



تعبیر و تفسیر تصاویر هوایی و ماهواره‌ای

(قسمت چهارم)

نوشته: Lilesand, Kiefer
برگردان: مهندس حمید المامیریان

میلادی به کار برده شدند. به طور کلی کاربردهای اولیه عکسهای هوایی به عنوان نقشه‌های مبنایی جهت تکمیل داده‌های زمین‌شناسی به ویژه جهت کاربری در اکتشافات نفتی بودند.

بعضی از کاربردهای تفسیری عکسهای هوایی در سال ۱۹۲۰ میلادی آغاز شد. از سال ۱۹۴۰ میلادی کاربرد تفسیر گونه‌های عکسهای هوایی برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و ارزیابی آنها گسترش یافته است. تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی شامل تشخیص شکل زمین، انواع سنگ، و ساختمان سنگ (شکاف، گسلها، چین خوردگیها) و نمایش واحدهای زمین‌شناسی و ساختار در روی یک نقشه یا شامل نمایش دیگر در ارتباط فضایی صحیح آنها با یکدیگر می‌گردد. اکتشافات منابع معدنی یک نوع فعالیت مهم تهیه نقشه زمین‌شناسی است.

از آنجائی که اکثریت ذخایر معدنی سطحی و نزدیک به سطح در مناطق قابل دسترسی زمین کشف شده‌اند. لذا تأکید فعلی بر روی موقعیت ذخایری که در اعماق زمین نهفته یا در مناطق غیر قابل دسترسی قرار دارند، می‌باشد. به طور کلی روشهای ژئوفیزیکی که نفوذ عمیق را در داخل زمین فراهم می‌کنند، جهت تعیین محل ذخایر بالقوه و گمانه‌هایی جهت تأیید وجود آنها مورد نیاز است.

به هر صورت، اکثر اطلاعات درباره مناطق بالقوه به منظور اکتشافات معادن می‌تواند به وسیله تفسیر عوارض سطحی بر روی عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای فراهم شوند. تفسیر چندمرحله‌ای تصویر اغلب در مطالعات زمین‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مفسر ممکن است با استفاده از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای در مقیاسهای ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۵۸,۰۰۰ کار خود را آغاز کند و سپس عکسهای هوایی مقیاس ۱:۱۳۰,۰۰۰ استریو اخذ شده از ارتفاع بالا را مورد بررسی قرار دهد.

برای تهیه نقشه‌های جزئی‌تر، ممکن است عکسهای هوایی استریو به

۲-۵) تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی

زمین دارای سطح بسیار پیچیده و متغییری است. برجستگیهای توپوگرافی و ترکیب مواد آن منعکس کننده بسترهای سنگی و مواد غیرجامدی است که در قسمت زیرین زمین قرار گرفته و همواره با تغییر عوامل درونی موجب تغییراتی بر روی سطح زمین می‌گردند. هر نوع سنگ، شکاف و یا شکستگی، ناشی از حرکات داخلی زمین بوده و هرگونه عارضه فرسایشی و یا رسوبی فرآیندی است که منجر به وجود آمدن آنها گردیده است.

اشخاصی که در پی تشریح و توصیف ساختمان و مواد زمین هستند باید اصول ژئومورفولوژی را درک کرده و قادر به فهم و تشخیص خصوصیات سطحی مواد مختلف و ساختمان آنها باشند. از طریق فرآیند تفسیر عکس هوایی و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی، مواد و ساختارها، قابل تمیز و ارزیابی خواهند بود.

تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی همیشه نیازمند میزان قابل توجهی تحقیقات میدانی خواهد بود، لکن فرآیند تهیه نقشه به میزان زیادی از طریق کاربری تفسیر عکس هوایی آسان می‌شود.

در اینجا ما به طور خلاصه کاربری تفسیر عکس هوایی در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک را تشریح می‌کنیم.

بخش (۲-۱۵) تا (۲-۲۰) یک پوشش مشروح‌تر این کاربری را فراهم می‌کند و شامل تعداد زیادی عکسهای هوایی استریو می‌گردد که نشانگر تفسیر عکس هوایی برای تشخیص و ارزیابی شکل زمین است.

تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی

اولین عکسهای هوایی اخذ شده از طریق هواپیما جهت تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی برای تهیه پوشش موزائیک شهر بن غازی لیبی در سال ۱۹۱۳

این نگاره یک عکس اخذ شده توسط فضابیمای اسکای لب از منطقه شمال غربی وی یومینگ و شرق ایداهو نشان می‌دهد. مناطقی که در سمت چپ و قسمت بالای تصویر دارای تِن‌های روشن هستند متعلق به منطقه وسیعی از دشت رودخانه استیک ایداهو بوده، که از رسوبات بازالت ناشی از آتش فشان تشکیل شده‌اند. منطقه تاریک و پوشیده از درخت در قسمت راست بالای تصویر، پارک ملی Yellowstone می‌باشد. در بخش زیرین و چپ پارک Yellowstone کوه‌های گراندستن و جلگه‌سوان هول قرار دارند. سنگهای رسوبی جابه‌جا شدهٔ محدوده وی یومینگ و رودخانه سالت می‌تواند در سمت چپ پایین و محدوده رودخانه wind در بخش راست پایین تصویر دیده شود.

بسیاری از مفسرین از شبکهٔ Ronchi برای تهیه نقشه، از خطوط حاصله از شکستگی زمین استفاده می‌کنند. شبکهٔ Ronchi «پراش‌سنجی» است که معمولاً با قدرت تفکیک ۷۸ خط در سانتی‌متر موجب واضح‌سازی یا حذف عوارض خطی روی یک تصویر می‌گردد.

هنگامی که یک تصویر از طریق شبکه فوق دیده می‌شود، یعنی هنگامی که شبکه نزدیک چشم قرار دارد، عوارض خطی موازی با شبکه به نظر پراکنده و حذف شده می‌آیند و عوارض خطی عمود بر شبکه به نظر واضح می‌رسند.

گرچه رؤیت تک عکس اغلب مناسب تهیه نقشه خطوط حاصله از شکستگی‌ها و گسله‌ها و پدیده‌های خطی طبیعی زمین می‌باشد، تهیه نقشه سنگ شناسی که مستلزم مشخص نمودن نوع سنگها است، به میزان زیادی با استفاده از تصاویر استریو امکان‌پذیر است.

فرآیند مشخص نمودن نوع سنگ و تهیه نقشه‌های مربوطه شامل بررسی تصاویر استریو به منظور تعیین شکل توپوگرافی زمین (شامل بافت و الگوی شبکه زهکشی)، تن تصویر، و پوشش طبیعی رویش گیاهی منطقه مورد مطالعه می‌گردد. در مناطقی که پوشش گیاهی وجود ندارد، اکثر گونه‌های سنگی براساس شکل توپوگرافی و خصوصیات طیفی آنها قابل تشخیص هستند، به ویژه هنگامی که بر روی فیلمهای رنگی و مادون قرمز رنگی نشان داده می‌شوند.

در مناطق رویش گیاهی، به علت غیرمرئی بودن سطوح سنگی، تشخیص سنگها مشکلتر می‌باشد و در این صورت لازم است مقدار بیشتری از جنبه‌های تغییرات در مناطقی که دارای پوشش گیاهی هستند، مورد بررسی قرار گیرد. از آنجائی که تقریباً هفتاد درصد سطح زمین از رویدنی‌ها پوشیده شده است لذا تشخیص واحدهای زمین‌شناسی از طریق جهت‌گیری «زیست‌شناسی جغرافیایی» بسیار مهم می‌باشد.

اساس «زیست‌شناسی جغرافیایی» رابطهٔ بین نیازمندی‌های مواد غذایی گیاهی و دو عامل مرتبط با هم می‌باشد. وجود مواد مغذی در خاک و خصوصیات فیزیکی خاک، شامل وجود رطوبت خاک، توزیع رویش گیاهی اغلب می‌تواند به عنوان یک شاخص غیرمستقیم ترکیب موادسنگی و خاک زیرسطحی مورد استفاده قرار گیرد. طریق زیست‌شناسی جغرافیایی جهت تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تلاش مشترک

مقیاسهای ۱:۲۰،۰۰۰ مورد استفاده قرار گیرد.

تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس نوعاً شامل تهیه نقشه سیمای کلی منطقه به ویژه عوارض خطی منطقه‌ای ایجاد شده ناشی از توازن خطی پدیده‌های زیست ریختی منطقه‌ای نظیر جویبارها، پر نگاهها، شکستگی سطوح زمین، رشته کوه‌ها و عوارضی که تِن آنها در بسیاری از مناطق مبین وجود شکافهای سطحی یا مناطق دارای گسله می‌باشند، می‌گردد. اکثر خطوط ناشی از شکستگی و گسله‌ها و پدیده‌های خطی طبیعی زمین تا چند صد کیلومتر ممکن است طول داشته باشند.

تهیه نقشه از شکستگی‌ها و گسله‌ها و پدیده‌های خطی طبیعی زمین در مطالعات منابع معدنی مهم می‌باشد زیرا بسیاری از رسوبات معدنی فلزی در امتداد مناطقی دارای شکستگی قرار گرفته‌اند.

عوامل مختلفی در آشکار شدن خطوط ناشی از شکستگی‌ها و گسله‌ها و پدیده‌های خطی طبیعی زمین کمک می‌کنند، یکی از مهمترین آنها رابطهٔ زاویه‌ای بین عارضهٔ خطی و منبع تابش نور می‌باشد.

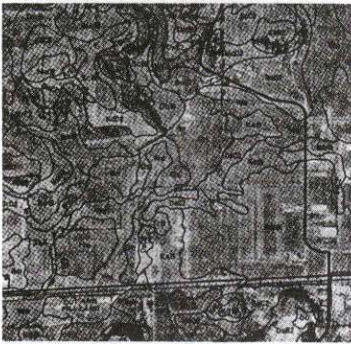
به طورکلی، عوارضی که به موازات منبع نور قرار گرفته‌اند به خوبی عوارضی که عمود بر جهت نور قرار گرفته‌اند، آشکار نمی‌گردند. زاویه تابش نسبتاً کم برای آشکار شدن توپوگرافی عوارض خطی دشوار ترجیح داده می‌شود. یک مثال از عکسبرداری اخذ شده با زاویه کم خورشید تحت شرایط زمستانی و هنگامی که زمین از برف پوشیده شده، در نگاره (۲-۱۶) نشان داده شده است.



نگاره (۲-۱۶): عکس اسکای لب ۴ مایل کم، منطقه شرقی ایداهو و شمال غربی وی یومینگ (شامل پارکهای یلوستون و پارک ملی گراندتتون)، گرفته شده در ساعت ۴ بعدازظهر ژانویه ۱۹۷۴، مقیاس تقریبی ۱:۵۰۰،۰۰۰، در مرکز عکس تکثیر شده از عکس رنگی (تصویر ناسا)

