

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

## برآورد میزان رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم دائم خاک های استان فارس با روابط ساده

water is lost

نویسنده: محمدعلی شاهرخ -

نیا

نشریه فنی، شماره ۱۰، سال ۱۳۹۴



بسم الله الرحمن الرحيم

شورای انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

برآورد میزان رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه  
پژمردگی دائم دائم خاک های استان فارس با روابط  
ساده

نگارش: دکتر محمدعلی شاهرخ نیا

موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

سال انتشار: ۱۳۹۴

## وزارت جهاد کشاورزی

### سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

#### مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

عنوان نشریه	برآورد میزان رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم دائم خاک
نگارش	های استان فارس با روابط ساده محمدعلی شاهرخ نیا
ناشر	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس
سال انتشار	۱۳۹۴
شمارگان	۱۰۰۰
شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی	۴۸۳۵۸ مورخ ۱۳۹۴/۹/۲۹

نشانی: شیراز، بلوار جانبازان، خیابان استاد مردانی غربی،

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

تلفن: ۰۷۱) ۳۷۲۰۳۰۱۰، دورنگار: ۰۷۱) ۳۷۲۰۵۱۰۷

نشانی وب‌گاه: [www.farsagres.ir](http://www.farsagres.ir)

## مخاطبان نشریه:

کلیه کارشناسان طراح سیستم های آبیاری، مروجان، مهندسان ناظر و کشاورزان

پیشرو

## اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با

- روابط تخمین رطوبت ظرفیت مزرعه
- روابط تخمین رطوبت نقطه پژمردگی دائم دائم

آشنا خواهید شد.

## فهرست مطالب

- ۱- مقدمه ..... ۱
- ۲- هدف ..... ۳
- ۳- روش کار ..... ۳
- ۴- مقدمه ..... ۴
- ۵- نتیجه‌گیری ..... ۱۰
- ۶- منابع ..... ۱۰





امروزه، بحران آب یکی از مهم‌ترین مسائل پیش روی بیشتر کشورهای جهان می‌باشد. با توسعه کشاورزی، افزایش جمعیت و بالاتر رفتن سطح رفاه مردم، مصرف آب افزایش می‌یابد. از سوی دیگر آمار و ارقام نشان می‌دهد میزان نزولات جوی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک کاهش یافته است. این اطلاعات کشورهای مختلف را بر آن داشته است که از منابع آب سطحی و زیرزمینی خود به بهترین صورت بهره‌برداری نموده و از اتلاف آب جلوگیری نمایند. میزان موفقیت این کشورها در بهبود بهره‌وری مصرف آب یکسان نبوده است. وضعیت کنونی منابع آب و پیش بینی‌های انجام شده نشان می‌دهد کشور ایران از وضعیت مناسبی برخوردار نبوده و در سال‌های آتی نیز مسئله کمبود آب جدی‌تر می‌گردد. بنابراین بایستی با برنامه‌ریزی دقیق آبیاری، از اتلاف آب در بخش کشاورزی جلوگیری نمود. پایه و اساس برنامه ریزی آبیاری در مزرعه، اطلاع از خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد. از میان خصوصیات فیزیکی خاک، رطوبت ظرفیت زراعی و رطوبت نقطه پژمردگی دایم نقش مهم‌تری در برنامه ریزی آبیاری دارند. تفاوت این دو مقدار، نشان دهنده میزان آب در دسترس خاک یا میزان آبی که در خاک



قابل نگهداری است می‌باشد. رابطه (۱) محاسبه میزان آب آبیاری با استفاده از مقادیر رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم را نشان می‌دهد. در این رابطه به ترتیب  $I$  مقدار خالص آب آبیاری بر حسب سانتی متر،  $M$  میزان تخلیه مجاز مدیریتی بر حسب اعشار،  $FC$  مقدار وزنی رطوبت ظرفیت مزرعه بر حسب گرم آب بر گرم خاک،  $PWP$  مقدار وزنی رطوبت نقطه پژمردگی دائم بر حسب گرم آب بر گرم خاک،  $As$  چگالی ظاهری خاک (از تقسیم جرم مخصوص ظاهری خاک  $BD$  بر جرم مخصوص آب به دست می‌آید)، و  $D$  عمق خاک یا ریشه بر حسب سانتی متر می‌باشد.

$$I = M * (FC - PWP) * As * D \quad (1)$$

تعیین دقیق دو پارامتر رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم با روش‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی امکان پذیر است. با توجه به هزینه و زمان زیاد مورد نیاز برای این اندازه‌گیری‌ها، در دنیا، استفاده از روابطی ساده که مقادیر این پارامترها را به سایر پارامترهای خاک بتواند ربط دهد، معمول گردیده است [۹-۱]. به عنوان نمونه اگر بتوان فرمول‌ها یا روابطی را در





اختیار داشت که مقادیر رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم دائم را به درصد مقادیر شن، رس و سیلت خاک که به سادگی قابل تعیین است مربوط سازد، می تواند بسیار مفید باشد.

