# بررسی ارتباط دمای هوا و دمای اعماق مختلف خاک

**عبدالله حسین پور[1]، محمد علی قربانی[2] ، علی کلانتری اسکوئی[3]، مالک رفیعی[4]**

1- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی و دانشجوی کارشناسی ارشد

2- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز

3- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

4- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی و مسئول ایستگاه آبخوانداری تسوج
آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده (a_hosinpour@yahoo.com)

**چکیده**

درجه حرارت خاک یکی از ویژ گیهای مهم آن بوده و رشد و نمو گیاه و تکوین فرایند های خاک سازی در گرو تغییرات آن می باشد. این ویژگی در ارتباط تنگاتنگ با دمای هوا بوده و چنانچه بتوان این ارتباط را بصورت یک مدل ریاضی بیان نمود میتوان در پیش بینی دمای خاک و مدیریت محصولات کشاورزی استفاده لازم را بعمل آورد. هدف تحقیق ارائه شده مطالعه ارتباط دمای هوای منطقه و دمای اعماق مختلف خاک در محدوده ایستگاه تحقیقاتی آبخوانداری تسوج واقع در شمال غرب استان آذربایجان شرقی می‌باشد. برای انجام این تحقیق ابتدا داده و اطلاعات دمای هوا و خاک از سال 2000 تا 2008 میلادی، در سه نوبت از شبانه‌روز یعنی ساعات 6/5 صبح ، 12 ظهر و 6/5 عصر ثبت گردید. بعد از این مرحله نواقصات مربوط به داده‌ها رفع و سازماندهی رقومی آنها انجام و نهایتاً در محیط SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با بکارگیری آنالیزهای توصیفی و استنباطی شامل تجزیه رگرسیون، برازش مدل و آنالیز کلاستر نتیجه معنی‌داری در سطح یک درصد بین دمای هوا و خاک حاصل گردید.

**کلمات کلیدی**: **خاک ، هوا، دما، مدل**

## مقدمه

خاک بستر و منبع اصلی برای رشد گیاه بوده و درجه حرارت خاک و هوا نیز از جمله عوامل موثر در فراهم شدن شرایط مناسب این بستر، برای رشد و نمو گیاهان است.خاکها و گیاهان بر اثر تابش خورشیدی گرم شده و آنها نیز به نوبه خود هوا را گرم میکنند. انرژی ورودی و تلف شده در زمین باعث می شود که رژیمهای دمای داخل خاک و پوشش گیاهی کنترل شده و در نتیجه ، سایر فرآیندها از جمله حرکت هوا در سطح زمین ، تبخیر ، تعرق و جابجایی گاز کربنیک و اکسیژن بشدت تحت تاثیر قرار گیرند. دمای خاک با نوع بافت و پوروزیته خاک نیز ارتباط دارد. خاکهای شنی و سبک با گرم شدن هوا سریعتر گرم شده و با سرد شدن آن زودتر حرارت خود را از دست میدهند. در مورد خاکهای سنگین مرطوب، برعکس، زمین‌ها با کاهش درجه حرارت محیط در اوایل زمستان دیرتر سرد شده و در اوایل بهار با شروع اولین روزهای معتدل و گرم، دیرتر گرم می‌شوند. خاکهای دارای رنگ مختلف، حرارت محیط را به نسبت‌های متفاوت جذب یا دفع می‌کنند.(بایبوردی 1368)

از جمله حق نیا (1370) بیان می‌کند نوسان‌های دمای‌خاک در عمق‌های بیش از 30 سانتیمتر زیاد نیست. این نوسانها از میانگین فصلی دمای هوا با تاخیری یک ماهه تبعیت میکند. برعکس آن دما در سطح زمین روزانه ممکن است 20 تا 30 درجه سانتیگراد تغییر کند.

