



بررسی افزایش دمای خاک با رنگ آمیزی سطح آن

بهزاد آزادگان

دانشیار گروه مهندسی آب، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران Email: bazad@ut.ac.ir

چکیده

درجه حرارت خاک در رشد گیاه نقش داشته و تحت تأثیر مقدار جریان گرمای خاک قرار دارد. درجه حرارت مناسب در زمان کاشت بذر، باعث جوانه زنی سریع و مطلوب شده و مانع سرمازدگی جوانه های گیاه، جذب بهتر آب و مواد غذایی توسط ریشه و افزایش رشد گیاه می گردد. هدف این تحقیق، بررسی افزایش دمای خاک با رنگ آمیزی سطح آن با رنگ تهیه شده از پوست سبز گردو می باشد. آزمایشات در اعماق 5، 10، 20 و 30 سانتی متر انجام شد. نتایج نشان داد رنگ آمیزی سطح خاک باعث جذب بیشتر اشعه خورشید، گرمتر شدن سطح خاک و افزایش میانگین 3°C دما و 33% گرما در لایه سطحی خاک گردید. **کلمات کلیدی:** درجه حرارت خاک، رشد گیاه، رنگ آمیزی سطح خاک، سرمازدگی، گرمای خاک.

مقدمه

دمای خاک از عوامل اساسی رشد گیاه بوده که بر جوانه زدن بذر، تهویه، رشد و توسعه ریشه، فعالیت میکروارگانسیمها، سرعت جذب مواد غذایی و آب در گیاه مؤثر است. خاک محل ذخیره گرما جهت انجام فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی وابسته به گرما برای رشد گیاه می باشد. کشاورزان به منظور فراهم کردن دمای مناسب برای جوانه زدن بذر و حفظ گرما از روشهایی مانند زهکشی، افزودن کود آلی و خاک پوش جهت جلوگیری از تابش های برگشتی از خاک استفاده می کنند (Hanks R J, 1992). هر گیاه در دمای خاصی شروع به جوانه زنی می کند، در دمای مطلوب جوانه زنی سریعتر و در دمای نامناسب رویش بذر آهسته و رشد ریشه کند شده که باعث دیررسی و افت کمی و کیفی محصول می گردد (Kaspar TC and Bland WL, 1992). رنگ خاک با تأثیرگذاری بر روی ضریب بازتاب، تشعشع خالص را تحت تأثیر قرار داده، موجب تغییرات روزانه درجه حرارت سطح خاک و در نتیجه تغییرات روزانه شدت جریان گرمای ورودی به حجم خاک می شود همچنین درجه حرارت خاک نسبت به زمان و عمق تغییر می کند (Kustas WP and Daughtry CST, 1990). تغییرات روزانه درجه حرارت خاک بستگی به تابش ورودی خورشید به سطح زمین و فرآیندهای تبادل گرما در داخل خاک دارد. این فرآیندها توسط وزن مخصوص ظاهری، رطوبت، ساختمان، بافت و رنگ خاک کنترل می شود (Heusinkveld BG et al, 2004). گرمای ویژه و ظرفیت هدایت حرارتی خاک با افزایش درصد رطوبت بالا رفته و در خاکهای اشباع از آب به چند برابر خاکهای خشک می رسد (Lyle P and Bell J, 2005). نتایج تحقیقی بر روی خاکی با ذرات همگن و رنگهای تیره، متوسط و روشن در جذب انرژی تابشی لامپ رشته ای نشان داد که بعد از 30 دقیقه تابش گرمای لامپ خاک تیره، متوسط و روشن به ترتیب 12°C ، 8 و 6 افزایش دما داشتند. خاک



(فیزیک خاک و رابطه آب و خاک و گیاه)

تیره انرژی بیشتری از نور خورشید جذب کرده و گرمتر شد ولی خاک روشن انرژی را منعکس کرده و خنکتر ماند (Kustas WP and Daughtry CST, 1990). پژوهشی برای بررسی تأثیر شکل سطح خاک جوی و پشته ای با ذرات یکنواخت جهت جذب گرمای خورشید انجام شد. دماسنج در عمق کم و زیاد پشته به ترتیب 15°C و 7°C و 5°C و 1°C را نشان داد. خاک پشته به علت سطح تماس بیشتر در جذب انرژی تابشی، دمای بیشتری داشت (Ochsner TE, et al, 2006). هدف این تحقیق، بررسی تأثیر رنگ آمیزی سطح خاک با استفاده از رنگ طبیعی پوست سبز گردو بر افزایش درجه حرارت خاک است.