گوناگون را ترسیم می‌کنند و این فرآیند، شامل بررسیهای میدانی پروفیل‌های گوناگون خاک (مقاطع عرضی) و تشخیص و طبقه‌بندی اجزاء خاک، می‌گردد. تجربه دانشمندان خاکشناسی و آموزش، متکی بر ارزیابی رابطه خاکها با رویش گیاهی، مواد زمین‌شناسی مادر، شکل اراضی، وضعیت دورنمای زمین مورد نظر می‌باشد. تفسیر عکس هوایی از سال ۱۹۳۰ میلادی به منظور تسهیل در فرآیند تهیه نقشه خاک شناسی مورد استفاده قرار گرفته است. عکسهای هوایی سیاه و سفید در مقیاسی بین ۱:۱۵۸۴۰ تا ۱:۴۰۰۰۰ با عنوان مبانی تهیه نقشه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نقشه‌های بررسی خاک کشاورزی بخشهایی از ایالات متحده آمریکا توسط USDA از سال ۱۹۰۰ میلادی آماده شده است. اکثر نقشه‌های خاکشناسی که از سال ۱۹۵۷ م به چاپ رسیده است شامل نقشه‌های خاکشناسی چاپ شده بروی موزائیک عکسی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، ۱:۲۴۰۰۰، ۱:۱۵۸۴۰ یا ۱:۱۵۸۴۰ می‌باشند. آغاز نیمه سال ۱۹۸۰ میلادی، اطلاعات نقشه‌های خاکشناسی برای بسیاری از کشورها هم به صورت نقشه‌های خطی و هم به صورت فایل‌های رقمی قابل تغذیه در سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی آماده گردیده است. هدف اصلی این بررسیها فراهم نمودن کمکی فنی به کشاورزان و دامداران و عملیات کاشت و برداشت محصول و مرتع داری می‌باشد. نقشه‌های خاکشناسی چاپ شده، از سال ۱۹۵۷ میلادی شامل اطلاعاتی در خصوص تناسب هر یک از اجزاء خاک برای کاربردهای مختلف بوده است. آنها شامل اطلاعاتی برای اهدافی نظیر تخمین حداکثر محصولات کشاورزی متداول، ارزیابی تناسب مراتع، تعیین محصول (قابلیت تولید) اراضی جنگلی، بررسی شرایط محیط و حش، قضاوت تناسب کاربریهای تفریحی گوناگون و تعیین تناسب کاربریهای توسعه‌ای گوناگون، نظیر بزرگراهها، جاده‌ها و خیابانهای محلی، پی ساختمانها، و میادین جذب مخازن فاضلاب می‌گردد.

بخشی از نقشه‌های چاپی خاک توسط USDA در مقیاس ۱:۱۵۸۴۰ بروی زمینه موزائیک عکسی در نگاره (۲-۱۷) آمده است.



نگاره (۲-۱۷): بخشی از نقشه خاکشناسی USDA - ASCS، دان کانتی، ویسکون سین، مقیاس اصلی ۱:۱۵،۸۴۰ (۴ اینچ = ۱ مایل)

بین زمین‌شناسان، دانشمندان خاک و متخصصین «زیست‌شناسی جغرافیایی» را توصیه می‌کند که لازمه این کار آشنایی همه این متخصصان با سنجش از دور است. یکی از جنبه‌های مهم این روش تشخیص وضعیت غیر طبیعی رویدانها به علت وجود مناطق معدنی می‌باشد.

غیر طبیعی بودن جغرافیای گیاهی ممکن است به صورت مختلف بیان گردد:

- ۱) توزیع غیرعادی گونه‌ها و یا مجموعه‌های گیاهی؛
 - ۲) توقف رشد و یا کاهش پوشش زمین؛
 - ۳) تغییرات رنگ برگ و / یا فرآیند فیزوگرافیک که موجب تغییرات در رنگ برگ می‌گردد؛
 - ۴) تغییرات غیر طبیعی در سیکل پدیده‌شناسی، نظیر تغییر زودرس رنگ پوشش برگها و یا وضعیت در پاییز، تغییر در دوره غنچه نمودن و یا دیر جوانه زدن برگها در بهار.
- تغییرات غیر طبیعی رویشی به بهترین وجهی از طریق تجزیه و تحلیل عکسهای گرفته شده در زمانهای مختلف سال با تأکید بروی دوره رشد، از زمان جوانه زدن برگ در بهار تا برگ ریزان در فصل پاییز، تشخیص داده می‌شوند. با استفاده از این روش، شرایط رویش «نرمال» می‌تواند ایجاد شود و تشخیص شرایط غیر طبیعی آسان تر می‌گردد.
- بسیاری از زمین‌شناسان بر این باور هستند که انعکاس در باندهای طیفی با طول موج تقریبی ۱/۶ و ۲/۲ میکرومتر به ویژه برای اکتشافات معادن و تهیه نقشه سنگ شناسی مهم هستند. این باندها نمی‌توانند عکسبرداری شوند، لکن آنها قابل سنجش به وسیله سنسورهای نظیر TM^۳ و طیف سنح تصویر بردار هوایی می‌باشند. همچنین بررسی باندهای چندگانه باریک در محدوده طیفی مادون قرمز حرارتی نشانه‌های قوی در تشخیص و تمیز سنگ و انواع مواد معدنی دارد.

