# تحلیل ارتباط دمای حداقل هوا و دمای افق‌های خاک در اردبیل

**عباس حسینی شمعچی***
استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر
**آفاق ضرغام نیا**
کارشناسی ارشد، جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی) از دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر

**چکیده**
**دمای خاک یکی از مهم ترین ویژگی‌های خاک به شمار می‌آید که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های گیاهی اثر گذاشته و در پاره‌ای از موارد اهمیت بیشتری نسبت به دمای هوا در رشد گیاهان دارد. دمای خاک در اعماق مختلف متفاوت بوده و تا اعماق معینی از نوسان روزانه و سالانه برخوردار است. در این پژوهش تلاش می‌شود تا نوسانات دمای اعماق مختلف خاک و همبستگی دمای سطح خاک با دمای هوای مجاور در اردبیل مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور داده‌های دمای هوا و دماهای اعماق مختلف خاک طی دوره آماری ۱۳۸٤- ۱۳۷۲ از سازمان هواشناسی اخذ و پردازش شد. همبستگی دمای حداقل هوا با دمای سطح خاک با روش همبستگی پیرسون در سطح معنی داری ۹۵٪ نشان از همبستگی معنی دار مستقیم بین آنها دارد. نتایج بررسی نشان می‌دهد که دگرگونی روزانه دمای هوا اثر مهمی بر دمای خاک تا عمق ۲۰ سانتی‌متر داشته و دامنه نوسانات دمای خاک با افزایش عمق کاهش می‌یابد. دگرگونی ماهانه درجه حرارت در اعماق مختلف نشان می‌دهد که نوسانات سطح خاک با نوسانات انرژی تابشی هماهنگ بوده ولی هرچه بر عمق خاک افزوده می‌شود، دگرگونی دما کم‌تر شده و دیرتر به بیشینه دمای خود می‌رسد. سیکل سالانه دما نیز یک تاخیر زمانی و استهلاک دامنه دما با عمق را نشان می‌دهد. به طور کلی مطالعات نشان می‌دهد که همبستگی معنی داری بین دمای حداقل هوا و حداقل سطح زمین و همین‌طور بین دمای حداقل سطح خاک و دمای اعماق مختلف خاک وجود دارد و تغییرات دما در اعماق مختلف خاک یکنواخت نمی‌باشد.**

**واژگان کلیدی:** **دمای هوا، خاک، همبستگی، اردبیل**

## مقدمه

یکی از عوامل مهم و مؤثر در خاک، دمای خاک است که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های گیاهی اثر گذاشته و در پاره‌ای از موارد اهمیت بیشتری نسبت به دمای هوا در رشد گیاهان دارد. دمای خاک به عوامل متعددی از جمله توپوگرافی، تابش خورشید، دمای هوا، میزان رطوبت خاک، ویژگی‌های دمایی خاک (نظیر ظرفیت گرمایی، ضریب هدایت حرارتی، ضریب انتشارحرارتی و ضریب پذیرش حرارتی) بستگی دارد. فرآیندهای دیگر نظیر: تهویه خاک، جوانه زنی، رشد گیاه، توسعه ریشه‌ها و فعالیت‌های باکتریایی درون خاک نیز تابع دمای خاک است (نجفی مود، ۱۳۸۷، ۴).

انرژی گرمایی در سطح خاک به طور مداوم با اعماق آن در تبادل است، بنابراین همواره در معرض نوسانات روزانه و سالانه قرار می‌گیرد. دمای خاک در اعماق مختلف متفاوت بوده و تا اعماق معینی از نوسان روزانه و سالانه برخوردار است. بررسی عمق و دامنه نوسانات از ابعاد مختلف دارای اهمیت زیادی می‌باشد. از عوامل مؤثر بر افزایش نوسانات

* نویسنده مسئول : ۰۹۱۴۴۱۱۳۰۴۵
E-mail: a-hosseini-shamchi@iau-ahar.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

دمای روزانه در نیمرخ خاک می‌توان از تابش شدید آفتاب، آلبدوی کم، خشکی سطح خاک و بالا بودن قابلیت انتشار حرارتی (متأثر از ظرفیت گرمایی و هدایت حرارتی) نام برد. که بوسیله عواملی مانند رطوبت بالا، ابرناکی، پوشش برف، پوشش گیاهی و پشت به آفتاب بودن (شیب شمالی در نیمکره شمالی) تعدیل می‌شود.

نوسانات سالانه دمای خاک ناشی از ذخیره کردن انرژی توسط خاک در طی فصول گرم و باز پس دادن آن در طی ایام سرد سال می‌باشد که این فرآیند سبب پدید آمدن یک موج دمایی با دوره تناوب سالانه می‌گردد. نوسانات سالانه دما در مقایسه با نوسانات روزانه به عمق خیلی بیشتری راه می‌یابد به طوری که ممکن است در برخی نقاط به عمق ۱۰ متر یا بیشتر نیز برسد. به طوری که در آب و هوای بری مناطق معتدله که اختلاف دمای سطح خاک در زمستان و تابستان به بیشترین مقدار می‌رسد، عمق نوسانات سالانه نیز بیشتر است. در مناطق گرمسیری و مناطق اقیانوسی تفاوت دمای زمستان و تابستان کم تر است و در مناطق منجمده وجود یخ موجب پایدار ماندن دما می‌گردد. در زیر جنگل یا هرگونه پوشش متراکم گیاهی نسبت به نقاط بدون جنگل یا مناطق با گیاهان پراکنده، نوسانات روزانه و سالانه هر دو کاهش یافته و تا عمق کمتری نفوذ می‌کنند (اردکانی، ۱۳۶۴، ۴۹). لذا در این پژوهش تلاش می‌شود تا نوسانات دمای اعماق مختلف خاک و همبستگی دمای سطح خاک با دمای هوای مجاور در اردبیل مورد بررسی قرار گیرد.

## پیشینه پژوهش

بر اساس مطالعاتی که توسط اسمیت[1] و همکاران، به نقل از کمالی (۱۳۸۶، ۸۴)، بر روی تغییرات روزانه و سالانه درجه حرارت خاک برای عرض‌های متفاوت جغرافیایی انجام گرفته، نشان می‌دهد که در مناطق معتدل، نوسان فصلی یا سالانه دمای خاک در اعماق بیش از ۸ متری ناچیز بوده، ولی در اعماق پایین تر ثابت مانده و تغییر نمی‌کند. در صورتی که در مناطق استوایی نوسان دما عمدتاً تا عمق یک متری صورت می‌گیرد، ضمن این که از سطح به عمق خاک، دما کاهش می‌یابد. مایکل و تریدوی[2] (۱۹۷۹، ۵۵-۴۵) در تحقیقی یک معادله چند جمله‌ای را ارایه کردند و نتیجه گرفتند که بکارگیری آن توأم با روش رگرسیون و با معلوم بودن شماره روز سال و زاویه میل خورشید، پیش بینی دمای حداقل و حداکثر خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری را امکان پذیر می‌سازد. گومان و لال[3] (۱۹۸۱، ۲۵۲-۲۴۷)، با استفاده از روش سری فوریه و مقایسه نتایج آن با نیمرخ‌های اندازه گیری شده دمای خاک به پیش بینی دمای روزانه خاک در یک منطقه استوایی پرداختند. نتیجه این مطالعه نشان داد که بین مقادیر دمای اندازه گیری شده با مقادیر پیش بینی شده از سری فوریه در عمق ۱۳ سانتی‌متری خاک همبستگی خوبی برقرار است. هورتن[4] و همکاران (۱۹۸۳، ۳۲-۲۵)، با استفاده از یک سری اندازه‌گیری‌های دما به تعیین قابلیت انتشار حرارتی خاک در لایه ۱۰ سانتی متری فوقانی با استفاده از روش‌های مختلف (دامنه، فازی، لگاریتمی، عددی، آرک تانژانت و هارمونیک) پرداختند. نتایج نشان داد که از بین روش بکار رفته، روش‌های دامنه، فازی، لگاریتمی و آرک تانژانت از لحاظ کاربرد از سادگی بیشتری برخوردار بوده ولی از نظر دقت نتایج حاصله، ممکن است نتایجی غیر قابل پیش‌بینی از این روش‌ها حاصل آید آنها در ادامه، از دو روش عددی و هارمونیک برای پیش‌بینی دمای خاک استفاده کرده و مقادیر پیش‌بینی‌شده را با مقادیر اندازه‌گیری شده مورد مقایسه قرار دادند و مشاهده کردند که حتی در شرایط آسمان نسبتاً ابری نیز تطابق بسیار خوبی بین مقادیر پیش‌بینی‌شده و اندازه‌گیری شده وجود دارد. سیستیک و بالتیک[5] به نقل از کمالی (۱۳۸۶، ۸۵) یک روش آماری جهت تعیین شیب قائم دما با استفاده از مشاهدات مجاور سطح زمین ارایه کردند. این روش بر پایه وجود همبستگی آماری بین تابش و دمای