مواد و روشها

آزمایش در 4 کرت (1×1 مترمربع و فاصله 40 سانتی متر) با 4 تکرار و در جهات مختلف جغرافیایی، در مزرعه پردیس ابوریحان اجرا شد. وزن مخصوص ظاهری به روش حجمی و بافت به روش هیدرومتری تعیین گردید. رطوبت خاک در اعماق 5، 10، 20 و 30 سانتی متر با دستگاه رطوبت سنج (Lutron, MS-7003, Taiwan) اندازه گیری شد. سطح خاک کرتها با اسپری رنگ پاش و رنگ تهیه شده از پوست گردو رنگ آمیزی شد ولی خاک شاهد رنگ آمیزی نشد. شدت تیرگی رنگ، با دستگاه آنالیز رنگ (PerkinElmer, Lambda 25, U.S.A) تعیین گردیده است. در اطراف هر کرت، پروفیلی به عمق 30 سانتی متر در جهات جغرافیایی برای تاثیر تغییر جهت تابش خورشید در طول روز، حفر شد. اندازه گیری با دماسنج لیزری (Testo, 830-T2, Germany) هر 2 ساعت انجام شده که از ساعت 6 صبح شروع و برای 5 روز متوالی انجام شد. برای بررسی تغییرات گرمای سطح خاک و تأثیر آن بر نوسان دمای عمق، دمای پروفیلها در اعماق فوق اندازه گیری شد. با استفاده از نتایج داده‌ها، تغییرات روزانه دما بررسی و مقدار گرمای ذخیره شده در خاک هر کرت، مشخص گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه خاک مقادیر رس 30، سیلت 35، شن 35 (درصد)، وزن مخصوص ظاهری $1/2 - 1/35$ گرم بر سانتی‌متر مکعب، رطوبت خاک 10-25 درصد گزارش شده و بافت خاک لومی رسی می‌باشد. در عمق 0-5 سانتی‌متر در ساعت 6 و 14 دمای خاک در کرت رنگ آمیزی شده به ترتیب 5 و 35 ولی در کرت شاهد، 3°C و 23 بوده که حد اقل، حد اکثر و میانگین افزایش دمای روزانه به ترتیب 2°C ، 12 و 5 در مقایسه با شاهد است که به دلیل جذب بیشتر تابش خورشید توسط سطح تیره خاک رنگ آمیزی شده می‌باشد. با گذشت زمان به علت کاهش تابش و غروب خورشید، در شب اختلاف دما کمتر می‌شود. تغییرات روزانه درجه حرارت خاک، بستگی به مقدار تابش ورودی اشعه خورشید به سطح زمین و فرآیندهای تبادل گرما در داخل خاک دارد. این فرآیندها توسط وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت، ساختمان، بافت و رنگ خاک کنترل می‌شود (Stefan JK, et al, 2009). در عمق 5-10 سانتی‌متر در ساعت 6 و 16 دمای خاک در کرت رنگ آمیزی شده به ترتیب 5 و 29 ولی در کرت شاهد، 3°C و 19 بوده که حد اقل، حد اکثر و میانگین افزایش دمای روزانه به ترتیب 2°C ، 10 و 4 در مقایسه با شاهد است. در عمق 10 سانتی‌متر جذب تابش خورشید به دلیل پس افت زمانی، کمتر از لایه قبلی به سطح خاک رنگ آمیزی شده بوده، خاک دیرتر و کمتر گرم شده و در شب این اختلاف دما کمتر خواهد شد. در این عمق، رطوبت 5 درصد بیشتر از لایه قبل می‌باشد. عامل اصلی کاهش دما مقدار رطوبت خاک