## ۱- هدف

هدف این نشریه ارزیابی روابط ساده برای تخمین رطوبت ظرفیت مزرعه و رطوبت نقطه پژمردگی دائم دائم خاک های استان فارس می باشد. این روابط مقدار رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم دائم را به درصد ذرات رس، سیلت و شن می تواند ربط دهد. درصد ذرات رس، سیلت و شن به سادگی توسط کلیه آزمایشگاه های آب و خاک کشور قابل اندازه گیری است.

## ۲- روش کار

بیش از ۲۰۰ نمونه خاک از خاک‌های زراعی غالب در استان فارس جمع آوری گردید. درصد رطوبت وزنی ظرفیت زراعی و رطوبت نقطه پژمردگی دائم دائم در آزمایشگاه و با استفاده از دستگاه سلول فشاری اندازه گیری گردید. با داشتن درصد رس، سیلت و شن خاک، با استفاده از رگرسیون چند متغیره غیر خطی،



روابطی خطی و توانی برای تخمین رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم دائم بر اساس درصد ذرات بافت خاک بدست آمد.

### ۳- فرمول‌های به دست آمده

روابط (۲) تا (۵)، برآورد مقادیر رطوبت وزنی ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم دائم را با استفاده از درصد‌های شن (Sa)، رس (Cl)، و سیلت (Si) خاک نشان می‌دهد.

$$FC = 0.7061(Cl) + 0.6496(Si) + 0.4540(Sa) - 38.9253$$

$$R^2 = 0.72 \quad (۲)$$

$$FC = 2.0811(Cl)^{0.3149} (Si)^{0.3323} (Sa)^{0.0273}$$

$$R^2 = 0.72 \quad (۳)$$

$$PWP = 0.4123(Cl) + 0.2607(Si) + 0.2008(Sa) - 17.2727$$

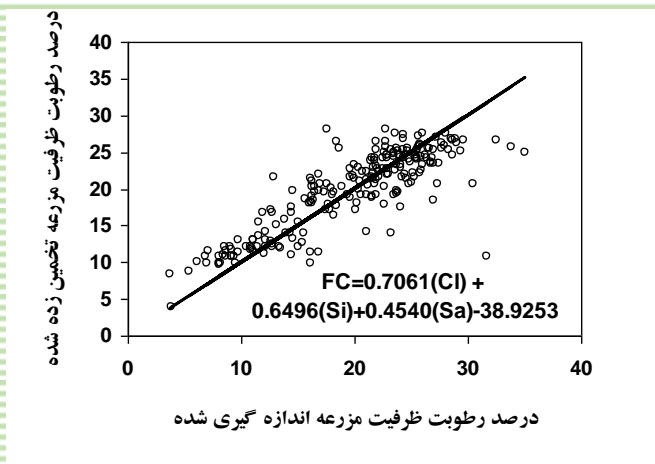
$$R^2 = 0.61 \quad (۴)$$



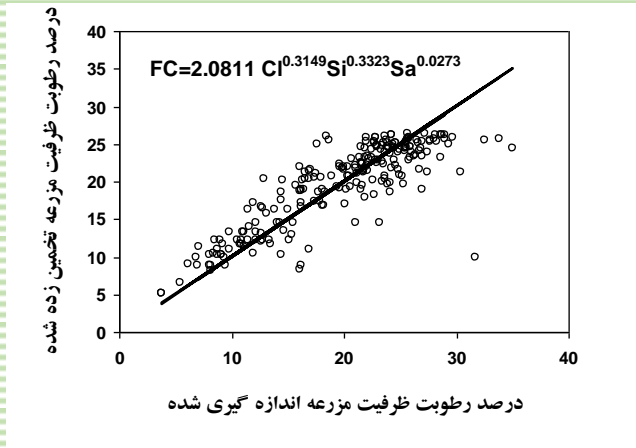
$$PWP = 0.6903(CI)^{0.5496}(Si)^{0.2134}(Sa)^{0.0643}$$