1- Smith and his collaborators
2- Maichael and Ttadeway
3- Ghuman and Lal
4- Horton, et.al
5- Sistick and Baltic

Archive of SID

www.SID.ir

مجاور سطح خاک استوار بوده است. این بررسی وجود همبستگی شبانه روزی بین تابش و دمای مجاور سطح خاک را نشان داد، به این معنی که با افزایش میزان تابش، دمای خاک نیز افزایش می‌یابد. مک ماستردویلهم[1] و همکاران به نقل از کمالی (۱۳۸۶، ۸۵) طی پژوهش‌های خود تأثیر درجه حرارت هوا و خاک را در پیش بینی مراحل فنولوژی محصولات کشاورزی مقایسه کرده، درجه حرارت دمای هوا را در این مورد مؤثرتر تشخیص دادند. آنها مدلی را برای برآورد دمای خاک از طریق دمای هوا ارایه کردند. حیدری گندمان، (۱۳۸۴، ۸۳-۷۲)، به بررسی رژیم دمایی هوا و اعماق خاک و تعیین توابع نوسانات ادواری آنها در ایستگاه‌های استان کردستان پرداخته و به این نتیجه رسیده که بررسی دمای هوا و خاک و دگرگونی آنها کلید درک بسیاری از پدیده‌هایی است که وابسته به جو و محیط خاک می‌باشد. جامع (۱۳۸۴، ۹۵-۸۷)، دمای اعماق خاک ایستگاه‌های هواشناسی کرمانشاه را بررسی کرده و به برآورد همبستگی بین دمای حداقل هوا و دمای حداقل سطح زمین پرداخته و نتیجه گرفته که دمای اعماق مختلف خاک در ساعت ۶/۳۰ صبح در مـــاه‌های سرد سال افزایش می‌یابد و در تمامی طول سال دمای عمق ۳۰ سانتی‌متری، گرم تر از اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری در ساعت ۶/۳۰ صبح و ۱۸/۳۰ عصر می‌باشد. باقری، (۱۳۸۴، ۱۲۵-۱۲۱)، در مطالعه دمای اعماق خاک و نقش این پارامتر بر روی رشد گیاه و وقوع پدیده یخبندان در ایستگاه هواشناسی کشاورزی کبوترآباد اصفهان، میزان تغییرات دمای اعماق مختلف خاک را همراه با دمای حداقل هوا و خاک مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده که بیشترین دامنه تغییرات در عمق ۵ سانتی‌متری در ساعات ۶/۳۰ صبح و۱۸/۳۰ عصر، در عمق ۱۰ سانتی‌متری در ساعات ۶/۳۰ صبح و ۱۲/۳۰ ظهر رخ می‌دهد. همچنین تغییرات ناچیزی در عمق ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری رخ می‌دهد. جعفری گلستان و رائینی، م، (۱۳۸۶، ۴۸-۳۶ ) به برآورد دمای ژرفای خاک با بهره گیری از روش تجزیه منحنی و همبستگی‌های رگرسیونی برای شهرستان ساری پرداخته‌اند. در این مطالعه مدلی ساده برای برآورد دمای خاک با بهره گیری از مدل‌های آماری ارایه کرده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که ویژگی‌های گرمایی خاک، وابسته به ساختمان، بافت آن و عوامل موثر بر تراز تابشی خورشید در نزدیکی زمین می‌باشد. همان طور که ملاحظه می‌شود هدف تمامی پژوهش‌ها، در مناطق مختلف و با روش‌های گوناگون، برای دستیابی به ارتباط بین دمای هوا و خاک معطوف شده است و این پژوهش قصد دارد با تجزیه و تحلیل آماری دمای هوا و خاک به برآورد همبستگی بین دمای هوا و خاک در اردبیل بپردازد.

## موقعیّت جغرافیایی استان اردبیل

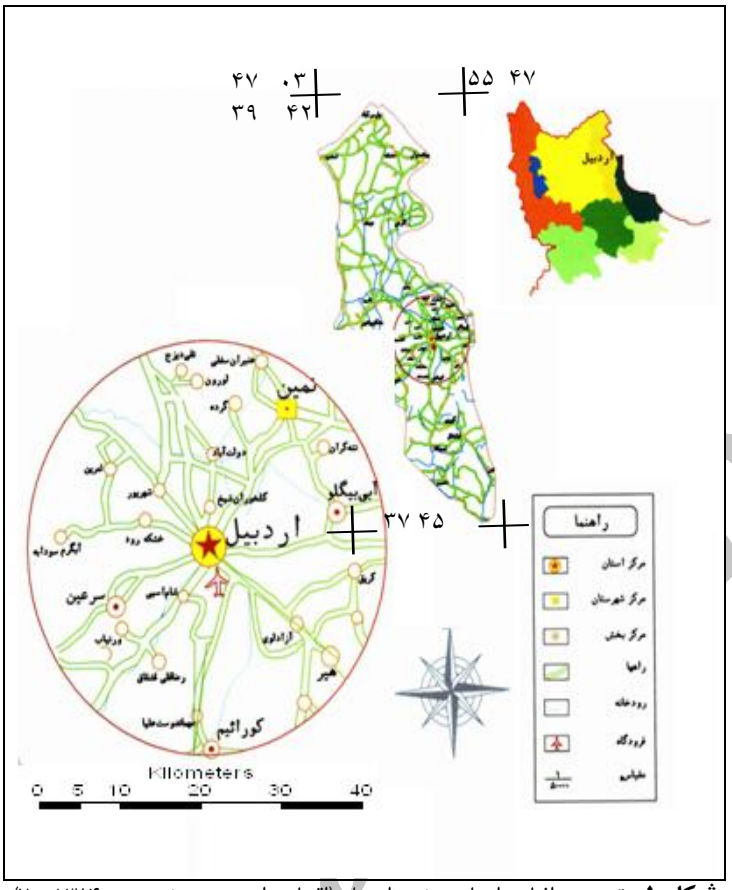
استان اردبیل در شمال‌غربی فلات ایران با مساحتی بالغ بر ۱۷۹۵۳ کیلومتر مربع که تقریباً ۱٪ از کل مساحت کشور را در بر می‌گیرد در بین مختصّات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقهٔ تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقهٔ عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقهٔ تا ۴۷ درجه و ۳ دقیقهٔ طول شرقی از نصف النّهار گرینویچ واقع شده است. این استان از شمال با جمهوری آذربایجان همسایه بوده و حدود ۴۰۰ کیلومتر با این کشور مرز مشترک دارد و از غرب به استان آذربایجان‌شرقی، از جنوب به استان زنجان و از شرق به استان گیلان محدود شده است.

دشت اردبیل در مرکز استان در میان ارتفاعات تالش در شرق و قلّهٔ آتشفشانی سبلان در غرب و بزغوش در جنوب و جنوب‌شرق قرار گرفته و یک واحد مستقل توپوگرافی را بوجود آورده است. وسعت دشت اردبیل تقریباً ۲۷۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد که حدود ۹۰۰ تا ۹۵۰ کیلومتر مربع آن را دشت کاملاً هموار و بدون عارضه تشکیل می‌دهد. شیب این قسمت کمتر از ۵٪ و جهت شیب به طرف شمال و شمال‌غرب می‌باشد. بقیّهٔ مساحت این دشت را تا ارتفاعات مذکور، تپه ماهورها و ارتفاعات حدّ فاصل تشکیل می‌دهد. شهر اردبیل با ارتفاع متوسّط ۱۳۴۰ متر در این دشت استقرار یافته است، حسینی شمعچی (۱۳۸۴، ۱۹).

2- Mac Mastered Wilhelm, etal

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱:** نقشه جغرافیایی استان و شهر اردبیل (اقتباس از: حسینی شمچی، ۱۳۸۴، ۲۰)

## مواد و روش‌ها

ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای جهت دسترسی به منابع صورت گرفت. در ادامه مقادیر هر دو پارامتر درجه حرارت هوا و دماهای اعماق مختلف خاک به صورت داده‌های خام[1] موجود طی دوره آماری ۱۳۸۴– ۱۳۷۲ از اداره کل هواشناسی استان اردبیل اخذ و پردازش شد و در مقیاس ماهانه در محیط اکسل (Excel) ساماندهی شد. بعد از سازماندهی اولیه این داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. خلاهای آماری با استفاده از روش تفاضل‌ها مورد بازسازی قرار گرفته است. برای اطمینان از تصادفی بودن داده‌ها آزمون همگنی داده‌ها به روش ران تست (آزمون توالی) انجام شده است. برای آزمون نرمال بودن داده‌ها از روش نکویی برازش کلموگروف – اسمیرنف استفاده شده است. به منظور دستیابی به اهداف اصلی، توصیف اولیه مشاهدات با تنظیم جداول و نمودارها در محیط اکسل انجام گرفته و پس از محاسبه‌های میانگین‌های ماهانه، انحراف معیار، از معنی دار بودن (r) در سطح ۹۵٪ اطمینان حاصل شده و همبستگی دمای حداقل هوا با دمای سطح خاک با روش همبستگی پیرسون با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفته است. در ادامه با استفاده از روش تجزیه و تحلیل رگرسیون و با استفاده از رابطه خطی $y = ax + b$ معادله همبستگی برای ماه‌های مختلف سال محاسبه و جداول و نمودارهای مربوطه در محیط نرم افزار SPSS تنظیم و ترسیم شده است. در نهایت با استفاده از آمار روزانه، آمارهای ساعتی دمای خاک در ساعات ۶/۳۰، ۱۲/۳۰ و ۱۸/۳۰ به وقت محلی استخراج و پردازش شده و بر اساس این داده‌ها برش قائم دمای اعماق خاک برای روز اول، روز پانزدهم و روز سی‌ام هرماه ترسیم و تحلیل گردیده است. در این پژوهش به دلیل استفاده از ماه‌های فارسی ماه دی به جای ژانویه و ماه بهمن به جای فوریه و ... و آذر ماه

[1]- Scdata

www.SID.ir

به جای دسامبر مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین با توجه به این که آمار سازمان هواشناسی به تاریخ میلادی ثبت و انتشار می‌یابد، لذا برای معادل سازی سال ۱۳۷۲ معادل ۱۹۹۳ و سال ۱۳۸۴ به جای ۲۰۰۵ منظور شده است.