تهیه نقشه‌های خاکشناسی

بررسی جزئیات خاک، منبع اولیه اطلاعات درباره یک منطقه را تشکیل می‌دهد. بنابراین، آنها به طور گسترده‌ای در برنامه‌ریزی جامع کاربری زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تشخیص تناسب خاک برای فعالیتهای کاربری مختلف اراضی به منظور اجتناب از نابودی محیط زیست که در اثر کاربری نادرست اراضی بوجود می‌آید، ضروری است.

به طور خلاصه، چنانچه لازم است برنامه‌ریزی، یک وسیله مؤثر برای راهنمایی کاربری اراضی باشد، باید ابتدا براساس یک فهرست کامل منابع طبیعی تشریح شوند، داده‌های خاک بخش ضروری کوچکی از یک چنین فهرستی می‌باشد.

بررسی جزئیات خاک نتیجه مطالعه وسیع و گسترده دانشمندان معرج منابع خاک می‌باشد. تعیین اجزاء خاک، تفسیر عکسهای هوایی همراه با عملیات میدانی گسترده را تسهیل می‌نماید. دانشمندان خاک شناس با پیمایش بروی زمین، انواع خاک را مشخص می‌نمایند و محدوده خاکهای



نشان می‌دهد، که تقریباً ابعاد آن در طول یک فصل رشد معادل پانزده هکتار می‌باشد. بجز یک مساحت کوچک در بخش راست بالای تصویر، کل مزرعه به عنوان یک نوع خاک به وسیله USDA در نقشه مشخص شده است (اجزاء نقشه Bbb به همان صورت در نگاره (۲-۱۷) نشان داده شد و در جدول (۲-۶) توصیف شده است). مواد اصلی خاک در این مزرعه از ماسه و شن که در اثر ذوب یخ بر روی یک لایه از قشر زمین به ضخامت ۱۵ تا ۴۵ سانتی‌متر از خاک رس (خاک رس رسوب یافته در اثر باد) رسوب نموده، تشکیل یافته است.

حداکثر برجستگی ۲ متر و تغییرات شیب بین ۰ تا ۶ درصد می‌باشد. این مزرعه برای کاشت ذرت در ماه «می» در نظر گرفته شد و در ماه نوامبر برداشت گردید.

تصویر ۸ (a,b,c) تغییر در الگوهای رطوبت سطحی قابل رؤیت در خاک کشاورزی شده را در یک محدوده ۴۸ هکتاری اوایل تابستان نشان می‌دهد. در طول این مدت، ذرتهای رشد کرده در حد ده سانتی‌متر ارتفاع داشتند و در نتیجه اکثر سطح مزرعه خاک مرزوعی بود.

در ۲۹ ماه ژوئن در منطقه حدود ۵/۲ سانتی‌متر بارندگی شد. در سی‌ام ماه «ژوئن»، هنگامی که عکس در تصویر ۸ (a) ظاهر گشت، سطح خاک

جدول (۲-۶) نمونه‌ای از انواع اطلاعات خاک و تفسیرهای مربوطه را در گزارش بررسی خاک USDA نشان می‌دهد. این نقشه و جدول، شرایط طبیعی خاک و تناسب محدوده‌های زمینی گوناگون را که به میزان زیادی در مسافت‌های کوتاه تغییرات دارند، به کاربران نشان می‌دهد.

اکثر اطلاعات تفسیری خاک (نظیر اطلاعات نشان‌داده شده در جدول (۲-۶)) مانند داده‌های نقشه‌های خاکشناسی در فایل‌های کامپیوتری آماده شده است.

انعکاس نور خورشید از سطوح خاکی غیر مرزوعی (بایر) به عوامل بسیاری از جمله میزان رطوبت خاک، بافت خاک، سختی سطح، وجود اکسید آهن و مواد آلی در خاک بستگی دارد.