فیزیک خاک و رابطه آب و خاک و گیاه

است که از طریق اثر بر روی هدایت گرمایی، ظرفیت گرمایی و پخشیدگی گرما، در اتلاف گرمای خاک مؤثر است، سرعت انتقال حرارت در خاک تابع رطوبت آن می باشد (Tyson EO et al, 2007). مقداری از حرارت رسیده به سطح خاک تحت تابش آفتاب، جذب لایه سطحی خاک شده و بتدریج به لایه های زیرین انتقال می یابد. رنگ خاک در رطوبت خاک و تأمین گرمای آن مؤثر بوده و با تأثیرگذاری بر روی ضریب بازتاب، تشعشع خالص را تحت تأثیر قرار می دهد و موجب تغییرات روزانه درجه حرارت سطح خاک می شود (Wondafrash TT et al, 2005). دمای خاک در عمق 10-20 سانتی متر در ساعت 6 و 20 در کرت رنگ آمیزی شده به ترتیب 5 و 15 ولی در کرت شاهد، 4°C و 10 بوده که حد اقل، حد اکثر و میانگین افزایش دمای روزانه به ترتیب 1°C، 5 و 2 در مقایسه با شاهد است. به دلیل پس افت زمانی زیاد، تابش خورشید کمتر از لایه های قبلی بوده و خاک در عمق 20 سانتی متر دیرتر و کمتر گرم شده و در شب این اختلاف دما خیلی کمتر خواهد شد، چون درجه حرارت خاک نسبت به زمان و عمق خاک تغییر می کند. با کاهش دمای خاک به علت افزایش مقاومت ریشه ها و کاهش فعالیتهای متابولیکی آن، افزایش لزوجت آب و کاهش نفوذ پذیری غشاء های سلولی، جذب آب کاهش یافته و رشد گیاه کاهش می یابد (Kaspar TC and Bland WL, 1992). در عمق 20-30 سانتی متر در ساعت 6 و 24 دمای خاک در کرت رنگ آمیزی شده به ترتیب 5 و 12 ولی در کرت شاهد، 4°C و 9 بوده که حد اقل، حد اکثر و میانگین افزایش دمای روزانه به ترتیب 1°C، 3 و 1 در مقایسه با شاهد است که به دلیل پس افت زمانی زیاد، گرمای تابش خورشید خیلی کمتر از لایه های قبلی در این عمق نفوذ و انتقال می یابد و در نتیجه در عمق 30 سانتی متر خاک دیرتر و کمتر گرم شده و در شب اختلاف دما ناچیز است. در این عمق رطوبت 15 درصد بیشتر از لایه سطحی می باشد. گرمای ویژه و ظرفیت هدایت حرارتی خاک، با افزایش درصد رطوبت بالا رفته و در خاکهای اشباع از آب به چند برابر خاکهای خشک می رسد چون خاکهای مرطوب آهسته تر از خاکهای خشک گرم می شوند (Zhang HF et al, 2007). دمای چند سانتی متر بالایی خاک خیس حدود 3-6°C پایین تر از خاک خشک گزارش شده است (Lyle P, and Bell J, 2005). جدول 1- وزن مخصوص ظاهری، رطوبت و تغییرات دما را با عمق در کرت های رنگ آمیزی شده و شاهد نشان می دهد. با استفاده از معادلات [1] و [2] گرمای ذخیره شده برای کرتها محاسبه شده است (Hanks R J, 1992).