## یافته‌های پژوهش

### دگرگونی‌های ماهانه دمای اعماق مختلف خاک

دگرگونی‌های ماهانه دما در اعماق، ۵، ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ و ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری نشان می‌دهد که نوسانات دمای سطح خاک با نوسانات انرژی تابشی هماهنگ بوده ولی هر چه بر عمق خاک افزوده می‌شود، دگرگونی دما کم‌تر شده و دیرتر به بیشینه دمای خود می‌رسد.

در جدول (۱) و شکل (۲) میانگین دمای هوا و دمای اعماق مختلف خاک در ایستگاه اردبیل بر حسب درجه سانتی‌گراد در ماه‌های مختلف سال ارائه شده است. براساس جدول دگرگونی و تفاوت در دمای هوا و دمای اعماق مختلف خاک در ماه‌های سرد سال بیشتر از ماه‌های گرم می‌باشد. به عنوان مثال در ماه دی میانگین دمای خاک درعمق ۵۰ سانتی‌متری ۰/۷ درجه سانتی‌گراد و در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری ۳/۳ درجه سانتی‌گراد از میانگین دمای هوا (۳ درجه سانتی‌گراد) بیشتر است، در صورتی که در ماه مرداد به ترتیب ۳/۲ و ۵ درجه سانتی‌گراد کم تر است. با وجود این که متوسط ماهانه دمای اعماق مختلف خاک در ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰سانتی‌متری در ماه مرداد نسبت به دمای هوا پایین تر می‌باشد ولی نسبت به ماه‌های دیگر به حداکثر خود می‌رسد و بعد از این ماه روند کاهشی پیدا می‌کند. که به دلیل افزایش طول روز و نیز زیاد شدن زاویه تابش خورشید دمای خاک از ماه دی تا مرداد زیادتر می شود با توجه به این که حداکثر دما در خاک با یک تأخیر زمانی صورت می‌گیرد و سپس روند کاهشی پیدا می‌کند

دگرگونی دمای خاک نسبت به زمان موجی شکل است و هر چه عمق خاک بیشتر می‌شود دامنه دگرگونی‌ها به طور نمایی کاهش می‌یابد. در این ایستگاه نوسان درجه حرارت خاک‌های رویین با نوسان انرژی خورشید هماهنگ بوده ولی هر چه بر عمق خاک افزوده می‌شود، دگرگونی درجه حرارت کم تر شده و دیرتر به حداکثر درجه حرارت خود می‌رسد. در عمق ۵ سانتی‌متری حداکثر دما در ماه مرداد اتفاق می‌افتد که با بالاترین دمای حداقل هوا و میانگین دمای هوا و دمای سطح خاک برابری می‌کند. حداقل دما در عمق‌های ۵، ۱۰، ۲۰ سانتی‌متری در ماه دی اتفاق می‌افتد. در حالی که حداقل دما در عمق‌های ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری با یک ماه تاخیر در ماه بهمن رخ داده است. اختلاف بین گرم ترین و سردترین ماه در عمق ۵ سانتی‌متری ۲۳/۷ درجه سانتی‌گراد بوده در حالی که در۵۰ سانتی‌متری ۱۹/۵ درجه و در ۱۰۰ سانتی‌متری ۱۴/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

### دگرگونی‌های ساعتی ماهانه دمای خاک

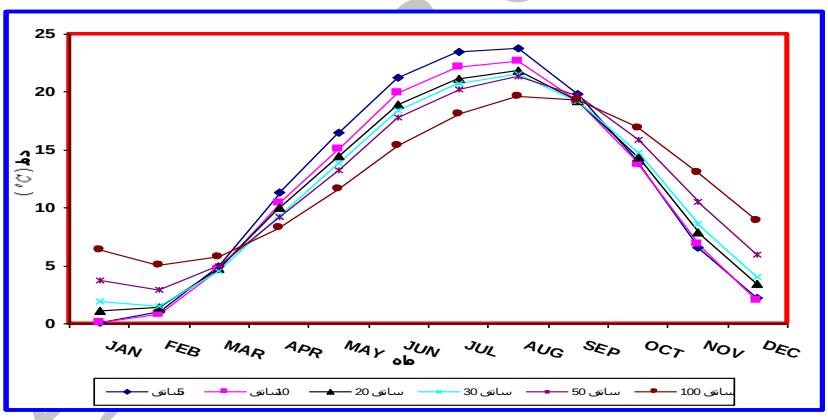
نمودارهای ۳ تا ۵ تغییرات شبانه روزی دمای اعماق مختلف خاک و هوا را در ایستگاه اردبیل نشان می‌دهند. با توجه به این نمودارها موج شبانه روزی دمای سطح با افزایش عمق به سرعت مستهلک شده و در عمق حدود ۵۰ سانتی‌متری تقریباً از بین می‌رود و دما در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری خاک تقریباً ثابت است. همچنین یک تأخیر زمانی در دماهای بیشینه و کمینه موج حرارتی وجود دارد. دمای هوا از ساعت ۱۸/۳۰ تا ساعت ۶/۳۰ به وقت محلی صبح روز بعد دمای عمق ۵ سانتی‌متری کم تر از دمای عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک است.

Archive of SID

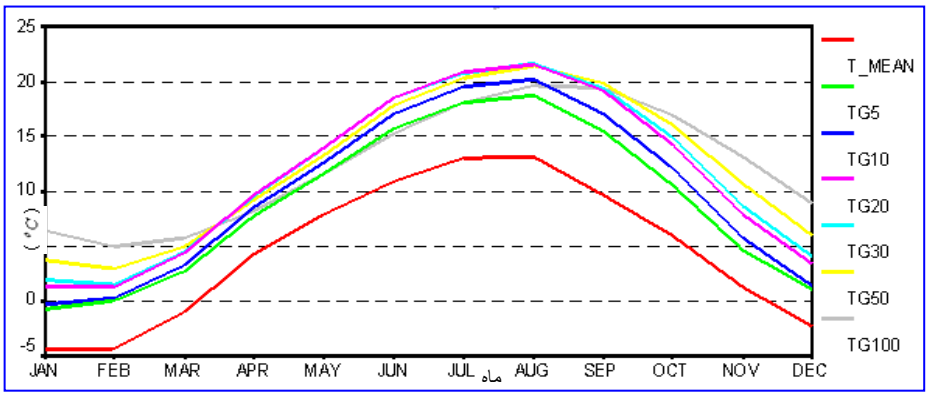
www.SID.ir

**جدول ۱:** میانگین دمای ماهانه هوا و اعماق مختلف خاک Ċ در ایستگاه اردبیل (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

| ماه | دمای هوا | دماهای اعماق مختلف خاک | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۵ سانتی | ۱۰ سانتی | ۲۰ سانتی | ۳۰ سانتی | ۵۰ سانتی | ۱۰۰ سانتی |
| دی | ۳ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۱/۱ | ۱/۹ | ۳/۷ | ۶/۳ |
| بهمن | ۴/۵ | ۱/۱ | ۱/۹ | ۱/۴ | ۱/۶ | ۲/۹ | ۵ |
| اسفند | ۹/۳ | ۵ | ۴/۶ | ۴/۷ | ۴/۶ | ۵ | ۵/۸ |
| فروردین | ۱۶/۷ | ۱۱/۳ | ۱۰/۴ | ۱۰ | ۹/۳ | ۹/۲ | ۸/۳ |
| اردیبهشت | ۱۹/۷ | ۱۶/۵ | ۱۵/۱ | ۱۴/۴ | ۱۳/۹ | ۱۳/۳ | ۱۱/۶ |
| خرداد | ۲۳/۲ | ۲۱/۲ | ۱۹/۹ | ۱۹/۰ | ۱۸/۵ | ۱۷/۸ | ۱۵/۴ |
| تیر | ۲۵/۰ | ۲۳/۴ | ۲۲/۱ | ۲۱/۱ | ۲۰/۷ | ۲۰/۳ | ۱۸/۱ |
| مرداد | ۲۴/۷ | ۲۳/۸ | ۲۲/۷ | ۲۱/۸ | ۲۱/۵ | ۲۱/۴ | ۱۹/۷ |
| شهریور | ۲۲/۶ | ۱۹/۹ | ۱۹/۲ | ۱۹/۲ | ۱۹/۲ | ۱۹/۸ | ۱۹/۳ |
| مهر | ۱۷/۵ | ۱۳/۹ | ۱۳/۸ | ۱۴/۳ | ۱۴/۸ | ۱۵/۹ | ۱۷ |
| آبان | ۱۱/۴ | ۶/۶ | ۶/۹ | ۷/۹ | ۸/۶ | ۱۰/۵ | ۱۳/۱ |
| آذر | ۵/۷ | ۲/۲ | ۲ | ۳/۵ | ۴ | ۶ | ۸/۹ |