ممکن است یک واحد از خاک غیر مرزوعی در روزهای مختلف از سال در عکسهای مختلف به صورت قابل توجهی با یکدیگر تفاوت داشته باشد که البته این موضوع تا حد زیادی به میزان رطوبت خاک بستگی دارد. همچنین، همین که مساحت منطبقه رویش گیاهی (برگها و غیره) در طول فصل رشد افزایش می‌یابد، انعکاس منظره بیشتر ناشی از خصوصیات گیاهی می‌باشد تا نسبت به نوع خاک.

تصویر ۸، اختلاف بسیار شدید ظاهری یکی از مزارع کشاورزی را

جدول (۲-۶): اطلاعات خاک و تعبیر و تفسیر برای پنج نوع خاک نشان داده شده در نگاره (۲-۱۷)

واحد	نام خاک	شرح خاک	عمق نسبت به سطح آب	محصول	میدانین	مناطق	چگونگی کشتی رانی
(۷-۱۷)				کیلودر هکتار (kg/ha)			
Bbb	لای رس دار با تاویا ۱۰۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر لای > ۱۵۰ cm	طبقه زیربستر شنی بر روی ماسه‌های که متورق و شن		۸۷۰۰	متوسط	ناچیز	ناچیز
Ho	کودهوگتن	ضخامت کود حداقل ۱۵۰ سانتی‌متر	۰-۳ cm	۱۱۰۰ (هنگامی که خیلی شدید زهکش است)	خیلی شدید	خیلی شدید	شدید
KrE2	شیب ۲۰ تا ۳۵ درصد لای روی تیل یخچال لای رس دار	خاکهای کیدر تقریباً ۶۰ سانتی‌متر	> ۱۵۰ cm	متناسب نیست	شدید	شدید	شدید
MdB	لای رس دار مکه‌تری ۲۵ تا ۴۰ سانتی‌متر	شیب ۶ تا ۲۰ درصد لای روی تیل یخچال لای رس دار	> ۱۵۰ cm	۷۰۰۰	ناچیز	ناچیز	ناچیز
Wa	رس لای دار و اکوستاکس رس و شن لای دار	رس لای دار و خاک رس و شن دار	۰-۳ cm	۷۰۰۰	خیلی شدید	خیلی شدید	شدید

منبع: از USDA مربوط به دان کانتی، ویس کانتین، گزارش بررسی خاک

در طول ماههای جولای، آگوست و سپتامبر مقدار بسیار کمی بارندگی بود و رشد ذرت در طول این زمانها به میزان رطوبت ذخیره شده در خاک بستگی داشت. در مناطق خشک، ذرت رنگ زرد روشنی داشت، برگ و ساقه‌های ذرت در حال خشک شدن بود و رنگ آنها به قهوه‌ای می‌گرایید. ذرتها در مناطق مرطوبتر هنوز سبز و در حال رشد بودند و در عکس به رنگ صورتی و قرمز درآمد بودند. به شباهت عجیب الگوی خاک مرطوب و خشک (8c) در مقایسه با مناطق کاشته شده ذرت که به رنگ سبز و قهوه‌ای می‌باشند، توجه کنید 8 (e). الگوی مشاهده شده در عکس ماه سپتامبر 8 (e) در عکس ماه اکتبر تکرار می‌شود 8 (f). به هر صورت، مناطق وسیعتری از ذرتهای خشک در ماه اکتبر دیده می‌شود. براساس این عکسها، یک خاک شناس می‌توانست شرایط رطوبت خاک را در این مزرعه به چهار طبقه تقسیم کند. به طوری که در نگاره (2-18) نشان داده شده است.

با بررسی میدانی مناطق انتخاب شده در هر یک از چهار طبقه، اطلاعات جدول (2-7) به دست آمده است. توجه کنید که در واحد دوم برداشت محصول ذرت 50 درصد از واحد چهارم بیشتر است.