بررسی نتایج نشان داد که رابطه بین حداقل دمای هوا و حداقل دمای سطح خاک در تمامی ماههای سال ازنوع خطی بوده، بیشترین همبستگی در ماه ژانویه و کمترین آن در ماه می با مقادیر به ترتیب 0/98و 0/52 است.(بهیار 1386)

شیب روند تغییرات دمایی وابسته به عمق خاک و همچنین مدت زمانی است که سطح آنها تحت تاثیر هوای سرد قرار می‌گیرد.به این ترتیب که در اعماق بیشتر(70 سانتی‌متر) نسبت به اعماق کمتر (10 سانتی‌متر)، شیب کمتری مشاهده می‌شود.(رهنما یامی 1387)

با عنایت به موارد بالا، هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی ارتباط دمای هوا و دمای خاک (در عمقهای مختلف خاک و در سه نوبت از شبانه روز) و در نهایت ارائه مدل ریاضی می باشد تا بتوان بر اساس آن پیش‌بینی‌های لازم را انجام داد.

## مواد و روشها

داده‌های مربوط به درجه حرارت هوا در ایستگاه کلیماتولوژی مستقر در ایستگاه تحقیقاتی تسوج در سه نوبت از هر شبانه‌روز ( 6/5 صبح ، 12 ظهر و 6/5 بعد از ظهر) از ماه سپتامبر 2000 تا ماه اکتبر2008 میلادی قرائت و در فرم‌های مخصوص ثبت گردید. داده‌های مربوط به درجه حرارت خاک نیز در اعماق 5 ، 10، 20 ،30، 50 و 100 سانتی‌متری قرائت و در همان بازه زمانی در فرم ویژه وارد شد. این داده‌ها از فرمها به محیط Spss انتقال و فایل داده رقومی ایجاد و نیز داده‌های پرت و اشتباه ثبت شده مورد بررسی و رفع ایراد گردید. پارامترهای توصیفی شامل انحراف معیار، حداکثر و حداقل داده‌ها در جدول (1 ) ذکر شده است.

**جدول 1- انحراف معیار، ، حداکثر و حداقل دمای اعماق مختلف خاک** (درجه سانتیگراد)

| زمان | پارامتر | 5(سانتیمتر) | 10(سانتیمتر) | 20(سانتیمتر) | 30(سانتیمتر) | 50(سانتیمتر) | 100(سانتیمتر) | دمای هوا |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ساعت 6/5 صبح | انحراف معیار | 10/096 | 10/923 | 10/930 | 11/017 | 10/373 | 8/447 | 9/565 |
| | میانگین | 11/456 | 14/405 | 15/753 | 16/47 | 17/68 | 17/587 | 9/67 |
| | حداقل | -10/2 | -8/5 | -4/0 | -4/0 | -1/3 | 3/7 | -16/0 |
| | حداکثر | 36/8 | 38/3 | 34/4 | 38/0 | 37/6 | 39/3 | 32/0 |
| ساعت 12ظهر | انحراف معیار | 14/449 | 12/044 | 11/298 | 10/885 | 10/240 | 8/444 | 10/65 |
| | میانگین | 21/448 | 17/05 | 16/389 | 16/14 | 17/421 | 17/61 | 15/98 |
| | حداقل | -3/6 | -4/6 | -4/0 | -4/0 | -1/3 | 0/0 | -8/0 |
| | حداکثر | 45/2 | 41/6 | 38/8 | 34/0 | 34/5 | 40/0 | 36/0 |
| ساعت 6/5عصر | انحراف معیار | 13/803 | 13/027 | 12/232 | 11/574 | 10/233 | 8/445 | 11/388 |
| | میانگین | 19/88 | 20/17 | 19/31 | 17/8 | 17/34 | 17/6 | 14/57 |
| | حداقل | -4/0 | -4/0 | -3/0 | -4/0 | -1/0 | 4/0 | -13/0 |
| | حداکثر | 44/0 | 43/0 | 39/0 | 38/0 | 35/0 | 37/0 | 37/0 |
| تعداد | | 2982 | 2982 | 2982 | 2982 | 2982 | 2982 | 2982 |

ضریب همبستگی پیرسون (r) برای داده‌های دمای هوا و خاک منطقه در اعماق فوق بطور مجزا محاسبه گردید. (جدول2)