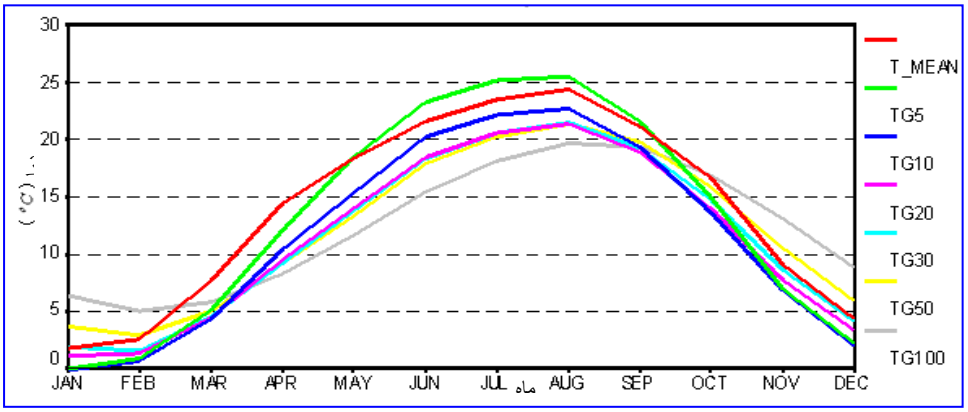



**شکل ۲:** نمودار میانگین دمای ماهانه اعماق مختلف خاک درایستگاه اردبیل (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

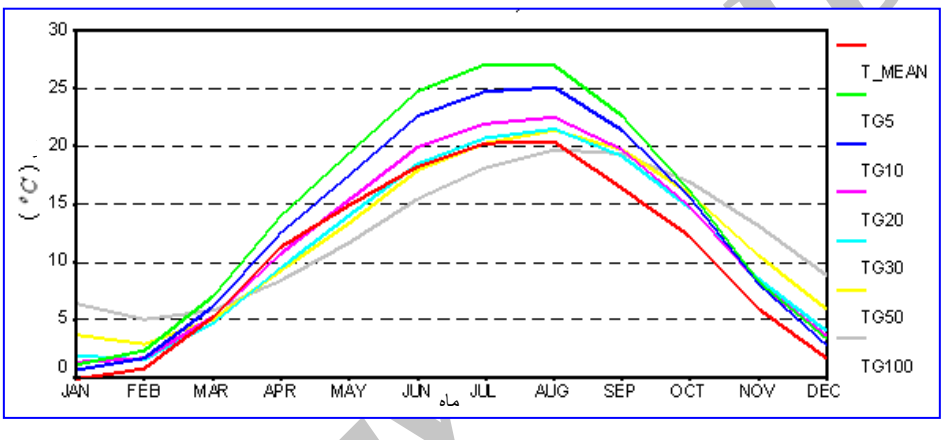



**شکل ۳:** نمودار متوسط دمای اعماق خاک Ċ اردبیل در ساعت ۶/۳۰ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

www.SID.ir




**شکل ٤:** نمودار متوسط دمای اعماق خاک Ċ اردبیل در ساعت ۱۲/۳۰ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)




**شکل ٥:** نمودار متوسط دمای اعماق Ċ خاک اردبیل در ساعت ۱۸/۳۰ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

## بررسی و برآورد همبستگی خطی دمای متوسط حداقل هوا و سطح خاک

جدول (۲) و نمودارهای (۶) تا (۱۷) نشان می‌دهد که همبستگی معنی داری بین متوسط دمای سطح خاک و متوسط دمای حداقل هوا وجود دارد. برای جلوگیری از طولانی شدن مقاله نمودارهای مربوط به ماه ژانویه از فصل سرد و ماه اوت از فصل گرم در متن ارائه شده و بقیه نمودارها به بخش پیوست انتقال یافته است. جدول (۳) معادلات رگرسیونی را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

**جدول ۲:** ضرایب رگرسیونی متوسط دمای هوا و سطح خاک ایستگاه اردبیل (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

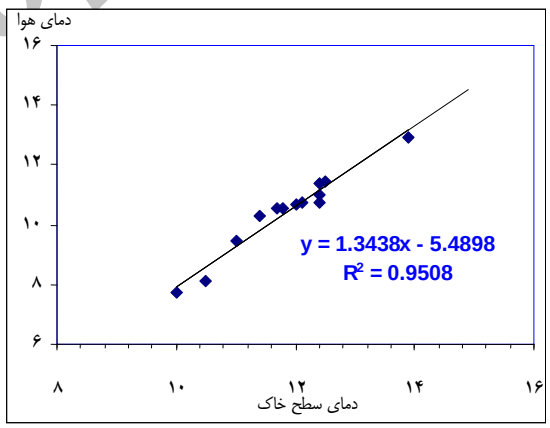
| ماه | | ضرایب | آماره T | سطح معنی داری | ضریب تعیین |
|---|---|---|---|---|---|
| **دی** | عرض از مبدا | -۱/۳۶ | -۴/۹۰ | ۰ | ۰/۹۸ |
| | متغیر X | ۱/۰۵ | ۲۵/۷۹ | ۰ | |
| **بهمن** | عرض از مبدا | -۲/۰۱ | -۶/۵۹ | ۰ | ۰/۹۷ |
| | متغیر X | ۰/۹۵ | ۲۰/۸۲ | ۰ | |
| **اسفند** | عرض از مبدا | -۱/۹۵ | -۶/۲۵ | ۰ | ۰/۸۴ |
| | متغیر X | ۰/۷۱ | ۷/۶۷ | ۰ | |
| **فروردین** | عرض از مبدا | -۱/۶۲ | -۶/۷۴ | ۰ | ۰/۹۴ |
| | متغیر X | ۱/۰۲ | ۱۳/۵۱ | ۰ | |
| **اردیبهشت** | عرض از مبدا | -۰/۵۳ | -۰/۹۶ | ۰/۳۵۹ | ۰/۸۸ |
| | متغیر X | ۰/۸۲۹ | ۹/۱۰ | ۰ | |
| **خرداد** | عرض از مبدا | -۱/۱۶ | -۱/۷۳ | ۰/۱۱۰ | ۰/۹۳ |
| | متغیر X | ۰/۹۶ | ۱۲/۴۹ | ۰ | |
| **تیر** | عرض از مبدا | -۲/۵۹ | -۳/۵۸ | ۰/۰۰۴ | ۰/۹۶ |
| | متغیر X | ۱/۱۰ | ۱۷/۲۲ | ۰ | |
| **مرداد** | عرض از مبدا | -۵/۴۸ | -۵/۰۱ | ۰ | ۰/۹۵ |
| | متغیر X | ۱/۳۴ | ۱۴/۴۸ | ۰ | |
| **شهریور** | عرض از مبدا | -۱/۴۲ | -۲.۰۹ | ۰/۰۶۰ | ۰/۹۳ |
| | متغیر X | ۱ | ۱۳.۰۸ | ۰ | |
| **مهر** | عرض از مبدا | -۱/۹۲ | -۵.۲۲ | ۰ | ۰/۹۵ |
| | متغیر X | ۱/۰۷ | ۱۴.۵۳ | ۰ | |
| **آبان** | عرض از مبدا | -۱/۷۰ | -۱۱/۰۶ | ۰ | ۰/۹۲ |
| | متغیر X | ۰/۸۳ | ۱۱/۶۱ | ۰ | |
| **آذر** | عرض از مبدا | -۲/۲۰ | -۱۱/۹۸ | ۰ | ۰/۹۸ |
| | متغیر X | ۰/۹۲ | ۲۸/۱۵ | ۰ | |

