



## استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر برای تعیین سایز ذرات خاک زمین‌های شخم‌خورده

جمال خسروی<sup>1</sup>، سعید نجفی<sup>1</sup>، محمد امین آسودار<sup>3</sup>

1- دانشجویان کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، 2- هیئت علمی گروه مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز

### چکیده

روش متداول برای اندازه‌گیری و تخمین سایز کلوخه‌ها جمع‌آوری، انتقال و الک نمونه خاک در آزمایشگاه می‌باشد. جمع‌آوری نمونه از زمین شخم‌خورده و آزمایش روی آن کار سخت و پرهزینه‌ای است که باعث کاهش دقت این روش می‌شود. در این مقاله سعی شده از تکنیک‌های پردازش تصویر کامپیوتر به عنوان روش اندازه‌گیری و تخمین غیرتماسی سایز کلوخه و توزیع دانه‌بندی ذرات خاک استفاده شود. تصاویر دیجیتالی از سه زمین مختلف زراعی با خاک زبر، متوسط و نرم با بافت لومی - شنی جمع‌آوری می‌شود. سپس از مدل ژئوکورکشن، فیلتر دیجیتالی و تکنیک بالابردن کیفیت تصویر برای اصلاح مشکلات کیفی و هندسی تصاویر استفاده می‌شود. از سه تکنیک پردازش تصویر دیجیتالی بنام: تشخیص کنتراست، تشخیص لبه و تشخیص و طبقه‌بندی ذرات (AFC) اطلاعات مقدماتی استخراج شده و از یک الک مجازی عبور داده می‌شوند تا سایز ذرات خاک و کلوخه‌ها تشخیص داده شود. نتایج پردازش تصویر با نتایج حاصل از روش استاندارد الک مکانیکی همخوانی دارد. تکنیک تشخیص کنتراست به شکل معنی‌داری بهترین روش برای تشخیص و طبقه‌بندی سایز کلوخه‌ها و دانه‌بندی خاک زمین شخم‌خورده با انحراف معیار  $14(RMSE) \text{ mm}$  تشخیص داده شد. واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، سایز ذرات خاک، خاک شخم‌خورده

### 1- مقدمه :

اندازه‌گیری ساختار خاک‌های شخم‌خورده همواره کار دشواری محسوب می‌شود (4). زمین‌های زراعی همیشه بر حسب توزیع سایز کلوخه که بوسیله تکنیک الک مکانیکی اندازه‌گیری می‌شود تعریف میشوند (10). الک کردن کاری سخت، زمان‌بر و هزینه‌بر بشمار می‌آید که نتایج متفاوتی دارند. روشهای بررسی دانه‌بندی خاک و اندازه‌گیری سایز ذرات را میتوان به روشهای تماسی و غیرتماسی تقسیم کرد. بسیاری از مطالعات از عکس برای اندازه‌گیری کیفیت خاک استفاده می‌کنند (1، 7، 8، 15). در تکنیکی عکسهای گرفته‌شده با یک سری عکسهای استاندارد که ذرات خاک را بر اساس درشتی تقسیم‌بندی کرده‌بود مقایسه شد (9). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد استفاده از دید ماشین برای تشخیص ذرات خاک روشی آسان برای مواقعی است که کار در مناطق دور و بسختی صورت می‌گیرد. در روشی دیگر از سیستم حسگر <sup>1</sup>RT برای تشخیص ساختمان بستر بذر استفاده شد. هدف از این کار تشخیص خودکار ساختار بستر بذر و استفاده از اطلاعات برای کنترل بستر بذر بود. در این روش از یک دوربین ویدئویی با

<sup>1</sup> - Real-time



سرعت 3 فریم در ثانیه که در پشت کارنده نصب شده بود برای ثبت تصاویر سطح بستر بذر استفاده شد. الگوریتمهای آنالیز تصویر برای تشخیص سایز خاک در لایه‌های سطحی ایجاد می‌شود و نتایج تخمینی توزیع سایز ذرات خاک با روش الگ مکانیکی مقایسه می‌شود که نتایج دو روش نزدیک به هم گزارش شد (11، 12). استفاده از سیستم دوربین اسکن خطی نسبت به روش آنالیز تصویر دو بعدی سریعتر و ارزانه‌تر بوده و اطلاعات کافی و مناسبی را در اختیار ما قرار می‌دهد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان از سیستم آنالیز تصویر به عنوان جایگزین روشهای مبتنی بر الگ استفاده کرد (8).