$$R^2=0.62 \quad (۵)$$

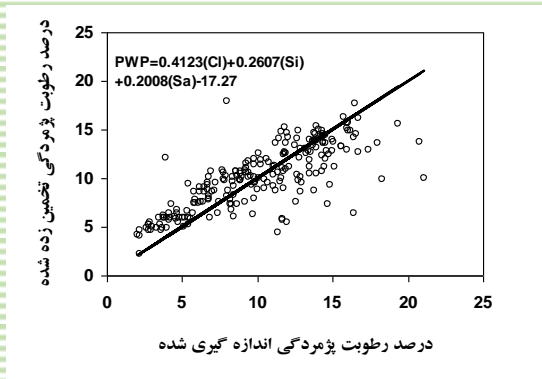
خطای تخمین روابط ۲ تا ۵ به ترتیب ۲/۵، ۲/۲، ۱/۹ و ۱/۹ درصد می باشد. بنابراین با استفاده از این روابط می توان با میزان خطای تقریبی ۲ درصد، مقدار رطوبت ظرفیت مزرعه یا نقطه پژمردگی را برآورد نمود. شکل‌های ۱ تا ۴ نیز مقایسه مقادیر تخمینی از روابط و مقادیر اندازه گیری شده به وسیله دستگاه سلول یا محفظه فشاری را نشان می دهد.



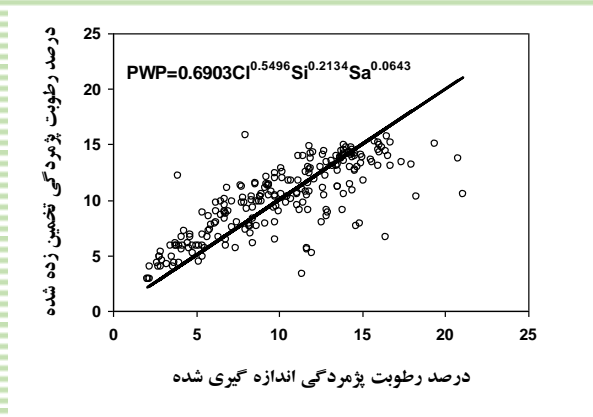
شکل ۱- مقایسه رابطه (۲) با مقادیر اندازه گیری شده رطوبت ظرفیت مزرعه



شکل ۲- مقایسه رابطه (۳) با مقادیر اندازه گیری شده رطوبت ظرفیت مزرعه



شکل ۳- مقایسه رابطه (۴) با مقادیر اندازه گیری شده رطوبت نقطه پژمردگی



شکل ۴- مقایسه رابطه (۵) با مقادیر اندازه گیری شده رطوبت نقطه پژمردگی



رابطه رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی با درصد رس خاک را به صورت  
های زیر می‌توان نمایش داد.

$$FC = 0.3520(\%Cl) + 11.3391 \quad R^2=0.50 \quad (۶)$$

$$FC = 5.5501(\%Cl)^{0.4126} \quad R^2=0.57 \quad (۷)$$

$$PWP = 0.2424(\%Cl) + 4.2827 \quad R^2=0.56 \quad (۸)$$

$$PWP = 1.8276(\%Cl)^{0.5506} \quad R^2=0.59 \quad (۹)$$

متوسط خطای تخمین این روابط به ترتیب ۳/۶، ۳/۳، ۲/۱ و ۲ درصد می  
باشد. روابط ارائه شده جهت تخمین مقادیر رطوبت نقطه پژمردگی و ظرفیت  
مزرعه با استفاده از درصد ذرات سیلت به قرار زیر می‌باشد. خطای تخمین  
این روابط به ترتیب ۳/۷، ۳/۵، ۳/۳ و ۳/۱ درصد می‌باشد.

$$FC = 0.2762(\%Si) + 9.4785 \quad R^2=0.50 \quad (۱۰)$$

$$FC = 4.1255(\%Si)^{0.4423} \quad R^2=0.53 \quad (۱۱)$$

$$PWP = 0.1264(\%Si) + 5.3724 \quad R^2=0.25 \quad (۱۲)$$



$$PWP = 2.4771(\%Si)^{0.3974}$$

$$R^2=0.29$$

(۱۳)

رابطه رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی با درصد شن خاک، با توجه به تجزیه و تحلیل های انجام گرفته به صورت روابط زیر می باشد.

$$FC = -0.2213(\%Sa) + 28.354$$

$$R^2=0.71$$

(۱۴)

$$FC = 46.9316(\%Sa)^{-0.2561}$$

$$R^2=0.48$$

(۱۵)

$$PWP = -0.1239(\%Sa) + 14.8904$$

$$R^2=0.52$$

(۱۶)

$$PWP = 26.09(\%Sa)^{-0.2819}$$

$$R^2=0.37$$

(۱۷)

خطای تخمین این روابط به ترتیب ۲/۶، ۳/۵، ۲/۳ و ۲/۶ درصد می باشد که

از خطای روابطی که رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی را به درصد

ذرات سیلت ربط می دهد، کمتر می باشد.