Archive of SID

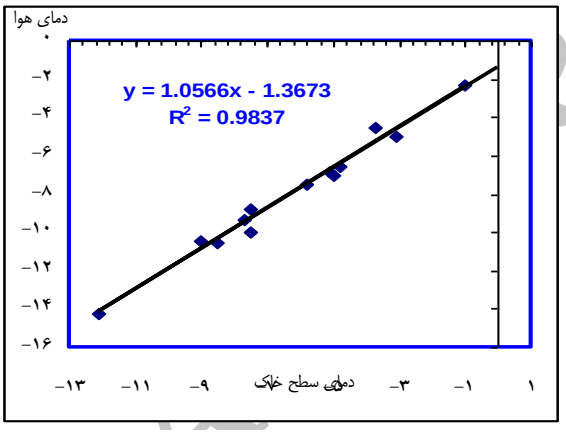
www.SID.ir

**جدول ۳:** معادلات دمای حداقل سطح زمین بر اساس دمای حداقل ماهانه Ċ اردبیل (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

| ماه | میانگین دمای حداقل هوا (X) | میانگین دمای حداقل سطح زمین(y) | انحراف معیار حداقل هوا (SX) | انحراف معیار حداقل سطح زمین (SY) | معادله خط رگرسیون |
|---|---|---|---|---|---|
| دی | -۶/۲ | -۷/۹ | ۲/۹ | ۳/۱ | $Y=1.05X-1.367$ |
| بهمن | -۵/۸ | -۷/۶ | ۳/۳ | ۳/۲ | $Y=0.95X-2.010$ |
| اسفند | -۲/۵ | -۳/۳ | ۲/۳ | ۲/۰ | $Y=0.71X-1.95$ |
| فروردین | ۲/۸ | ۱/۲ | ۱/۷ | ۱/۷ | $Y=1.02X-1.627$ |
| اردیبهشت | ۵/۹ | ۴/۳ | ۱/۱ | ۱/۲ | $Y=0.829X-0.53$ |
| خرداد | ۸/۷ | ۷/۲ | ۱/۴ | ۱/۳ | $Y=0.96X-1.168$ |
| تیر | ۱۱/۲ | ۹/۸ | ۱/۲ | ۱/۴ | $Y=1.10X-2.593$ |
| مرداد | ۱۱/۹ | ۱۰/۴ | ۱/۰ | ۱/۴ | $Y=1.34X-5.489$ |
| شهریور | ۸/۷ | ۷/۳ | ۱/۷ | ۱/۷ | $Y=1.00X-1.424$ |
| مهر | ۴/۸ | ۳/۲ | ۱/۶ | ۱/۷ | $Y=1.07X-1.927$ |
| آبان | -۰/۱ | -۱/۸ | ۲/۲ | ۱/۹ | $Y=0.83X-1.703$ |
| آذر | -۴/۲ | -۶/۱ | ۳/۹ | ۳/۶ | $Y=0.92X-2.203$ |




**شکل ۱۳:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه مرداد Ċ اردبیل (۱۳۸۴-۱۳۷۲)




**شکل ٦:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه دی Ċ اردبیل (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

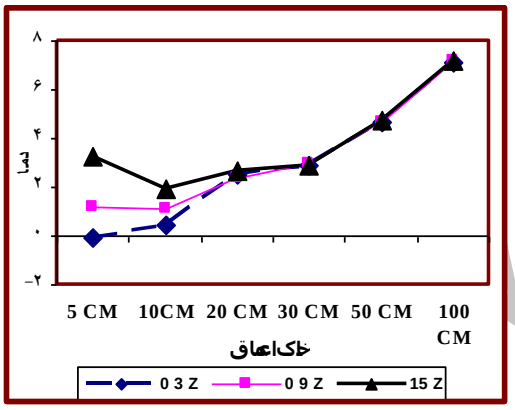
## برش مقطعی دمای اعماق خاک در ایستگاه اردبیل

برای بررسی تغییرات دمای اعماق مختلف خاک در طول روز به عنوان نمونه روزهای یکم، پانزدهم و سی ام هر ماه میلادی انتخاب و در ساعت ۶/۵ صبح، ۱۲/۵ ظهر و ۱۸/۵ عصر به وقت محلی برای مقایسه دمای اعماق خاک نمودارهای مربوطه ترسیم و مورد بررسی قرار گرفته است که به دلیل کثرت نمودارها فقط به ارائه نمودارهای ماه دی از فصل زمستان و نمودارهای ماه مرداد از فصل تابستان بسنده شده است.

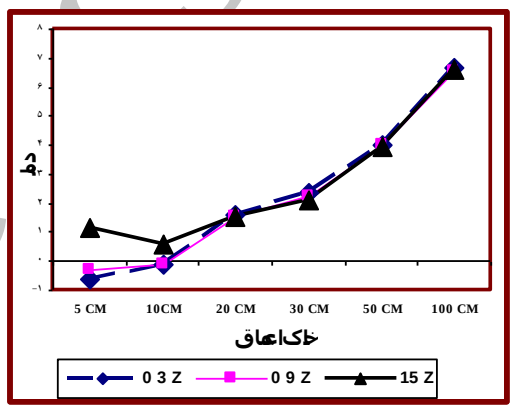
بررسی نمودارهای ترسیم شده نشان می‌دهد که در ایستگاه اردبیل بیشترین دگرگونی‌های دما در طول سال از عمق ۵ تا ۳۰ سانتی‌متری روی می‌دهد و پس از آن آهنگ تغییرات دما بسیار کند شده، دماهای اندازه گیری شده برهم انطباق

www.SID.ir

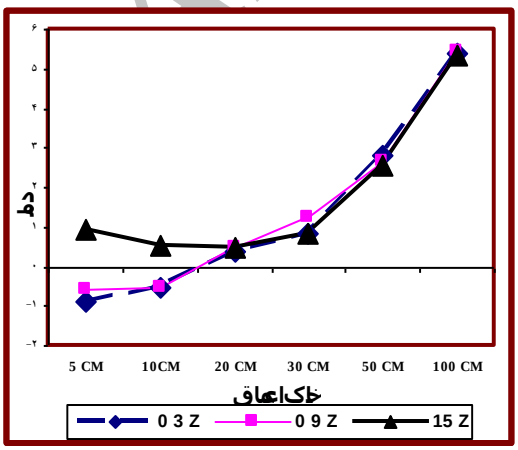
می‌یابند. دمای عمق ۵ و ۱۰ سانتی‌متری در ماه دی و بهمن به صفر و زیر صفر در ساعت ۶/۳۰ نزول می‌کند و در بقیه ماه‌های سال دما به تدریج روند افزایشی پیدا می‌کند. دگرگونی‌های غیر دوره‌ای دمای خاک در فاصله ۲۴ ساعت به وسیله دگرگونی‌های سریعی که می‌تواند در قسمتی از این فاصله یا از روزی به روزی دیگر در اثر دگرگونی جوی هم چون ابر، بارش، آسمان صاف، انتقال هوای سرد و گرم به وجود آید مشخص می‌شود. حداقل دمای خاک در عمق ۵ سانتی‌متری و در ساعت ۶/۳۰ و حداکثر دمای خاک در ساعت ۱۸/۳۰ روی می‌دهد. همچنین دمای اعماق ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری و تا حدودی ۳۰ سانتی‌متری در ماه‌های گرم سال سردتر و در ماه‌های سرد سال گرم تر از سایر اعماق می‌باشد. در ماه‌های دی تا اسفند دمای عمق ۳۰ سانتی متری خاک در ساعت ۶/۳۰ گرم تر از اعماق ۵ الی ۲۰ سانتی متری می‌باشد. اختلاف دمای اعماق ۲۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری خاک در ماه‌های اسفند و شهریور به کم ترین حد خود می‌رسد. در تمامی ماه‌های سال دمای عمق۳۰ سانتی‌متری در ساعت ۱۸/۳۰ کم تر از اعماق ۵ ،۱۰و ۲۰ سانتی‌متری می‌باشد. در ماه‌های فروردین تا آذر دمای عمق۳۰ سانتی‌متری در ساعت ۱۸/۳۰ کم‌تر از اعماق ۵، ۱۰ و۲۰ سانتی‌متری می‌باشد. دمای اعماق خاک در ماه‌های دی و بهمن (ماه‌های سرد سال) کم ترین دگرگونی روزانه و در ماه‌های خرداد و تیر (ماه‌های گرم سال) بیشترین دگرگونی روزانه را دارند. بیشترین دگرگونی دما در طول سال در عمق ۵ و ۱۰ سانتی‌متری مشاهده می‌شود.