**جدول 2- همبستگی بین دمای هوا و اعماق خاک**

| همبستگی پیرسون | 5(سانتیمتر) | 10(سانتیمتر) | 20(سانتیمتر) | 30(سانتیمتر) | 50(سانتیمتر) | 100(سانتیمتر) | دمای هوا |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5(سانتیمتر) | 1 | | | | | | |
| 10(سانتیمتر) | 0/962** | 1 | | | | | |
| 20(سانتیمتر) | 0/939** | 0/994** | 1 | | | | |
| 30(سانتیمتر) | 0/917** | 0/980** | 0/993** | 1 | | | |
| 50(سانتیمتر) | 0/893** | 0/954** | 0/974** | 0/990** | 1 | | |
| 100(سانتیمتر) | 0/841** | 0/903** | 0/926** | 0/948** | 0/975** | 1 | |
| دمای هوا | 0/970** | 0/960** | 0/947** | 0/934** | 0/912** | 0/860** | 1 |
| تعداد داده | 8946 | 8946 | 8946 | 8946 | 8946 | 8946 | 8946 |

****همبستگی معنی دار در سطح 0/01**

جهت یافتن بهترین برازش ، مدلهای مختلفی شامل خطی، نمایی، معکوس، کوادراتیک، لگاریتمی و غیرخطی بر روی داده‌ها اعمال شد. بررسی و آنالیز داده‌های آماری دمای اعماق مختلف خاک 5 ، 10، 20 ،30 ،50 و 100 سانتیمتری با دمای هوای منطقه در ساعات مختلف با استفاده از نرم افزار spss انجام گرفته که نتایج و معادله خطی با ضرایب مربوطه ارئه شده است شکل عمومی معادله خطی به صورت زیر میباشد.(جدول 3)

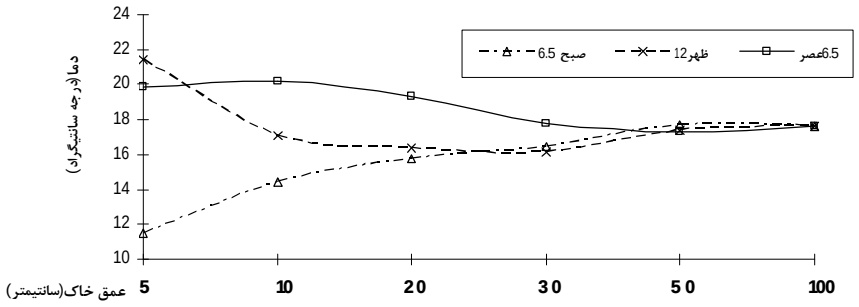
$$T_s = b_0 * T_{Air} + b_1 \quad [1]$$

که در آن $T_s$= دمای عمق خاک و $T_{Air}$= دمای هوا و $b_0$ و $b_1$ = صورت ضرایب معادله می‌باشند

