روش استرئوفتوگرامتری برای مطالعه خصوصیات سطحی خاک (کالیبراسیون پارامترهای دوربین)

محمد رضا میرزایی[1]، استفان قوی[2]، رادو هورود[3]

1- استادیار دانشکده کشاورزی، یاسوج، دانشگاه یاسوج

2- عضو هیئت علمی انستیتو ملی تحقیقات کشاورزی اوینیون، فرانسه

3- عضو هیئت علمی انستیتو ملی تحقیقات کشاورزی گرونبل، فرانسه

mmirzaei@mail.yu.ac.ir

چکیده

بسیاری از فرایندهای فرسایش خاک در مقیاسی در حد میلی‌متر اتفاق می‌افتد. کالیبراسیون دوربینها که اصلی‌ترین بخش روش استرئوفتوگرامتری برای بدست آوردن مدل رقومی از سطح خاک (با دقت میلی‌متر) است مورد بررسی قرار گرفت. عوامل موثر بر روی تعیین صحیح و دقیق پارامترهای کالیبراسیون (4 پارامتر فاصله کانونی، مختصات عرضی و طولی نقطه اصلی اپتیکی، اعوجاج) با استفاده از دو مدل خطی و غیرخطی و تغییر فوکوس دوربین مورد بررسی قرار گرفت. پیشنهاد می‌شود از مدل غیرخطی، دوربینی با فاصله کانونی 12 تا 14 میلی‌متر استفاده شود که خطایی در حدود 0/1 پیکسل برای کالیبراژ نشان می‌دهد.

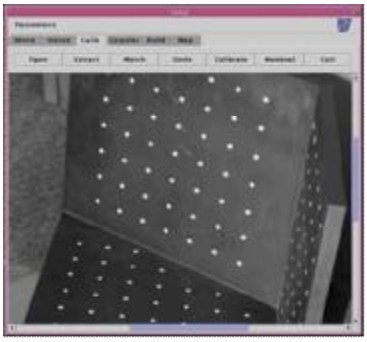
کلمات کلیدی: استرئو فتوگرامتری، میکروتوپوگرافی، کالیبراسیون، فاصله کانونی، پارامترهای دوربین

مقدمه

بطورکلی می‌توان گفت که پیش بینی توزیع آب بین نفوذپذیری و روانآب و ایجاد فرسایش بستگی به تغییرات لحظه‌ای خصوصیات سطحی خاک (مانند زبری، مکانیزم نفوذپذیری و همچنین شرایط حدی مورد استفاده در مدلها) دارد. ریپ-زاپ و نیرینگ (2005) اشاره می‌کند که بسیاری از فرایندهای فرسایش خاک در مقیاسی در حد میلی‌متر اتفاق می‌افتد. برای بررسی فرایندهایی در این سطح نیاز به یک متدولوژی مناسب می‌باشیم تا بتوان داده‌های قابل اعتمادی در این مقیاس بدست آورد. اولین نیاز بدست آوردن مدل رقومی ارتفاعی سطح خاک می‌باشد. دو روش عمده برای اینکار وجود دارد، 1- روش لیزری: این روش علیرغم دقت بالا دارای محدودیتهایی از جمله گران قیمت بودن، کاربرد بسیار سخت و وقت‌گیر در مطالعات میدانی، در شرایط خاص مثلا در حین بارندگی امکان داده برداری وجود ندارد و ...، 2- روش استرئوفتوگرامتری: که روش نویی که به تازگی در مطالعه فرایند نفوذپذیری و روانآب و خصوصیات سطحی خاک (میرزایی و همکاران، 1387) استفاده می‌شود. دقت و صحت این روش وابسته به تعیین پارامترهای دوربین‌های مورد استفاده و شرایط عکسبرداری از خاک می‌باشد. هدف نهایی در این مطالعه توسعه یک مدل سه بعدی از زمین است که بتوان در مطالعات فرسایش و رسوب در مقیاس کوچک از آن استفاده کرد. با داشتن چنین مدل رقومی زمین با دقت بالا، نحوه تغییرات زمانی میکروتوپوگرافی خاک بر اثر بارش باران قابل بررسی خواهد بود. می‌باشد.