جدول (1) مقادیر رطوبت حجمی، وزن مخصوص ظاهری، میانگین دما و گرما، در کرت های رنگ آمیزی شده و شاهد

Qq(cal)		$\Delta T(^{\circ}c)$		$\rho_b(g.cm^{-3})$	$\theta_v(\%)$	Ds(cm)
شاهد	رنگ آمیزی	شاهد	رنگ آمیزی			
42	53	23	28	1/40	10	0-5
30	32	15	19	1/35	15	5-10
8	18	2	4	1/30	20	10-20
5	10	1	2	1/25	25	20-30



$$Qq = (0.2 \rho_b + \theta_v) \cdot A \cdot D_s \cdot \Delta T \quad [1]$$

$$\Delta Qq = Qq_2 - Qq_1 \quad [2]$$

Qq (cal) گرم، ΔQq (cal) اختلاف میانگین گرم، ρ_b ($g.cm^{-3}$) وزن مخصوص ظاهری خاک، D_s (cm) عمق خاک، θ_v (%) رطوبت حجمی خاک، A (cm^2) سطح خاک و ΔT ($^{\circ}C$) اختلاف میانگین دما. مقدار گرمای ذخیره شده از سطح خاک تا عمق 30 سانتی‌متری در کرت‌های رنگ آمیزی شده و شاهد به ترتیب 113 و 85 کالری بوده که در کرت رنگ آمیزی شده، افزایش 33 درصد بوده است.

نتیجه‌گیری

تیره کردن سطح خاک با استفاده از رنگ تهیه شده از پوست سبز گردو، در افزایش درجه حرارت و انتقال گرما در خاک مؤثر است. افزایش دمای خاک نقش مهمی در انجام فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی نیازمند انرژی گرمایی دارد. دمای پایین خاک فعالیت میکروبی، معدنی شدن و تجزیه مواد آلی را کند کرده، تنفس و جذب آب توسط ریشه گیاه را کاهش داده، سرعت رویش بذر آهسته و رشد ریشه کند می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که رنگ آمیزی سطح خاک و تیرگی آن باعث جذب بیشتر اشعه خورشید، گرمتر شدن سطح خاک و در نتیجه افزایش دما با میانگین $3^{\circ}C$ در لایه سطحی خاک گردید. مقدار گرمای ذخیره شده از سطح خاک تا عمق 30 سانتی‌متر در کرت‌های رنگ آمیزی شده و شاهد به ترتیب 113 و 85 کالری بوده که باعث 33 درصد افزایش گرما در کرت رنگ آمیزی شده گردید. افزایش درجه حرارت خاک به روش ساده فوق کاربردی و ارزان است.

References

- ۱- Heusinkveld BG, Jacobs AFG, Holtslag AAM and Berkowicz SM, 2004. Surface energy balance closure in an arid region: Role of soil heat flux. *Agric. For. Meteorol.* 122:21–37.
- ۲- Hanks RJ, 1992. *Applied Soil Physics: Soil Water and Temperature Applications*. Springer-Verlag, 176 pp.
- ۳- Kaspar TC and Bland WL, 1992. Soil temperature and root growth. *Soil Science*, 154, 290-299.
- ۴- Kustas WP and Daughtry CST, 1990. Estimation of the soil heat flux/net radiation ratio from spectral data. *Agric For Meteorol.* 49:205–223.
- ۵- Lyle P and Bell J, 2005. Soil Temperature Change over Time during Infiltration. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69: 766-775.
- ۶- Ochsner, TE, SauerTJ and Horton R, 2006. Field tests of the soil heat flux plate method and some alternatives. *Agron. J.* 98: 1005–1014.
- ۷- Stefan JK, Cvijanovic I, Schüttemeyer D, Maxwell RM, Moene AF, and Bayer P, 2009. The Influence of Rain Sensible Heat and Subsurface Energy Transport on the Energy Balance at the Land Surface. *Vadose Zone J.* 8: 846-857.
- ۸- Tyson EO, SauerTJ and Horton R, 2007. Soil Heat Storage Measurements in Energy Balance Studies. *Agron. J.* 99: 311-319.
- ۹- Wondafrash TT, Mariscal SI, Gomez MV and Espejo SR, 2005. Relationship Between Soil Color and Temperature in the Surface Horizon of Mediterranean Soils: A Laboratory Study *Soil Science*. 170(7):495-503
- ۱۰- Zhang HF, Ge XS, Ye H and Jiao DS, 2007. Heat conduction and heat storage characteristics of soils. *Appl Thermal Eng.* 27:369–373.