**جدول 3 - ضرایب معادله خطی بین متغیرهای دمای هوا و دمای اعماق مختلف خاک در ساعات مختلف**

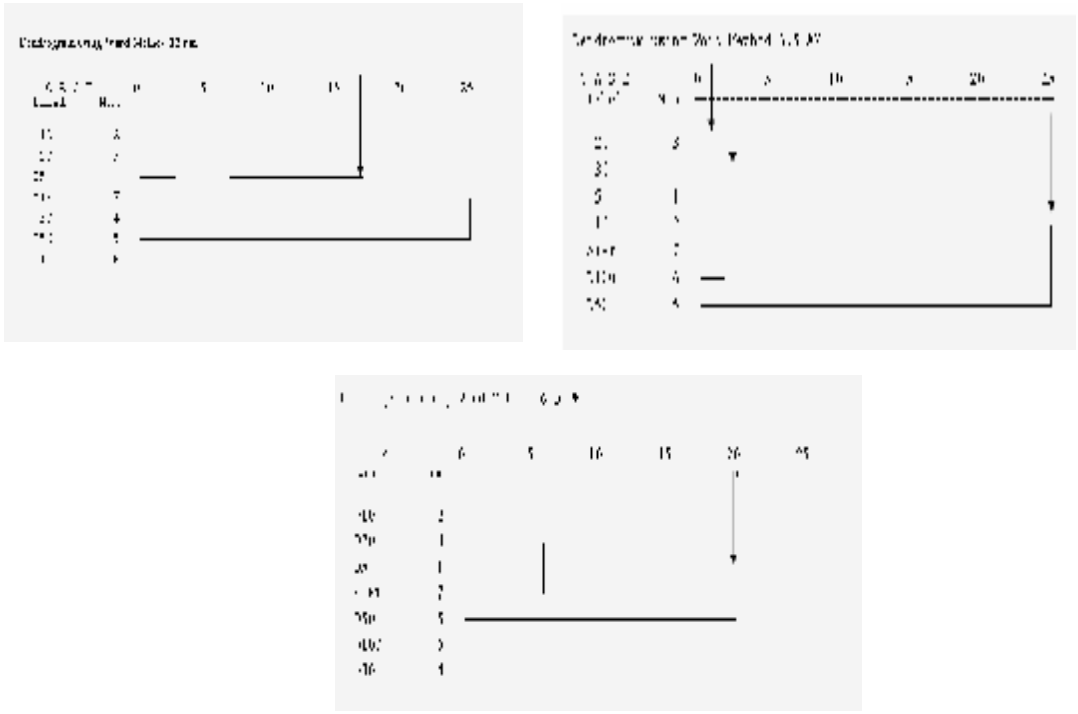
| متغیر وابسته (عمق خاک) | ساعت 6/5 صبح | | | ساعت 12 ظهر | | | ساعت 6/5 عصر | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ضریب تبیین ($R^2$) | $b_0$ | $b_1$ | ضریب تبیین ($R^2$) | $b_0$ | $b_1$ | ضریب تبیین ($R^2$) | $b_0$ | $b_1$ |
| 5 سانتیمتری | 0/939 | 1/5644 | 1/0228 | 0/940 | 0/5106 | 1/3082 | 0/938 | 2/8721 | 1/1653 |
| 10سانتیمتری | 0/924 | 3/7377 | 1/1058 | 0/932 | 0/3515 | 1/0879 | 0/942 | 4/0838 | 1/1019 |
| 20 سانتیمتری | 0/938 | 5/0478 | 1/1070 | 0/924 | 0/1642 | 1/0138 | 0/936 | 4/2509 | 1/0318 |
| 30 سانتیمتری | 0/932 | 5/7184 | 1/1118 | 0/818 | 0/5825 | 0/9762 | 0/734 | 3/5923 | 0/9819 |
| 50 سانتیمتری | 0/904 | 7/7080 | 1/0311 | 0/887 | 3/0091 | 0/9005 | 0/884 | 5/0963 | 0/8385 |
| 100 سانتیمتری | 0/793 | 9/9803 | 0/7866 | 0/789 | 6/4008 | 0/7001 | 0/775 | 8/1395 | 0/6482 |

روند تغییرات دمای خاک در اعماق مختلف به تفکیک ساعات سه گانه مورد تحقیق بررسی گردید. (شکل 1)




**شکل 1-روند تغییرات دمای خاک در اعماق مختلف به تفکیک ساعات مختلف**

انجام آنالیز خوشه‌ای (کلاستر) به منظور شناسایی گروههای مشابه از نظر دمایی در اعماق ششگانه و زمان‌های سه گانه مورد تحقیق بررسی و دندروگرام تجزیه کلاستر با روش اقلیدس استاندارد z آنها ترسیم شد.(شکل 2)