آنالیز دانه‌بندی روشی مبتنی بر تفکیک نمونه به اجزاء خرد شده است و هر ذره در یک رنج از ذرات هم قطر قرار می‌گیرد. نتایج آنالیز دانه‌بندی بصورت منحنی‌هایی نشان داده می‌شود. درصد فراوانی در محور  $y$  ها و رنج قطر الکها در محور  $x$  ها نمایش داده می‌شود. برای آسانتر شدن تجزیه کمی توزیع سایز کلوخه‌ها این توزیع را بصورت تابع نشان می‌دهند (6). چندین فرمول تقریبی همانند Gaussian, log-normal, Weibull, Gudin برای بیان توزیع سایز کلوخه‌ها استفاده می‌شود. این فرمولها زمانی قابل استفاده است که سایز هر کلوخه و تعداد کلوخه‌ها مشخص باشد. بعبارت دیگر روشهای فوق رابطه بین سایز ذرات هر گروه را با وزن یا حجم تعیین می‌کند. هدف اصلی این مطالعه ارزیابی تکنیکهای پردازش تصویر برای تخمین توزیع سایز کلوخه و مقایسه نتایج با روش الگ مکانیکی استاندارد و بهبود الکهای مجازی برای محاسبه سایز کلوخه‌ها از تصاویر می‌باشد.

## 2- مواد و روشها

روشهای مورد استفاده برای این مطالعه بصورت زیر خلاصه می‌شود: 1- آماده‌سازی سه زمین در یک خاک شنی - لومی 2- تهیه عکسهای دیجیتالی از زمین برای تکنیک پردازش تصویر 3- اصلاح انحراف هندسی تصاویر بوسیله تکنیک ژئو کارکشن 4- استفاده از تکنیکهایی برای بالا بردن کیفیت عکس 5- تخمین  $MWD^1$  کلوخه‌ها از تصویر و مقایسه با تکنیک الگ استاندارد.

### 2-1- نحوه آماده‌سازی زمینها

زمین A (گاو آهن برگرداندار)، زمین B (گاو آهن + چیزل) و زمین C (گاو آهن برگرداندار + هرسهای PTO گرد). پس از آماده‌سازی زمینها نمونه‌های برداشته‌شده خشک و الگ می‌شوند. و با استفاده از فرمول زیر  $MWD$  محاسبه می‌شود.

$$MWD = \sum_{i=0}^n x_i \times w_i$$

$DMW$  قطر کلوخه‌ها (mm)،  $n$  تعداد الکها،  $X_i$  میانگین قطر هر گروه،  $W_i$  نسبت وزن کل نمونه به متناظر کلوخه‌های ایجاد شده از همان نمونه خاک.

### 2-2- بالا بردن کیفیت عکس

پس از تهیه عکس اصلاح هندسی تصاویر بعلت اینکه اشتباهات می‌توانند به آسانی باعث سوءتعبیر اطلاعات واقعی شود بسیار مهم است. از نرم‌افزار پردازش تصویر برای اصلاح انحراف هندسی عکسها استفاده می‌شود. چهل نقطه