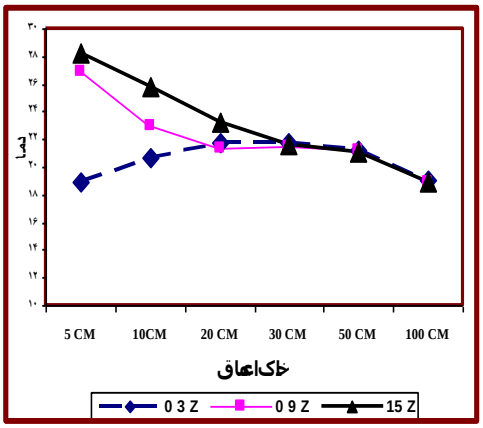

**شکل ۱۸:** نمودار برش قائم دمای اعماق خاک اردبیل در ۱ دی (۱۳۸۴-۱۳۷۲)




**شکل ۱۹:** نمودار برش قائم دمای اعماق خاک اردبیل در ۱۵ دی (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

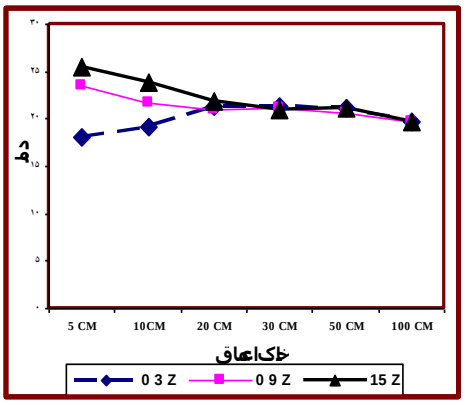



**شکل ۲۰:** نمودار برش قائم دمای اعماق خاک اردبیل در ۳۰ دی(۱۳۸۴-۱۳۷۲)

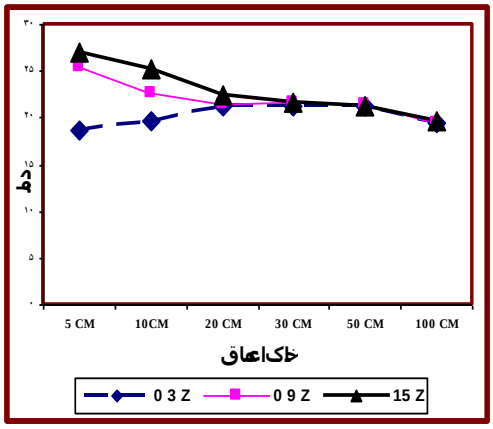



**شکل ۲۱:** نمودار برش قائم دمای اعماق خاک اردبیل در ۱ مرداد (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

www.SID.ir




**شکل ۲۳:** نمودار برش قائم دمای اعماق خاک اردبیل در ۳۰ مرداد (۱۳۸۴-۱۳۷۲)




**شکل ۲۲:** نمودار برش قائم دمای اعماق خاک اردبیل در ۱۵ مرداد (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

## نتیجه گیری

منشا گرمای خاک، تابش خورشیدی است بنابراین دمای خاک در طول سال ثابت نبوده و با توجه به ساعات روز، فصل و سال دگرگونی‌های دوره‌ای دارد. این دگرگونی‌ها در روز و شب یا در زمستان و تابستان قابل توجه است.

نوسانات روزانه دمای خاک به طور طبیعی ناشی از گرم شدن سطح خاک در طول روز و سرد شدن آن در طول شب می‌باشد، به طوری‌که خاک در طول روز به عنوان ذخیره کننده انرژی و در طول شب به عنوان تأمین کننده انرژی برای سطح عمل می‌نماید. فرآیند گرم و سرد شدن متناوب سطح خاک مرتباً به درون خاک نفوذ کرده و نوسانات روزانه دمای خاک را پدید می‌آورد که در سطح خاک نسبت به اعماق آن بیشتر است. زیرا دامنه نوسان موج گرما که خاستگاه آن در سطح خاک است با عمق کاهش می‌یابد. از طرفی دگرگونی‌ها دما در اعماق مختلف با نوسانات دما در سطح خاک نیز اختلاف فاز می‌یابد.

دگرگونی روزانه دمای هوا اثر مهمی بر دمای خاک تا عمق ۲۰ سانتی‌متری داشته و ذخیره عمده گرما تا عمق ۲۰ سانتی‌متری صورت می‌گیرد که تقریباً از ساعت ۶/۳۰ آغاز و تا ساعت ۱۸/۳۰ ادامه می‌یابد و دامنه نوسانات دمای خاک با افزایش عمق، کاهش می‌یابد به این معنی که بیشینه دما در اعماق پایین تر با یک تأخیر زمانی صورت می‌گیرد.

دامنه نوسانات روزانه در فصل تابستان در مقایسه با فصل زمستان به طرز قابل توجهی بیشتر می‌باشد زیرا یخبندان و آب شدن یخ با تبادل انرژی در تعادل و ثبات دما نقش مؤثری به عهده دارد. همچنین مقدار انرژی رسیده به سطح خاک در زمستان به مراتب کم تر از تابستان بوده و نقش پوشش برف به عنوان عایق نیز در کنترل نوسانات دما اثرگذار است. از سوی دیگر چون خاک‌ها در زمستان معمولاً مرطوب‌تر از تابستان می‌باشند لذا ظرفیت حرارتی‌شان بیشتر و در نتیجه نوسانات دما کم تر است. دامنه تغییرات دمای خاک در سطح آن زیاد است لیکن وسعت و دامنه موج با افزایش تدریجی عمق خاک کاهش می‌یابد.

نتایج حاصل از تغییرات ماهانه درجه حرارت در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری نشان می‌دهد که نوسان‌های سطح خاک با نوسان‌های انرژی تابشی هماهنگ بوده ولی هر چه بر عمق خاک افزوده می‌شود، تغییرات دما کم‌تر شده و دیرتر به بیشینه دمای خود می‌رسند. به طور کلی به دلیل افزایش طول روز و نیز زیاد شدن زاویه تابش خورشید دمای خاک از ماه دی تا مرداد افزایش یافته و سپس روند کاهشی پیدا می‌کند. بیشترین دگرگونی دما در عمق ۵ سانتی‌متری خاک رخ می‌دهد و در ماه‌های دی و بهمن در این عمق در ساعت ۶/۳۰ به صفر و زیر صفر نزول می‌کند.

Archive of SID

www.SID.ir

دمای اعماق ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متری نسبت به دمای عمق ۲۰ سانتی‌متری در ماه‌های سرد سال(دی، بهمن، آبان و آذر) گرم‌تر بوده، در ماه‌های گرم سال (فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) سردتر است. اختلاف دمای عمق ۵۰ سانتی‌متری، با دمای عمق ۳۰ سانتی‌متری در ماه دی به کم‌ترین میزان خود می‌رسد. عموماً حداقل دمای خاک در عمق ۵ سانتی‌متری در ساعت ۶/۳۰ و حداکثر دمای خاک در ساعت ۱۸/۳۰ روی می‌دهد و اختلاف دمای اعماق ۲۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری خاک در ماه‌های اسفند و شهریور به کم ترین حد خود می‌رسد.

حداقل دمای ماهانه خاک در تمام ماه‌های سال در عمق ۵ سانتی‌متری در ساعت ۰۳ رخ می‌دهد. همچنین حداقل متوسط دما درعمق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری در دی ماه رخ می‌دهد ولی در عمق ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر حداقل دما با یک ماه تاخیر زمانی در بهمن ماه اتفاق می‌افتد. دامنه نوسان ماهانه دما در هر عمق از دامنه نوسان شبانه روزی دما، بیشتر است.

در ماه‌های آذر و دی تا عمقی از خاک یخ نمی‌بندد وعمق یخبندان دراین ماه‌ها کم تر از ۵ سانتی‌متر است. شارش گرما از ساعت ۶/۳۰ تا ۱۸/۳۰ از سوی عمق ۵ سانتی‌متری به طرف عمق ۱۰ سانتی‌متری انجام می‌گیرد.

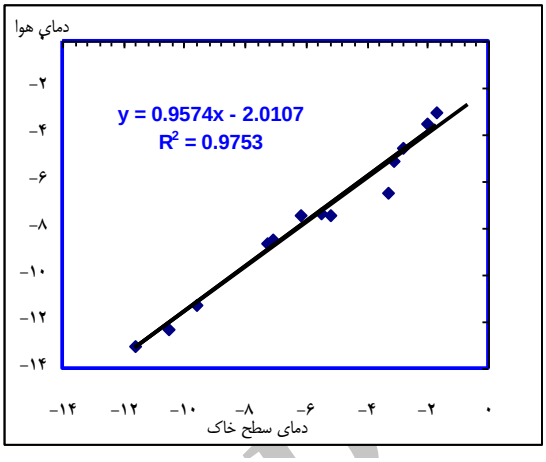
از بررسی دگرگونی‌های ماهانه و سالانه دماهای اعماق مختلف خاک در ساعات ۶/۳۰، ۱۲/۳۰، ۱۸/۳۰ می‌توان نتیجه گرفت که دگرگونی روزانه دمای هوا اثر مهمی بر دمای خاک تا عمق ۲۰ سانتی‌متری داشته‌و دامنه نوسانات دمای خاک با افزایش عمق، کاهش می‌یابد همچنین با توجه به دامنه نوسان ماهانه وروزانه دما در هر عمق از خاک نتیجه گرفت که دگرگونی دما در اعماق مختلف خاک یکنواخت نیست. به عبارت بهتر تدگرگونی دمای خاک نسبت به زمان موجی شکل است و این دگرگونی که به صورت ساعتی، روزانه و ماهانه تجزیه و تحلیل شده، نشان می‌دهند که موج شبانه روزی دمای سطح زمین با افزایش عمق به سرعت مستهلک شده و در عمق حدود ۵۰ سانتی‌متری تقریباً از بین می‌رود و دما در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری خاک تقریباً ثابت است و نوسانات روزانه دما در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری به کم تر از ۰/۱ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. حداقل دمای خاک درعمق ۵ سانتی‌متری در تمام ماه‌ها درساعت ۶/۳۰ رخ می‌دهد. حداقل متوسط دما درعمق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ در دی ماه اتفاق می‌افتد و در عمق ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری حداقل دما با یک ماه تاخیر زمانی در بهمن ماه رخ می‌دهد.

