

التنبؤ بدرجات حرارة أعماق التربة لمدينة سيئون باستخدام الطرائق الإحصائية

د. سلام عبد الوهاب خليل

أستاذ مشارك
كلية العلوم البيئية والأحياء البحرية
جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا

د. فيصل سالم مسلم

أستاذ مشارك
كلية الهندسة
جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا



جامعة الأندلس
للعلوم والتقنية

Alandalus University For Science & Technology

(AUST)

التنبؤ بدرجات حرارة أعماق التربة لمدينة سيئون باستخدام الطرائق الإحصائية

الملخص :

استخدمت في هذا البحث بيانات المحطة الزراعية في مدينة سيئون حيث تم إيجاد المعدلات اليومية، الشهرية، السنوية لدرجات حرارة التربة على أعماق 5cm ، 10cm ، 20cm و 30cm.

تم رسم أشكال بيانية وجداول توضح تغير معدلات الحرارة لمختلف الأعماق. تبين أن معدلات الحرارة تقل مع الأعماق بمعدل تناقصي خلال أشهر (يونيو ، يوليو وأغسطس) ، أما في الأشهر الأخرى فتقل إلى حدود أقل من 30cm ثم تبدأ بالزيادة لابتعادها عن مصدر التسخين الشمسي وقلّة المحتوى المائي .

تم إيجاد نوعين من المعادلات التنبؤية من النوع متعدد الحدود (*Polynomial*)، في الجزء الأول تم إيجاد معدل درجة الحرارة الخاصة بكل عمق من الأعماق لأشهر السنة المختلفة حيث

$$Y = ax^2 + b x + c$$

تمثل Y القيمة المراد إيجاد التنبؤ لها (معدل درجة حرارة عمق معين) و x رقم الشهر المراد التنبؤ له وال a ، b ، c ثوابت تم إيجادها من خلال البحث. أما في الجزء الثاني فقد تم من خلاله إيجاد معدل درجة الحرارة لكل شهر من أشهر السنة ولمختلف الأعماق من خلال نفس المعادلة السابقة حيث تمثل Y هنا القيمة المراد التنبؤ لها (معدل درجة الحرارة لشهر معين) و x العمق الذي يراد التنبؤ له وال a ، b ، c ثوابت تم إيجادها من خلال البحث.

أظهرت قيم معامل الارتباط (*Correlation Coefficient*) قيمة عالية جدا تتراوح بين 0.95 و0.99 مما يجعل استخدام المعادلات التنبؤية المستخرجة من البحث عملياً جداً.

كلمات مفتاحية : سيئون ، أعماق التربة ، تنبؤات إحصائية .

مقدمة :

تعد درجة حرارة التربة عاملاً هيدرولوجياً هاماً، وذلك لتأثيره على عملية التبادل الحراري بين سطح الأرض والغلاف الجوي بالإضافة إلى تأثيرها الرئيسي على العمليات أو النشاطات الزراعية التي تحدث داخل التربة، كيميائية كانت أم حيوية، كالزرع (*Planting*)، إنبات البذور (*Seed Germination*)، امتداد ونمو الجذور (*Root Development*)، الحراثة (*Tillage*)، الري (*Irrigation*) وغيرها [٣].

وتتأثر عملية نقل وتبادل الحرارة عبر جسم التربة بعوامل عدة كالسعة الحرارية النوعية (*Specific Heat Capacity*)، الموصلية الحرارية (*Thermal Conductivity*) والتشتت الحراري (*Thermal Diffusivity*) [٤]. ومن الصعب أحياناً أن نتحدث بشكل عام عن الخصائص الحرارية للتربة لمنطقة معينة، فهذا الموضوع يتحدد بشكل أساسي من خلال عوامل عدة بعضها يومي والآخر فصلي، كما أن التغير في شكل درجة حرارة سطح التربة يتأثر هو الآخر بعوامل عدة أهمها الخصائص الحرارية للتربة، الطبقة الخارجية لسطح التربة، توازن الطاقة على سطح التربة والذي يعتمد بدوره على صافي الإشعاع (*Net Radiation*)، الحرارة الكامنة (*Latent Heat*)، الحرارة المحسوسة (*Sensible Heat*) التوصيلية الأرضية (*Ground - Conductivity*)، والفيض الحراري (*Heat Flux*) [١].

وبعيداً عن التركيب الأساسي للتربة ومحتوياتها والتي تكون ثابتة لمنطقة معينة فالخصائص الحرارية للتربة تتأثر بشكل أساسي وكبير على التركيب الأساسي لهذه التربة (*Basic Soil Composition*) وكمية احتوائها على المحتوى المائي (*Water Content*) [٢].

فمعروف أن الهواء يعد موصلاً رديئاً للحرارة، لهذا فإن وجود مسامات هوائية يقلل من التوصيل الحراري للتربة على عكس الماء الذي يعد موصلاً جيداً للحرارة، فكلما زاد المحتوى المائي للتربة زاد توصيلها للحرارة لأعماق أكبر [٢].

وهناك نوعان من التغيرات في درجات الحرارة مع الأعماق، الأول هو التغيرات اليومية وهي تغيرات تحدث في الطبقة القريبة من سطح التربة، وكلما كان العمق أكبر كانت التغيرات أقل، وتحتاج عملية التغلغل إلى حوالي ثلاث ساعات للوصول إلى عمق 10cm وتستطيع الحرارة أن تتغلغل إلى مسافة 20cm عندما تصل درجات الحرارة إلى قيمتها القصوى على السطح. أما النوع الثاني من التغيرات فهي التغيرات الموسمية والتي تتميز بأنها تستطيع التغلغل إلى مسافات أكبر داخل التربة، وكلما كانت الأرض مزروعة والمحاصيل ناضجة كانت الحرارة المتغلغلة إلى الأعماق أقل [٦]، [٥].