<sup>1</sup> Mean Weight Diameter



برای اصلاح هندسی داخل هر فریم انتخاب می‌شود. بالا بردن کنتراست در اصل افزایش وضوح تصویر و استفاده موثر از رنگها در خروجی دوربین یا وسایل نمایش‌دهنده است. بالا بردن کنتراست خطی روی تمامی تصاویر صورت می‌گیرد و در خروجی نمایشگر نشان داده می‌شود. برخی اطلاعات در طی فرایند بالا بردن کنتراست خطی به علت طبیعت این مرحله از کار از بین می‌رود. برای مثال ارزش نقاط کمتر بهم پیوسته صفر و ارزش نقاط بهم پیوسته بیشینه می‌باشد. این سیستم نسبت به سیستم‌هایی دودویی که با کاهش رنگها عکسی سیاه و سفید ایجاد می‌کنند برتریهای دارد. در سیستم دودویی حد آستانه‌ای تعریف شده در صورتیکه پیکسلهای تصویر بیشتر از این مقدار باشند نقطه سفید و اگر کمتر باشند نقطه سیاه می‌شود. فایده اصلی بالا بردن کنتراست تصویر این است که دانه‌بندی کلوخه‌ها در بهترین اندازه در تصویر حفظ می‌شود. شکل (1) تصویری را قبل و بعد از بالا بردن کنتراست نشان می‌دهد.

## 2-4- استخراج اطلاعات

یک لبه به عنوان مرز بین دو منطقه ناماسان در یک تصویر است. تکنیک‌های استخراج لبه به دو مرحله تقسیم می‌شود. 1- محل پیکسل‌ها در جایی که امکان وجود لبه‌ها هست تشخیص داده می‌شود. 2- نقاط لبه بهم متصل می‌شود تا خطوط یا منحنی‌هایی ایجاد شود. شکل 2 تصویر دیجیتالی را قبل و بعد از تکنیک بالا بردن لبه با استفاده از فیلتر sobel نشان می‌دهد. شکل 3- الف یک شبیه‌سازی اطلاعات استخراجی از این عکس‌های را نشان می‌دهد. خطوط منحنی شکل سفید در تصویر لبه‌ها و نقطه چین محل جمع‌آوری آن اطلاعات را در تصویر مشخص می‌کند. سیگنال بدست آمده از اطلاعات حد بهم پیوستگی برای موقعیت پیکسل‌ها را مشخص می‌کند (شکل 3-ب). در صورتیکه مقدار پیکسل بیش از 250 باشد آن قسمت لبه محسوب می‌شود.

هر پیک در شکل یک لبه و فاصله بین دو پیک مجاور در حد بهم پیوستگی 255 (سفید) می‌تواند برای تخمین نسبی سایز کلوخه‌ها استفاده شود. پس از استخراج سیگنال، حد آستانه تخمین زده می‌شود و حد بالای آن سایز هر ذره را نشان می‌دهد. در این فرایند حد بهم پیوستگی حد بالای آستانه کلوخه را در عکس نشان می‌دهد و اعداد کمتر از حد آستانه به عنوان پس زمینه در عکس محسوب می‌شوند. در مرحله بعد سطح رنگ عکس‌های  $1000 \times 1000$  پیکسل کاهش یافته تا کلیه ذرات عکس مشخص شوند (شکل 4). با مشخص شدن دانه‌بندی راحتتر می‌توان تصمیم گرفت که پیکسل‌های مجاور هم به یک کلوخه تعلق دارند یا دو قطعه مختلف هستند. پس از مشخص شدن مکان ذرات با استفاده از نرم افزار ذرات بر اساس سایز تقسیم‌بندی می‌شود. کلوخه‌ها و ذرات در 4 دسته 25 mm، 50، 75 و 100 براساس قطر دسته‌بندی می‌شود. برای مشخص کردن لبه ذرات از تکنیک اسکن خطی و برای تعیین دانه‌بندی و دسته‌بندی ذرات از آنالیز AFC استفاده می‌شود. در هر دو روش فوق الک مجازی توسط کامپیوتر ایجاد می‌شود. تعداد و سایز الکها برای ایجاد منحنی دانه‌بندی و MWD کلوخه قابل کنترل است.

## 2-5- محاسبات اسکینینگ خط

در تکنیک اسکینینگ خط الگوریتمهای تشخیص لبه و کنتراست برای بدست آوردن اطلاعات سایز کلوخه استفاده می‌شود. پس از بدست آوردن اطلاعات مربوط به قطر کلوخه‌ها یک سری از اطلاعات توسط الک مجازی بصورت زیر غربال می‌شود.