طبق بررسی های انجام گرفته در این تحقیق، رابطه رطوبت ظرفیت مزرعه و

نقطه پژمردگی با جرم مخصوص ظاهری که یکی از خصوصیات فیزیکی مهم

خاک می باشد، به صورت زیر می باشد.



$$FC = -35.7184(BD) + 64.3815 \quad R^2=0.67 \quad (۱۸)$$

$$FC = 31.5122(BD)^{-2.3078} \quad R^2=0.64 \quad (۱۹)$$

$$PWP = -20.2382(BD) + 35.362 \quad R^2=0.51 \quad (۲۰)$$

$$PWP = 16.9675(BD)^{-2.5958} \quad R^2=0.49 \quad (۲۱)$$

متوسط خطای تخمین روابط ۱۸ تا ۲۱ به ترتیب ۲/۸، ۳/۰، ۲/۲ و ۲/۳ درصد می باشد.

### ۵- نتیجه گیری

روابط ریاضی ارائه شده در بخش قبلی نشان می دهد که با داشتن درصد رس، شن و سیلت در نمونه های خاک مورد نظر، می توان با استفاده از روابط ارائه شده، مقادیر رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم خاک را که پارامتر مهمی در محاسبه میزان آب آبیاری مزارع است، با خطای تقریبی ۲ درصد برآورد نمود (روابط ۲ تا ۵). با داشتن هر یک از پارامترهای شن یا رس یا سیلت یا جرم مخصوص ظاهری خاک به تنهایی نیز می توان مقادیر رطوبت ظرفیت مزرعه و





نقطه پژمردگی دائم خاک را با دقت کمتری (خطای حدود ۳ تا ۴ درصد) برآورد نمود.

## ۶- منابع

[۱] بای بوردی، م. ۱۳۷۲. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ صفحه.

[۲] خداوردی لو، ح و م، همایی. ۱۳۸۱. اشتقاق توابع انتقالی خاک به منظور برآورد منحنی مشخصه رطوبتی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۳، شماره ۱۰: ۳۵-۴۶.

[۳] فرخیان فیروزی، ا و م، همایی. ۱۳۸۲. برآورد پارامتریک ویژگی های هیدرولیکی خاک های گچی با استفاده از توابع انتقالی خاک. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۱۵: ۵۷-۷۲.

[۴] قربانی دشتکی، ش و م، همایی. ۱۳۸۱. برآورد پارامتریک توابع بخش غیر اشباع خاک با استفاده از توابع انتقالی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۳، شماره ۱۲: ۱-۱۶.



- [5] Cemek, B., R. Meral, M. Apan, and H. Merdun. 2004. Pedotransfer functions for the estimation of the field capacity and permanent wilting point. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(4): 535-541.
- [6] Gupta, S.C. and W.E. Larson. 1979. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter percent, and bulk density. *Water Resources Research*, 15(6): 1633-1635.
- [7] Karkanis, P.G. 1983. Determining field capacity and wilting point using soil saturation by capillary rise. *Canadian Agricultural Engineering*, 25(1):19-21.
- [8] Oosterveld, M. and C. Chang. 1980. Empirical relations between laboratory determinations of soil texture and moisture retention. *Canadian Agricultural Engineering*, 22(2):149-151.
- [9] Ozdemir, N.; C. Gulser and T. Askin. 2000. Determination of relations between some soil properties and some soil moisture constants using path analysis. *Proceedings of International Symposium on Desertification*. 289-292.



شورای انتشارات

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

نشانی: شیراز، بلوار جانبازان، خیابان استاد مردانی غربی، مرکز تحقیقات و آموزش

کشاورزی و منابع طبیعی فارس

تلفن: ۳۷۲۰۹۳۳۲ (۰۷۱)، دورنگار: ۳۷۲۰۵۱۰۷ (۰۷۱)

پایگاه اطلاعاتی مرکز: [www.farsagres.ir](http://www.farsagres.ir)