این عکسهای پی در پی اخذ شده در طول یک فصل رشد و زمانهای خاصی از سال، برای تهیه نقشه خاک از طریق عکسبرداری هوایی از سایر روشها مناسبتر نشان می‌دهد. عکسبرداری در هر منطقه و در فصل مورد نظر و در زمان خاص به طور قابل توجهی تغییر خواهد نمود و بستگی به عوامل زیادی از جمله درجه حرارت، بارندگی، ارتفاع، پوشش گیاهی، خصوصیات جذبی خاک دارد.

کارهای لیست شده در فهرست انتخابی انتهای این فصل شامل اطلاعات اضافی روی تفسیر عکس هوایی برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی می‌باشد.

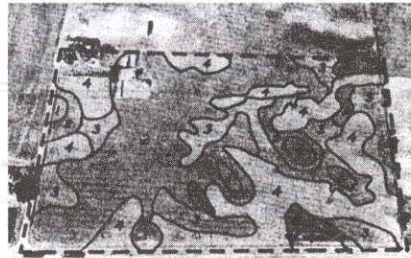
[۹۲،۷۳،۷۲،۶۲،۵۱،۴۵،۴۳،۴۱،۳۰،۲۱،۶،۵،۳]
[۱۲۴،۱۲۳،۱۱۹،۱۱۷،۱۱۴،۱۰۶،۱۰۱،۱۰۰،۹۶]



مرطوب و تقریباً دارای تن یک نواختی بود. در دوم ماه جولای تصویر 8 (c) تفاوت الگوهای مشخص سطوح خاک خشک (تن‌های روشن عکسی) از مناطق سطوح خاک مرطوب (تن‌های تیره عکسی) مشخص شد. مناطق خشک نسبتاً دارای ظرفیت نفوذپذیری زیادی بوده و دارای تپه‌های کوچک با ارتفاع یک تا دو متر می‌باشند. این برجستگیهای توپوگرافی دارای شیبهای بسیار ملایمی هستند. بارندگی در خاک این مناطق نفوذ نمی‌کند و در بخشهای پایین منطقه جاری می‌شود. مناطق پست زمان زیادتری مرطوب می‌مانند زیرا آنها دارای ظرفیت نفوذپذیری نسبتاً کمتری بوده و علاوه بر دریافت بارندگی در منطقه خود، سیلابهایی را نیز از مناطق مرتفع دریافت می‌کنند.

تصاویر 8 (f, e, d) تغییرات ظاهری محصول ذرت را در طول فصل رشد نشان می‌دهند.

تایزادهم ماه آگوست 8 (d) ذرت تا ارتفاع ۲ سانتی‌متر رشد کرده بود. رویش به طور کامل سطح خاک را پوشانده و مزرعه دارای ظاهری بسیار یکنواخت بود. به هر صورت در هفدهم ماه سپتامبر 8 (e) الگوهای تنی مشخص مجدداً آشکار شدند.



نگاره (2-18): عکس هوایی مایل، هفدهم سپتامبر، با اورلی که چهار سطح از رطوبت خاک را نشان می‌دهد. (همچنین تصویر رنگی 8e را ملاحظه نمایید)، دان کانتی، ویس کانتین، مقیاس تقریب ۱:۳۳۰۰۰ در مرکز عکس

جدول (2-7): خصوصیات انتخاب شده چهار واحد خاک نشان داده شده در نگاره (2-18).

خصوصیات	واحد یک	واحد ۲	واحد سه	واحد چهار
ضخامت خاک کرسی بر روی ماسه‌وشن	حداقل ۱۵۰ cm	۱۰۵-۱۳۵ cm	۹۰-۱۲۰ cm	۴۵-۱۰۰ cm
طبقه زهکش	تقریباً زهکش	تقریباً زهکش	تقریباً زهکش	زهکش خوب
خاک	ضعیف	متوسط - خوب	خوب متوسط	تأخوب
بخش (2-15) را ملاحظه نمایید)				
میزان محصول ذرت	نمونه برداری نشده	۹۱۰۰	۸۲۵۰	۵۵۰
(kg/ha)				