1. سایز کلوخه‌ها به دارایی‌ای در برنامه وارد می‌شود و برنامه، داده‌ها را از بزرگ به کوچک مرتب می‌کند.



2. با استفاده از داده‌های فوق حجم و وزن هر کلوخه محاسبه می‌شود.
3. کلوخه‌ها بر اساس تعداد دسته‌ها و قطری که قبلاً محاسبه شده دسته‌بندی می‌شوند.
4. MWD کلوخه‌ها محاسبه می‌شود

## 2-6- محاسبات اسکینینگ فضای اشغال شده توسط کلوخه‌ها

در تکنیک اسکینینگ پارامترهای همانند قطر نهایی کلوخه‌ها، محل قرارگیری کلوخه، گردی و تعداد کلوخه‌های هر دسته محاسبه شده و در 4 گروه طبقه‌بندی می‌شوند. بیشینه و کمینه و میانگین هر دسته محاسبه می‌شود. از میانگین، فضای نهایی، قطر نهایی و میانگین سایز کلوخه‌ها در هر دسته محاسبه می‌شود. برای سادگی محاسبات تنها از دو پارامتر فضا و قطر کلوخه‌ها استفاده شد. قطر موثر کلوخه‌ها بصورت زیر است:

$$d = 4 \times \frac{A}{Pc}$$

$d$  قطر کلوخه (m)،  $Pc$  محیط یک کلوخه،  $A$  مساحت کلوخه ( $m^2$ )

انحراف معیار، ریشه میانگین مربعات تفاوت بین مقدار پیش‌بینی شده و مقدار مشاهده شده است.

## 3- نتایج و بحث

نتایج 3 روش پردازش تصویر به نامهای تشخیص کنتراست، تشخیص لبه، و آنالیز AFC با روش الک مکانیکی مورد مقایسه قرار گرفت. محور افقی MWD کلوخه‌ها و محور افقی نحوه آماده‌سازی زمین است (نمودار 1). نتایج پردازش تصویر عموماً قطر ذرات را بیشتر از روش الک معمولی نشان می‌دهد. علت این امر نیز این است که کلوخه‌ها در زمان جمع‌آوری، انتقال به آزمایشگاه، خشک‌کردن و الک‌کردن می‌شکند و کلوخه‌ها از نمونه اصلی موجود در زمین کوچکتر است. نتایج آنالیز AFC برای زمین A به روش الک مکانیکی نزدیکتر است ولی انحراف معیار داده‌ها کمتر از روش الک مکانیکی بود. برعکس تفاوت بین MWD در آنالیز AFC و روش الک معمولی و سایر روشها برای زمین C در سطح 5% معنی دار بود در حالیکه در دو روش دیگر آماده‌سازی زمین این تفاوت در رنج LSD بود. همچنین نمودار 1 نشان می‌دهد برای تمام خاکها نتایج روش تشخیص لبه و کنتراست در سطح 5% اختلاف معنی‌داری با روش الک مکانیکی ندارند. تکنیک تشخیص لبه نتایج خوبی را برای زمین A و B نشان داد اگرچه این اعداد بیشتر از روش الک مکانیکی است. برای زمین A تشخیص کلوخه‌های بزرگتر و متوسط بعلت انحراف معیار زیاد کار دشواری است. نمودار 1 نشان می‌دهد که نتایج حاصله از تکنیک تشخیص کنتراست به روش الک مکانیکی نزدیکتر است. در این روش امکان تشخیص ذرات بزرگتر از 20mm امکان‌پذیر است و بعلت انحراف معیاره پایین روشی مناسب محسوب می‌شود. روش پردازش تصویر قطر کلوخه‌ها را در عمق‌های کاری مختلف بیشتر از روش دستی نشان می‌دهد. همچنین انحراف معیار MWD در روشهای پردازش تصویر با افزایش عمق افزایش می‌یابد و در روش الک مکانیکی با افزایش عمق این انحراف معیار کاهش می‌یابد. در روشهای پردازش تصویر اندازه‌گیری قطر کلوخه‌ها می‌تواند پویا و ایستا باشد در حالیکه در روش الک مکانیکی این اندازه‌گیری پویا است. تجزیه رگرسیون با ضریب همبستگی بالا ( $R^2=0/96$ ) نشان‌دهنده نزدیکی نتایج دو روش فوق است. انحراف معیار تکنیک‌های تشخیص AFC، لبه و کنتراست برای تخمین قطر کلوخه‌ها به ترتیب 37.21 و 14 است. از