مواد و روشها

در فتوگرامتری دو چشمی، دو دوربین با دو زاویه دید متفاوت و بطور همزمان از یک شی دو تصویر توسط دوربین سمت چپ و راست تهیه می‌شود. سپس با یک روش اتوماتیک سعی در تهیه مدل سه بعدی از شئ (سطح خاک) می‌شود. فتوگرامتری در سه مرحله انجام می گیرد: یک تعیین پارامترهای دوربین (داخلی و خارجی)، دوم تعیین نقاط همسان و در آخر نیز بدست آوردن ارتفاعات با استفاده از روش مثلث بندی. نتایج تمامی مراحل بستگی به مرحله اول که در آن با انجام کالیبراژ پارامترهای دوربین بدست می‌آید و بصورت داده ورودی برای بقیه مراحل استفاده می‌شود. در این مطالعه 4 پارامتر داخلی دوربین (فاصله کانونی، اعوجاج تصویر، طول و عرض نقطه اصلی یا مرکزی تصویر) و اثر فاکتورهای متفاوت عکسبرداری (مانند فوکوس) بر روی محاسبه این پارامترها مورد بررسی قرار گرفتند. عکسها بوسیله دوربین مارک Compact Nikon Coolpix 990 با توجه به متغیرهای متفاوت همچون فواصل کانونی متفاوت (8/2، 15/2،9/9، 23/4)، فوکوسهای مختلف در از صفحه کالیبراسیون (شکل 1) درآزمایشگاه تهیه شده‌اند. بر روی صفحه کالیبراسیون نقاطی با شکل هندسی مشخص آورده می‌شود که مختصات این مراکز این اشکال با دقت بسیار بالا از قبل تعیین شده‌اند که اجازه کالیبراسیون سیستم فتوگرامتری را به ما می‌دهند. بطور کلی دو مدل دوربین 1: مدل خطی Pin-hole و 2: مدل دوربین pin-hole با در نظر گرفتن میزان اعوجاج شعاعی استفاده شد. از روش خطای مجموع مربعات (RMSE) جهت مقایسه دو مدل استفاده شد. در کیفیت داده‌ها، صحت و دقت مورد بررسی قرار گرفته‌اند. صحت به میزان درستی و نزدیکی به مقدار صحیح وابسته می باشد در حالیکه دقت به بدست آوردن جوابهای نزدیک به هم در تکرارهای متفاوت که در اینجا هر چه در تکرارهای متفاوت دارای تغییرات کمتری باشیم دقت بالاتر خواهد بود. سپس در نهایت شرایط مناسب برای عکسبرداری و فاصله کانونی مناسب تعیین گردید.



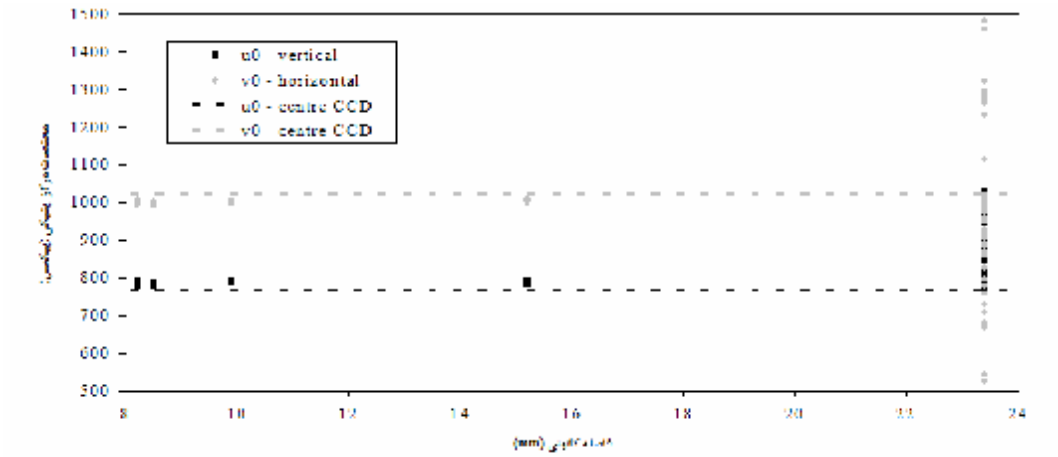
شکل 1- صفحه کالیبراسیون سه بعدی مورد استفاده، مختصات مراکز نقاط روشن از قبل با دقت بالایی تعیین شده است.