دگرگونی ساعتی دمای سطح خاک با انرژی خورشیدی که به سطح خاک می‌رسد هم‌فاز می‌باشد به طوری که در طول روز دگرگونی کاملاً مشابه با نوسانات دمای هوا و در شب همین دگرگونی مشابه ولی با آهنگ کندتری مشاهده می‌شود.

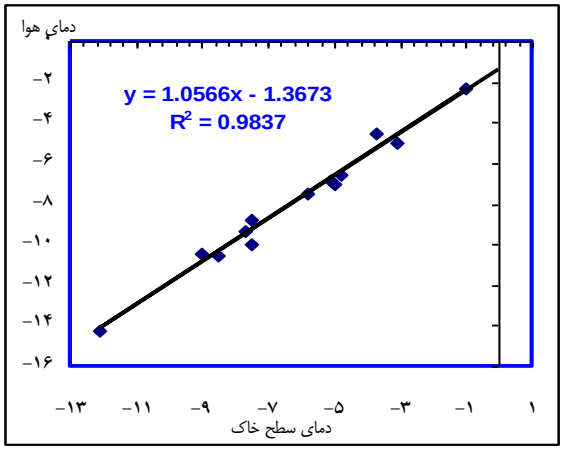
در نهایت این که تشدید یا تعدیل نوسانات دمای خاک را می توان به عواملی چون انرژی تابشی خورشید، شیب و جهت، آلبدو یا جذب، ویژگی‌های حرارتی خاک (ظرفیت گرمایی، هدایت گرمایی، قابلیت انتشار حرارتی و پذیرش گرمایی)، رطوبت، ابرناکی، برف، خشکی سطح خاک، پوشش گیاهی و سرعت باد نسبت داد.

Archive of SID

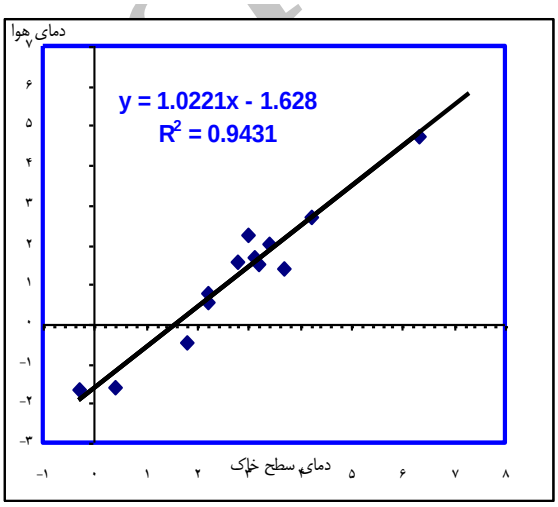
www.SID.ir



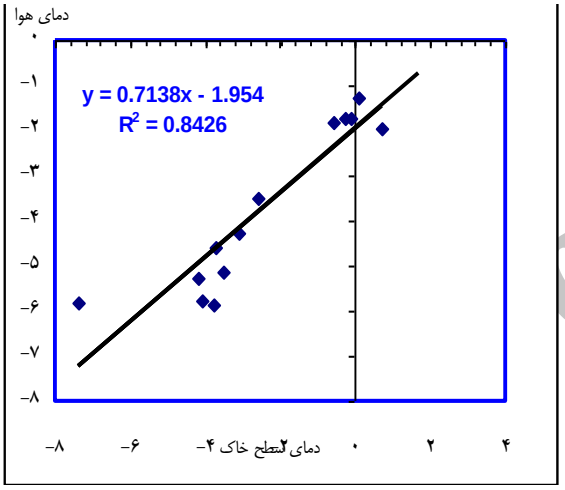

**شکل ۷:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه فوریه اردبیل Ċ (۱۳۷۲-۱۳۸۴)



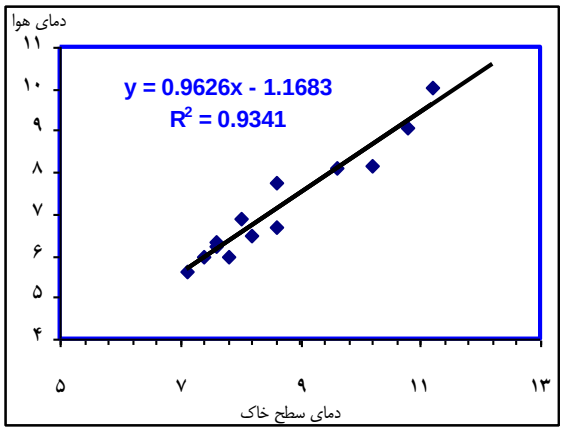

**شکل ٦:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه ژانویه اردبیل Ċ (۱۳۷۲-۱۳۸۴)



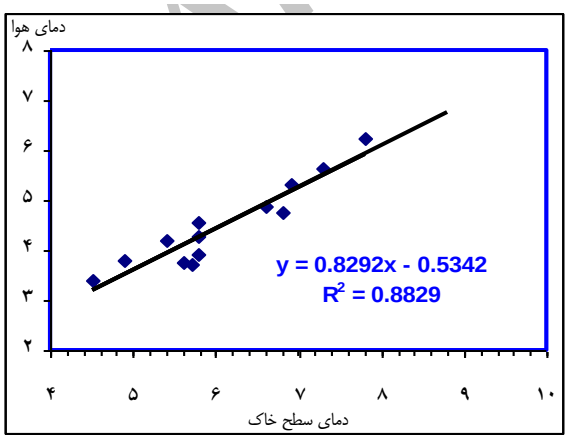

**شکل ۹:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه آوریل اردبیل Ċ (۱۳۷۲-۱۳۸۴)




**شکل ۸:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه مارس اردبیل Ċ (۱۳۷۲-۱۳۸۴)

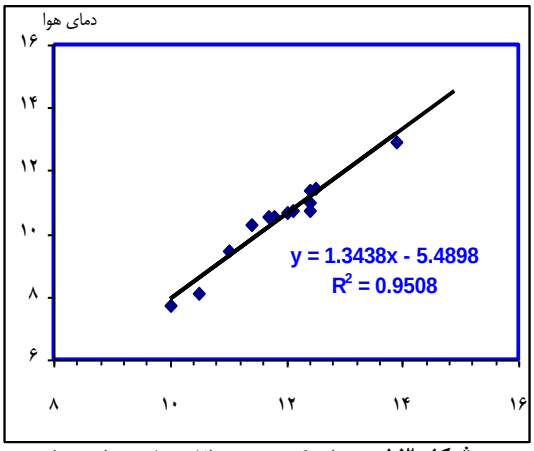



**شکل ۱۱:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه ژوئن اردبیل Ċ (۱۳۷۲-۱۳۸۴)

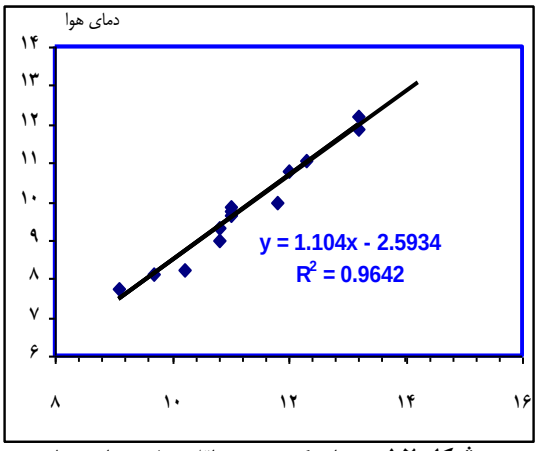



**شکل ۱۰:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا وسطح زمین ماه می اردبیل Ċ (۱۳۷۲-۱۳۸۴)

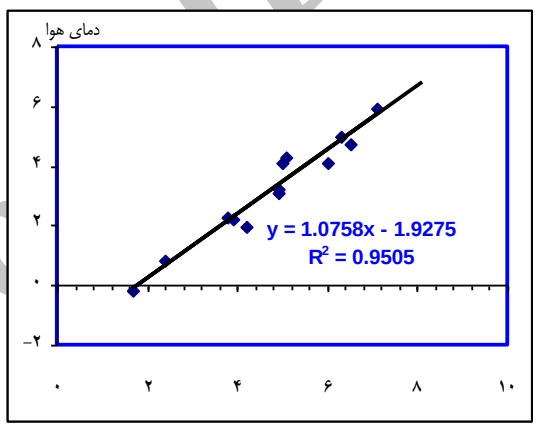
www.SID.ir



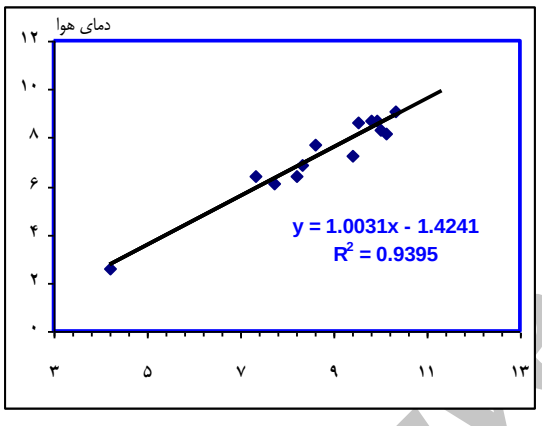

**شکل ۱۳:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه اوت اردبیل Ċ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)