این روش تشخیص کنتراست با پایینترین انحراف معیار روش مناسبتری برای پیش‌بینی توزیع سایز کلوخه‌ها است.

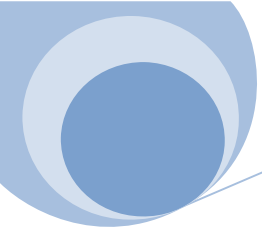
#### 4- نتیجه‌گیری

جمع‌آوری، انتقال و الک‌کردن نمونه خاک برای تخمین قطر ذرات خاک کاری زمان‌بر، هزینه‌بر و سخت است. هدف از انجام این آزمایش استفاده از دید کامپیوتر به عنوان روش غیر تماسی برای تخمین توزیع سایز کلوخه‌ها در شرایط مزرعه‌ای است. سه روش پردازش تصویر تشخیص کنتراست، تشخیص لبه، و آنالیز AFC با روش الک مکانیکی برای تخمین توزیع سایز کلوخه‌ها در سه زمین با روش آماده‌سازی 1- گاوآهن برگرداندار، 2- گاوآهن برگرداندار + چیزل و 3- گاوآهن برگرداندار + هرس PTO گرد، مورد مقایسه قرار گرفت. و نتایج زیر بدست آمد:

1. نتایج مقایسه بین روش‌های پردازش تصویر و الک مکانیکی نشان می‌دهد روش بالابردن کنتراست دقت بیشتری در تخمین سایز ذرات دارد.
2. روشهای پردازش تصویر هم برای تخمین MWD و هم ایجاد منحنی توزیع سایز کلوخه‌ها قابل استفاده است.
3. انحراف معیار تکنیک‌های تشخیص AFC، لبه و کنتراست برای تخمین قطر کلوخه‌ها به ترتیب mm 37,21 و 14 است. و تقریباً اعداد بدست آمده از روش‌های پردازش تصویر 21% بیشتر از روش الک مکانیکی است که این تفاوت به علت صدماتی است که در روش الک مکانیکی به کلوخه‌ها وارد می‌شود.

#### منابع

1. Bogrekcı I (2001). Soil tilth sensing. Unpublished PhD Thesis, Cranfield University, Silsoe, UK
2. Bull C R; Zwiggelaar R; Stafford J V (1995). Imaging as a technique for assessment and control in the field. *Aspects of Applied Biology*, 43, 198–204
3. Campbell D J (1979). Clod size distribution measurement of field samples by image analysing computer. Unpublished Paper SIN/274, Scottish Institute of Agricultural Engineering, UK
4. Dexter A R; Stafford J V; Tanner DW (1977). Edge Effects on Tines and Probes. DN/T/775/05002, N.I.A.E. Silsoe, UK Gill W R; Vanden Berg G E (1968). Soil Dynamics in Tillage and Traction. USDA, Washington, USA
5. Harral B B; Cove C A (1982). Development of an optical displacement transducer for the measurement of soil surface profiles. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 27, 421–429
6. Moriizumi S (1990). Studies on the methods of measurement and analysis for clod size distribution and soil displacement by rotary tillage. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Ibaraki University*, 38, 100–105
7. Nellist M E (1961). A photographic method of assessing soil tilth. Unpublished MSc. Thesis, University of Durham, UK
8. Sandri R; Anken T; Hilfiker T; Sartori L; Bollhalder H (1998). Comparison of methods for determining cloddiness in seedbed preparation. *Soil & Tillage Research*, 45, 75–90