نتیجه‌گیری

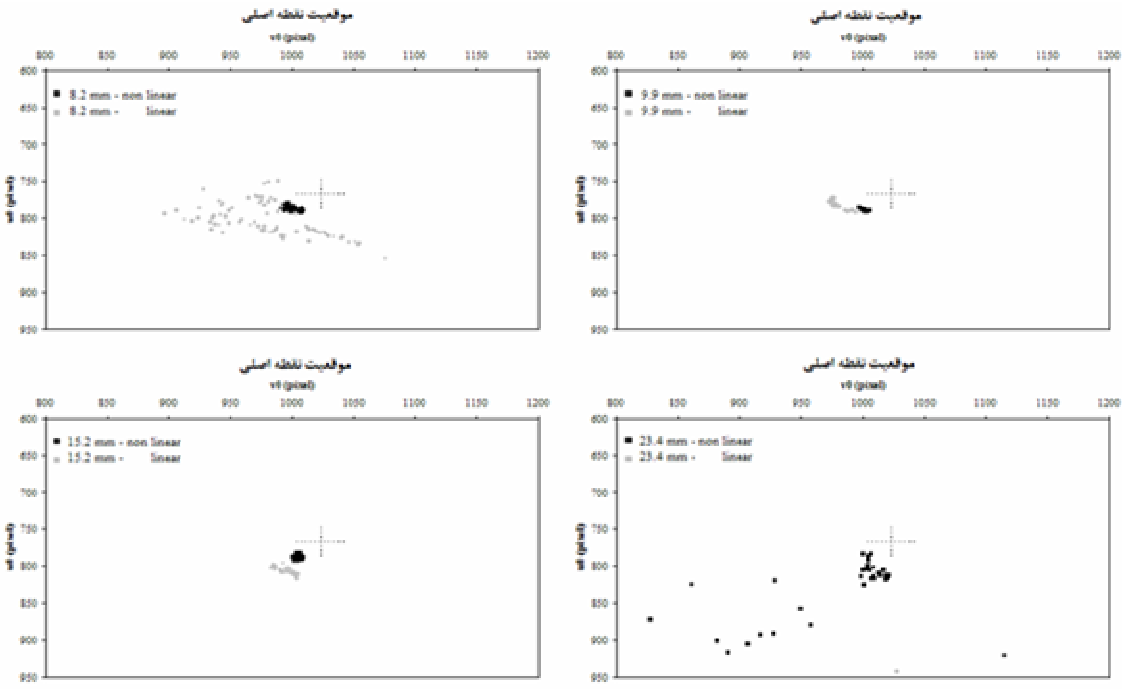
در این قسمت برخی از نتایج حاصله از بررسی اثر فاکتورهای متفاوت (تغییر فاصله کانونی، میزان فوکوس، مدلهای دوربین) بر روی کیفیت کالیبراژ (محاسبه نقطه اصلی، پارامتر آلفا، میزان فاکتور K) ارائه شده است.

بررسی اثر فاصله کانونی بر روی مکان قرارگیری نقطه اصلی بدست آمده از کالیبراژ دوربین: با توجه به قدرت تفکیک‌پذیری دوربین استفاده شده (2048*1536) مختصات مرکز (1024،768) است. برای هر 4 فاصله کانونی استفاده شده تصاویر متعددی تهیه شد، و با استفاده از کالیبراسیون، نقطه اصلی را بدست آوردیم که مختصات نقاط بدست آمده در شکل 2 برای مدل غیرخطی آورده شده است. در تمامی تصاویر مقداری انحراف نسبت به مرکز دیده می‌شود. دلیل اصلی آن می تواند در ساخت عدسیهای مورد استفاده در دوربینها باشد بطوریکه که نمی توانند نور

را بصورت 100 درصد بدون انحراف عبور دهند. برای بررسی صحت و دقت شکل (3) مورد بررسی قرار گرفت. نقاطی که بصورت نقطه نشان داده شده‌اند حاصل از کالیبراژ می‌باشند و نقطه اصلی بصورت یک بعلاوه در شکل نشان داده شده است. بهترین جواب می‌تواند بین فواصل فواصل کانونی 9/9 تا 15/2 میلی‌متر باشد که دارای پراکندگی کمتر و نزدیکتر به جواب واقعی هستند. نتایج نشان داد که درمدل خطی پراکندگی نقاط بیشتر بود که نشان دهنده میزان دقت پایین و همچنین با دور بودن از میزان واقعی دارای صحت پایین‌تری می‌باشد.

