌باشد، همچنین مقادیر تخمینی آهک بر اساس مدل‌های درجه سوم، خطی، لایه مؤلفه‌های اصلی و مقدار واقعی آهک در نمونه‌های شاهد می‌باشند.

در نهایت طی این بررسی مشخص گردید که در منطقه پل دختر، مقادیر رس و آهک خاک دارای اثر غالبی بر بازتاب از سطح خاک بوده و به عبارت دیگر، انعکاس طیفی از سطح خاک در این منطقه، حاوی اطلاعات مهمی در مورد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مخصوصاً بافت و آهک خاک می‌باشد و از آنجایی که خاک‌های غالب منطقه دارای بافت سنگین و سنگ‌بستر آهکی می‌باشد، لذا دور از ذهن نمی‌باشد که رس و آهک، دارای تأثیر چشمگیری بر بازتاب سطحی خاک این منطقه باشند و بتوان با داده‌های ماهواره‌ای به بررسی و مطالعه این دو ویژگی مهم در خاک منطقه پرداخت.

- 38- Root mean Square error (RMSE)
- 39- Graph Conformity (GC)
- 40- Curve estimation
- 41- Cubic
- 42- Non linear
- 43- Multiple Regression functions
- 44- Coefficient of determination (R square)
- 45- Adjusted R square
- 46- Standard error of the estimate
- 47- Graph Conformity (GC)
- 48- Root mean Square error (RMSE)

- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy: A basic system of soil Classification for making and interpreting Soil Surveys. USDA Agricultural Handbook 436. Washington DC.
- Usery, E.L., Pocknee, S. and Boydell, B., 1995. Precision Farming data management using Geographic Information System. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 61 (11), 1383-1391.
- Viscarra Rossel, R.A., Walwoort, D.J.J., Mc Bratney, A.B., Janik L.K and Skjemstad, J.O., 2006b. Visible, near infrared, mid-infrared or Combined diffuse reflectance Spectroscopy for Simultaneous assessment of various soil Properties. Geoderma, 131, 59-75.
- Zhai, Y. and Thomasson, J.A., 2000. Intelligent algorithms distinguish soil patterns from remote sensing data. ASAE paper No. 003052, ASAE, st. Joseph, MI.

ادامه مقاله «کاربرد جغرافیا در مهندسی ارزش» از صفحه ۵۲

- پوشش گیاهی

بررسی پوشش گیاهان و شرایط اکولوژیک مورد نیاز رویش که با اهداف مختلف دنبال می شود، کاربردهای متفاوتی دارد. با آگاهی از مجموعه اهداف این بررسی ها، می توان کاربردهایی که مستقیماً در خدمت ایجاد فضایی مطبوع برای فعالیت و سکونت قرار می گیرد را شناسایی نمود. مهمترین این موارد زراعت، باغداری، ایجاد فضای سبز، تلطیف هوا و منظر سازی می باشد.

جمع بندی

مطالب مطرح شده در مقاله «کاربرد جغرافیا در مهندسی ارزش» پیش زمینه ای برای آشنایی با دانش جدید مهندسی ارزش برای رشته های علوم انسانی می باشد در این مقاله اشاره ای به مباحث مشترک مطالعاتی دانش جغرافیا و مهندسی ارزش شده است و تلاشی در جهت شناخت دانش جغرافیا به جامعه مهندسی ارزش ایران می باشد. در این مقاله به معرفی مختصری از مباحث پایه در جغرافیا پرداخته شده که در علوم مختلف کاربرد دارند. در این رابطه مشترکات جغرافیا و مهندسی ارزش در بحث فضا که یکی از موضوعات مهم جغرافیای کاربردی است به بالاترین سطح خود می رسد. در بحث فضا موضوعات اصلی مهندسی ارزش مانند تحلیل کارکرد، سنجش و ارزش گذاری مطرح می گردد. که امروزه در جغرافیای انسانی مورد توجه و تأکید بسیار قرار گرفته است.

منابع و مأخذ

- 1- www.hengam.net
- E-mail. Info @ hengam.net
- 2- 106-2560 Kingston Rd. Scarborough on MIM
- i18 Toronto Canada (Dr. S. Laridjani) Tel: 001416-9193664
- 3- Durkhih, E. The Rules of sociological Method & selected Texts on sociology & its Methods. and Intr. St lukes tr W.D. Halls, London: Macmillan 1982.
- 4- Giddens, Anthony & Held, "class structuration & class consciousness. "in Giddens & Held (eds.), Classes, Power, and Conflict, Classical & Contemporary Debates, Berkely: University of California Press, 1982.

پی نوشت

- 1- Remote Sensing
- 2- Visible
- 3- Near infrared
- 4- Short Wave infrared
- 5- Thermal infrared
- 6- Near infrared Soil reflectance Spectroscopy technique
- 7- Soil reflectance response
- 8- Laboratory Spectroscopy
- 9- Indian remote Sensing Satellite (IRS)
- 10- Map List
- 11- Coordinate System
- 12- Universal Transverse Mercator (UTM)
- 13- Latitude-Longitude
- 14- Geometric Correction
- 15- Ground Control Point
- 16- Map to image
- 17- Image to image
- 18- Haze Correction
- 19- Submap operation
- 20- Normalized difference Vegetation index (NDVI)
- 21- Principal Component analysis (PCA)
- 22- Unsupervised classification
- 23- soil line Euclidean distance (SLED)
- 24- False Color Composite (FCC)
- 25- PCA-1
- 26- Slicing
- 27- Cluster
- 28- Soil Line Euclidean Distance (SLED)
- 29- Photomorphic Units (PMU)
- 30- Stratified Randomized sampling (SRS)
- 31- Fieldwork
- 32- Global Positioning System (GPS)
- 33- Air dry
- 34- Digital number (DN)
- 35- False Color Composite (FCC)
- 36- Scatter Plot
- 37- Correlation matrix