**شکل 2 – دندروگرام تجزیه کلاستر دمای اعماق مختلف خاک**

**نتیجه‌گیری**

دمای خاک بطور مستقیم در رشد گیاه موثر است و زندگی بذور، ریشه گیاهان و میکروبهای خاک و فرآیندهای حیاتی آنها متاثر از این فاکتور می‌باشد. اما از آنجائیکه دمای خاک در بیشتر مواقع مشابه دمای هوا می‌باشد اهمیت آن در رشد گیاه نادیده گرفته شده و هرگونه تاثیر آن را به دمای هوا نسبت داده می‌شود و این درحالی است که در برخی موارد تفاوت محسوسی بین آنها وجود دارد. یعنی گاهی تاخیر زمانی بین آنها ممکن است موجبات کاهش رشد و نمو گیاه مخصوصاً در فصل بهار را فراهم آورد. از اینرو بررسی ارتباط بین متغیرهای دمای هوا و خاک و نوسانات حاکم بین آنها از طریق روشهای آماری و مدلسازی می‌تواند در مدیریت تولید انواع محصولات همچون تعیین زمان کاشت محصولات، نظارت در رشدونمو گیاهان و پیش بینی تولید محصولات دست‌اندرکاران منطقه مورد تحقیق را یاری نماید. بر اساس این تحقیق در منطقه مورد مطالعه، تغییرات دما در عمق‌های نزدیک سطح زمین بیشتر از عمق‌های پایین می‌باشد. براساس آمار هشت ساله منطقه، نوسانات دمایی از عمق 50 سانتی‌متری به پایین کاهش و یکنواختی نسبی حاکم است بعبارت دیگر میزان تاثیر دمای هوا در دمای خاک، در اعماق 50 سانتی‌متری به پایین، بطور محسوسی کاهش می‌یابد. براساس آنالیز، بطورکلی خاکهای اعماق 5 ، 10 و 20 سانتیمتری از نظر دمایی با دمای هوا در یک گروه مشابه قرار گرفته‌اند و با افزایش عمق این شباهت کاهش می‌یابد. در رابطه با همبستگی بین دمای اعماق مختلف خاک و دمای هوا، ضرایب پیرسون محاسبه شده از رابطه قوی و معنی داری برخوردار بوده و از سطح به عمق مقادیر ضرایب کاهش نشان می‌دهند. برازش مدل برای متغیرهای دمای اعماق مختلف خاک و دمای هوا نشان داد که از بین مدلهای بررسی شده ، مناسبترین مدل ، مدل خطی می‌باشد که میتواند بر اساس اندازه‌گیری دمای هوا جهت پیش‌بینی دمای خاک در منطقه مورد مطالعه بکار گرفته شود. در ضمن می‌تواند راه‌حل مناسبی برای برآورد این متغیر در نقاط فاقد اندازه‌گیری باشد.

## قدردانی

از راهنمایی آقایان مهندس گودرزی، دکتر منیری فر، دکتر خورشیدی و نیز همکاران ایستگاه تحقیقاتی آبخوان تسوج که در ثبت آمار و اطلاعات همکاری نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

## منابع

1- **مقاله مندرج در مجله های علمی**

بهیار محمدباقر ، کمالی غلام علی 1386 . رابطه دمای هوا با دمای سطح و اعماق مختلف خاک. مجله تحقیقات جغرافیایی; 230(3(پیاپی 86)): صفحه های 81 تا 102.

نجفی‌مود م، علیزاده ا، محمدیان آ، موسوی ج. بررسی دمای هوا و دمای اعماق مختلف خاک و برآورد عمق یخبندان(مطالعه موردی استان خراسان رضوی). مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی ) جلد 22 شماره 2، سال 1387: صفحه های 456 تا 466.

2- **مقاله مندرج در مجموعه مقالات همایش ها**

رهنمایامی ا، خلیلی ع، رحیمی ح ، 1387. شبیه سازی تغییرات زمانی درجه حرارت خاک رسی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، اردیبهشت 1387.

3- **کتاب**

بایبوردی(1368) فیزیک خاک ، انتشارات دانشگاه تهران.

حق نیا (1370) خاک شناخت، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

لغوی م. ، (1382). راهنمای کشاورزی دقیق. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

Derek Cameron ."Potatoes and Precision Agriculture". Web site http://www.sardi.sa.gov.au:82/pages/horticulture/pathology/hort_pn_precisionpot.htm.

Gheorghe Olteanu and Sorin Dudui. "Using GIS for Monitoring of Agricultural Resources and Integrated Potato Crop Management". Web site http://gis.esri.com/library/userconf/europroc97/1agriculture/A3/A3.HTM.

**4- گزارش نهائی طرح تحقیقاتی**

حسین‌پور(1387)طرح تحقیقاتی بررسی تغییرات پارامترهای هواشناسی وهیدرولوژیکی در ایستگاه پخش سیلاب تسوج.
شماره مصوب طرح: 82-0500501000-01