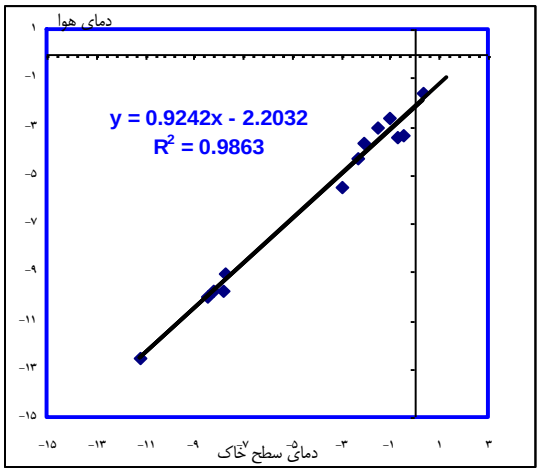

**شکل ۱۲:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین زوئیه اردبیل Ċ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)



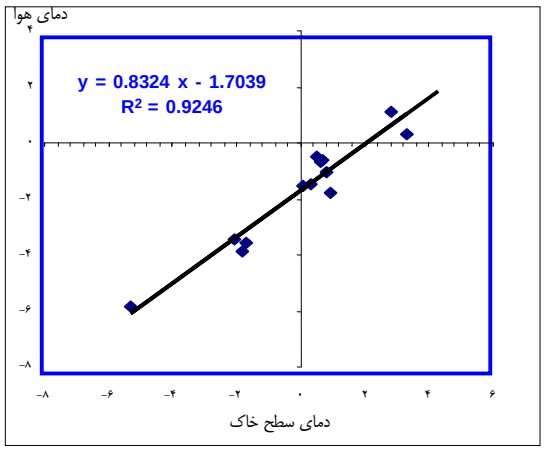

**شکل ۱۵:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه اکتبر اردبیل Ċ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)




**شکل ۱٤:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه سپتامبر اردبیل Ċ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)




**شکل ۱۷:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه دسامبر اردبیل Ċ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)




**شکل ۱٦:** نمودار رگرسیون حداقل دمای هوا و سطح زمین ماه نوامبر اردبیل Ċ (۱۳۸۴-۱۳۷۲)

www.SID.ir

منابع


۱- اردکانی، م و همکاران (۱۳۶۴): مقدمه ای بر هواشناسی کشاورزی، تهران: نشر قلمستان.

۲- باقری، ا (۱۳۸۴): مطالعه دمای اعماق خاک و نقش این پارامتر بر روی رشد گیاه و وقوع پدیده یخبندان در کبوتر آباد اصفهان، یزد، اولین همایش سرمازدگی سازمان جهاد کشاورزی، صص ۱۲۵-۱۲۱.

۳- بای بوردی، م (۱۳۶۶): فیزیک خاک، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۴- بای بوردی، م (۱۳۷۲): خاک، پیدایش و رده بندی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۵- جامع، ع (۱۳۸۴): بررسی دمای اعماق خاک ایستگاه‌های هواشناسی استان کرمانشاه و تعیین معادلات هبستگی بین دمای حداقل هوا و حداقل سطح زمین، تهران: انتشارات مرکز آموزش عالی هواشناسی و علوم جو، صص ۹۵- ۸۷.

۶- جعفری گلستان، م، استاد راهنما رائینی سرجاز، م (۱۳۸۵): استفاده از سری فوریه دمای هوا و دمای اعماق ۷ و۲۰ سانتی‌متری خاک و برآورد دمای خاک با استفاده از دمای هوا در ارتفاع ۲ متری در اقلیم ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه سازه‌های آبی، دانشگاه مازندران.

۷- جعفری گلستان، م، و رائینی سرجاز، م (۱۳۸۶): برآورد دمای ژرفای خاک با بهره گیری از روش تجزیه منحنی و همبستگی‌های رگرسیونی بر شهرستان ساری، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۲۱، انتشارات دانشگاه مازندران، صص ۴۸-۳۶.

۸- حسینی شمعچی، ع، استاد راهنما جهانبخش اصل، س (۱۳۸۴): ارزیابی باند پرواز فرودگاه اردبیل با مطالعه نقش فاکتورهای اقلیمی مؤثر در طراحی باند پرواز، رساله دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

۹- حیدری گندمان، م (۱۳۸۴): بررسی رژیم دمایی هوا و اعماق خاک و تعیین توابع نوسانات ادواری آنها در ایستگاه‌های استان کردستان، تهران: سازمان هواشناسی کشور، صص ۸۳- ۷۲.

۱۰- علیجانی، ب، کاویانی، م (۱۳۸۳): مبانی آب و هواشناسی، تهران: انتشارات سمت، چاپ ششم.

۱۱- فرج زاده، م (۱۳۸۶): تکنیک‌های اقلیم شناسی، تهران: انتشارات سمت.

۱۲- فخاری، ح (۱۳۶۶): یخ زدگی و دماهای اعماق خاک، تهران: انتشارات مرکز آموزش عالی هواشناسی و علوم جو، صص ۱۳۱-۱۰۷.

۱۳- کمالی، غ، بهیار، م.ب (۱۳۸۶): رابطه دمای هوا با دمای سطح و اعماق مختلف خاک، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۶، صص ۱۰۲-۸۱.

۱۴- محمدی، م (۱۳۸۵): خاک شناسی کشاورزی، تهران: نشر سپهر.

۱۵- موسوی، ف، کریمی، م (۱۳۶۸): تغییرات دمای خاک، اصفهان: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ص ۱۵۲- ۱۲۹.

۱۶- مهندسین مشاور کوانتا (۱۳۵۰): پیش بینی دمای حداقل با روش آماری، کار مشترک سازمان هواشناسی کشور و انستیتو هواشناسی و آب شناسی رومانی، تهران: سازمان هواشناسی کشور، صص ۱۸۲- ۱۱۳.

۱۷- نجفی مود، م، و همکاران (۱۳۸۷): بررسی رابطه دمای هواو دمای اعماق مختلف خاک و برآورد عمق یخبندان (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی)، مجله آب و خاک، علوم کشاورزی ایران، شماره ۳۷، ص ۴۵۶- ۴۶۵ .

18- Ghuman, B, S, and et. al. R. (1981): Predicting Diurnal Temperature Regimes of The Central Appalachians, Soil Science. 132: 247-252

19- Horton, R., Wierenga, P. J, and Nielsen, D. R., (1983): Evolution of Methods for Determining The Apparent Thermal Difusivity of Soil Near The Surface, Am. J, Soil Sci. 47, 25-32.

20- Nassar, I.N., Horton, R., (1989): Moisture Transport in Unsaturated no Isothermal Salty Soil: I. Experimental Results. Soil Science Society of America Journal, 53:1323-1329.

21- Mac Mastered Wilhelm and His Collaborators, (1998): Trough His Research, Have Compared The Effect of Air and Soil Temperatures in The Agricultural Products Phonology Processes and Have Realized That The Air Temperature Was More Effective. PP. 178.


Archive of SID

www.SID.ir

22- Maichael and Ttadeway, (1979): Have Presented a Multiple Factor Equation Which Enables Us to Use it Simultaneously With Regression Method and Forecast of Maximum and Minimum Air Temperature in The Depth of 10 Cm of Soil, 45-55
23- Noborio, K. and K. J. McInnes. (1993): Thermal Conductivity of Salt-Affected Soils. Soil Sci. Soc. Am J. 57:329-334.
24- Sistick and Baltic, (1986): Have Presented a Ptatically Method Determine The Vertical Gradient Using The Observation of The Nearby Earth Surface, PP. 213.
25- Smith and His Collaborators, (1964): as Well as Change Have Done Studies on Daily and Yearly Soil Temperature for Different Places and Latitudes, PP. 92.

Archive of SID

www.SID.ir