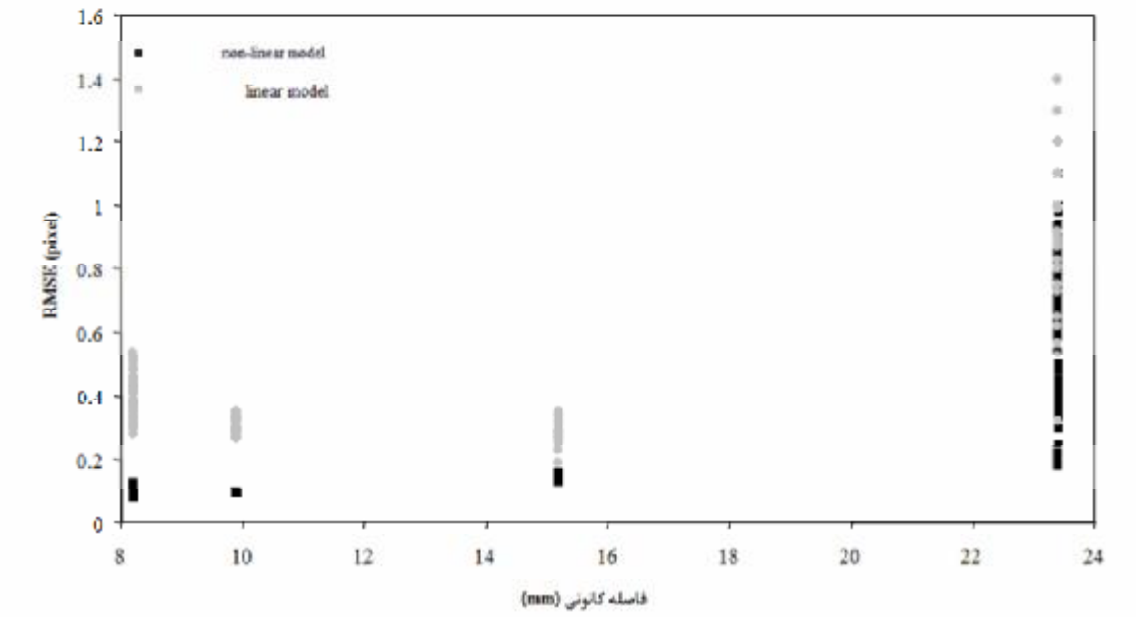


شکل 2- نمایش میزان تغییرات نقطه اصلی در طی کالیبراژ دوربین نسبت به نقطه اصلی واقعی در مدل غیرخطی



شکل 3- نمایش موقعیت نقطه اصلی واقعی و یا محاسبه شده مربوط به تصاویر مختلف کالیبره شده برای فواصل کانونی بطور جداگانه

یکی از روشهای بررسی میزان کارایی یک مدل استفاده از روش خطای مجموع مربعات می‌باشد که نتایج آن در شکل 4 نمایش داده شده است. کمترین خطا مربوط به مدل غیرخطی و فاصله کانونی 9/9 میلی‌متر می‌باشد که خطایی در حدود یک دهم پیکسل در کالیبراژ می‌باشد که برای یک کالیبراژ بسیار مناسب می‌باشد.



شکل 4- میزان حداقل مجموع مربعات خطا برای دو مدل خطی و غیر خطی با فواصل کانونی متفاوت

در این مطالعه نشان داده شد که شرایط تصویربرداری می‌تواند کیفیت کالیبراژ را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین می‌توان گفت که هر گونه تغییر در خصوصیات دوربین، مرحله کالیبراژ را با خطا دچار خواهد کرد.

در نهایت با توجه به نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود جهت انجام فتوگرامتری از نزدیک از مدل غیرخطی، دوربینی با فاصله کانونی 9/9 تا 15/2 و با توجه به داده‌های این تحقیق پیش‌بینی می‌شود که میزان اعوجاج بین فواصل کانونی 12 تا 14 میلی‌متر صفر شود بنابراین انتخاب کانونی بین این دو توصیه می‌شود. تصویر نیز بایستی کاملا واضح باشد، یعنی فوکوس حدودا به اندازه فاصله شئ تا دوربین باشد.

منابع

میرزایی م ر، قوی ا، قضاوی غ و بوینر ک، 1387. بررسی دو روش فتوگرامتری و زبری سنج لیزری به منظور اندازه گیری میکروتوپوگرافی خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 12، شماره 46 (ب). صفحه های 737 تا 757.

Rieke-Zapp DH and Nearing MA, 2005. Digital close range photogrammetry for measurement of soil erosion. Photogrammetric Record, 20 (109): 69-87.