9. Spoor G; Godwin R J; Taylor J C (1976). Evaluation of physical properties of cultivated layers for the comparison of different tillage treatments. In: ISTRO the Seventh International Conference, Sweden
10. Spruijt B (1974). Photogrammetric assessment of soil tilth. Unpublished MSc Thesis, University of Reading (N.C.A.E), Silsoe, UK
11. Stafford J V; Ambler B (1988). Seedbed assessment using video image analysis. ASAE Paper No. 88-3541
12. Stafford J V; Ambler B (1990). Computer vision as a sensing system for soil cultivator control. Proceedings of ImecE,

## Using image-processing techniques for recognize particles size soil tilths

Khosravi J.<sup>1</sup>, Najafi S.<sup>1</sup>, Zoghi M.<sup>2</sup> and asoodar MA.<sup>3</sup>

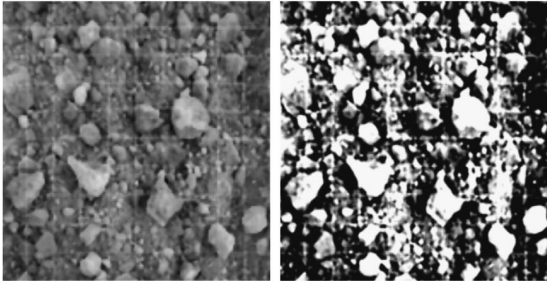
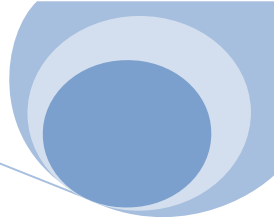
1- M.Sc. Student of Agricultural Mechanization, Natural Resources and Agricultural Sciences University of Ramin, Ahwaz, Iran, 2- M.Sc. Student of Electronic Eng., Industrial University of Shahrod, 3- Department of Agricultural Mechanization, Natural Resources and Agricultural Sciences University of Ramin, Ahwaz, Iran

### Abstract

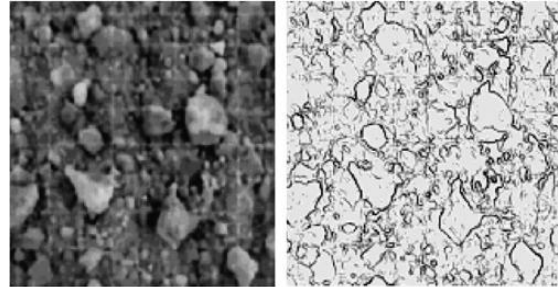
Conventional method for the determination of clod size distribution is collecting, handling and sieving of the soil samples. According to select sample from soil tilth is hard, time consuming, and expensive. Therefore, the aim of this paper is to use computer vision as a non-contact measurement technique for the determination of clod/aggregate size distribution in the field. Digital images were acquired from three different soil tilths, namely: coarse, intermediate and fine for sandy loam soils. Geo-correction models, digital filters and image-enhancement techniques were used in order to correct the geometric and quality distortions in the images. Three digital image processing techniques, namely: contrast detection, edge detection and aggregate finding and classification (AFC) analysis were investigated and passed through a 'virtual sieve' to determine clod size distribution. Image-processing results were correlated with the results of standard sieving. The contrast detection technique was found to be significantly the best at detecting and classifying the aggregates/clods for soil tilth sensing with a size detection root-mean-square error (RMSE) of 14mm.

**Key word: image processing, particles size soil, tilth**

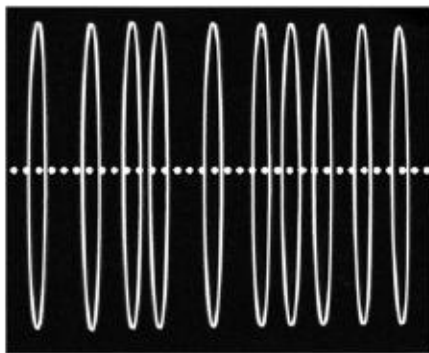




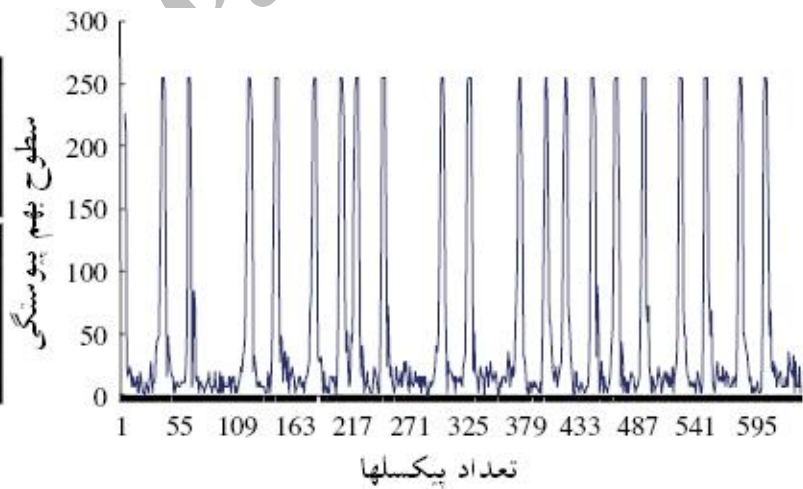
شکل 1



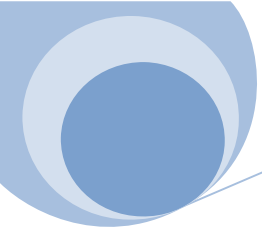
شکل 2



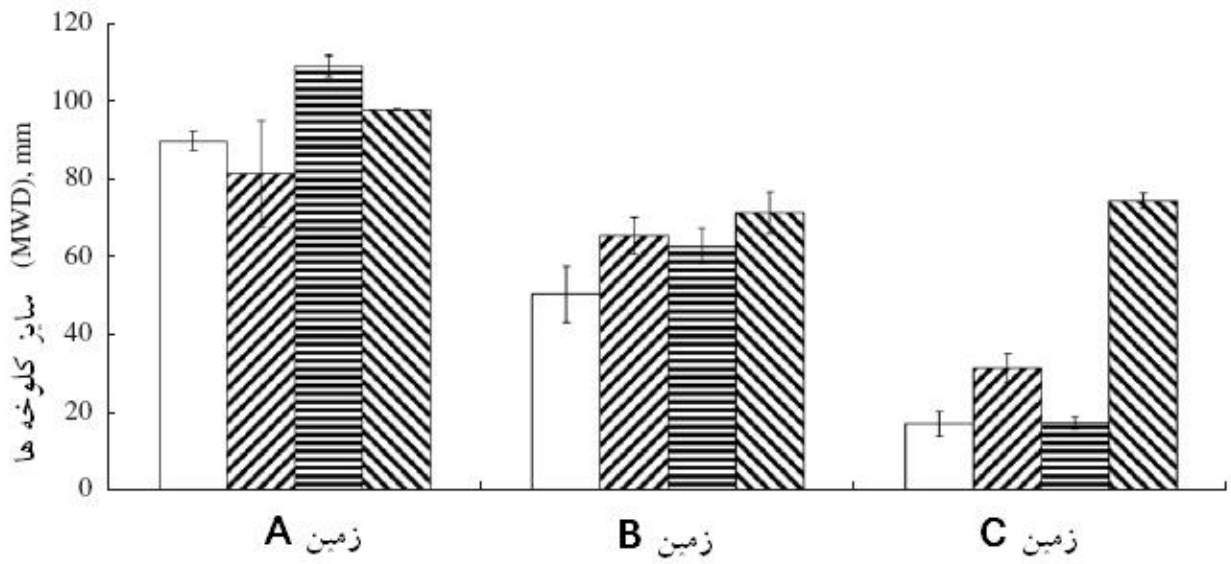
شکل 3-الف



شکل 3-ب



نمودار 1



Archive