إن درجات الحرارة لأعماق التربة تتغير بصورة أبطأ بكثير مما هي في الهواء لذلك تكون درجات الحرارة العظمى للتربة أقل مما هي عليه في الهواء (خلال النهار) وتكون الدرجات الصغرى أقل (خلال الليل) [٢].

للتنبؤ بدرجات حرارة التربة ولمختلف الأعماق (*Different Depths*) هناك ثلاث طرائق رئيسية، الأولى هي الطرائق السينوبتيكية (*Synoptic Methods*) والتي يتم من خلالها رسم خطوط تساوي الضغط ودرجات الحرارة، والرياح ... الخ ودراسة حركة المنخفضات والمرتفعات الجوية والجبهات الهوائية، الثانية هي استخدام برامج حاسوبية متطورة (*Models*) لمعرفة ما ستؤول إليه درجات حرارة التربة من خلال شبكة واسعة من النقاط وهو ما يطلق عليه بالتنبؤات العددية (*Numerical Methods*)، أما الطرائق الثالثة فهي الطرائق الإحصائية (*Statistical Methods*) وهي عملية يتم من خلالها التنبؤ بدرجات الحرارة من خلال استخدام البيانات المناخية لفترة طويلة ورسم هذه البيانات في أشكال وجداول واستخدام بعض الطرائق

الإحصائية مثل طريقة المربعات الصغرى (*Least Square Methods*) لإيجاد التنبؤات المطلوبة [7]. وبالنظر لعدم توافر البيانات الخاصة بالطريقتين السايونوبتيكية والعديدية فقد تم استخدام الطرائق الإحصائية في بحثنا هذا.

هدف البحث :

البحث هو مدخل بسيط في استخدام الطرائق الإحصائية للتنبؤ بدرجات حرارة أعماق التربة لمدينة سيئون وإيجاد معادلات تنبؤية من النوع المتعدد (*Polynomial*) يتم من خلالها التنبؤ عن درجة الحرارة لأي عمق من أعماق التربة ولكل شهر من أشهر السنة وفق المعادلة المبينة أدناه:

$$Y = ax^2 + b x + c$$

حيث Y هي القيمة المراد التنبؤ بها (درجة حرارة عمق معين في الجزء الأول من البحث ودرجة حرارة شهر معين في الجزء الثاني من البحث). x تمثل الشهر المراد التنبؤ بدرجة حرارته (في الجزء الأول من البحث) والعمق المراد التنبؤ بدرجة حرارته (في الجزء الثاني من البحث) و a ، b ، c ثوابت يتم إيجادها لكل عمق من أعماق التربة ولكل شهر من أشهر السنة .

مواد وطرائق العمل :

تم الاعتماد في هذا البحث على البيانات المتوافرة في محطة أرصاد سيئون الزراعية للفترة من ١٩٨٦م الى ٢٠٠٥ م ، حيث تم إيجاد المعدلات اليومية و الشهرية والسنوية وللسنوات المتوافرة ولمختلف الأعماق ابتداءً من العمق (5cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm)، ومن ثم إيجاد معادلات ذات ثوابت خاصة لكل عمق ولكل شهر واستخدام الـ

(*Best Fitting*) لإيجاد أفضل منحنى يمر بالنقاط الحقيقية لإيجاد

أفضل تنبؤ ممكن .

الحسابات والنتائج :

تم أولاً إيجاد المعدلات اليومية، الشهرية والسنوية لجميع الأعماق المتوافرة في البيانات وهي (5cm) ، (10cm) ، (20cm) و (30cm) للسنوات من ١٩٨٦م إلى نهاية عام ٢٠٠٥ م .

النتائج المستخرجة من الحسابات تم عرضها في الجدول (١) والجدول (٢) وكذلك الشكل (١) ، حيث يبين الجدول (١) المعدلات السنوية لدرجات الحرارة ولمختلف الأعماق، أما الشكل (١) فيوضح العلاقة بين معدل درجات الحرارة خلال سنوات الدراسة ولمختلف الأعماق، أما الجدول (٢) فيوضح معدل درجات الحرارة لكل عمق من الأعماق المختلفة مع أشهر السنة .

في الجزء الأول من البحث تم رسم علاقات لمعدلات درجات الحرارة الحقيقية والمتوقعة باستخدام الـ (*Best Fitting*) ولكل عمق من الأعماق موضحة في الشكل (٢) ومن خلال هذه العلاقات تم إيجاد معادلات إحصائية من النوع متعدد الحدود (*Polynomial*) على الشكل

$$Y = ax^2 + b x + c$$

حيث تمثل Y القيمة المراد التنبؤ بها (درجة حرارة عمق معين)، وتمثل x الشهر المراد التنبؤ بدرجة حرارته. أما a ، b ، c فهي ثوابت تم إيجادها لكل عمق من أعماق التربة موضحة في الجدول (٣).

في الجزء الثاني من البحث تم رسم علاقات لمعدلات درجات الحرارة الحقيقية والمتوقعة باستخدام الـ (*Best Fitting*) ولكل شهر من أشهر السنة موضحة في الأشكال (٣)، (٤)، (٥) ومن خلال هذه العلاقات تم إيجاد معادلات إحصائية من نفس النوع السابق متعددة الحدود (*Polynomial*) وعلى الشكل

$$Y = ax^2 + b x + c$$

حيث تمثل Y القيمة المراد التنبؤ بها (درجة حرارة شهر معين). وتمثل x العمق المراد التنبؤ بدرجة حرارته. أما a ، b ، c فهي ثوابت تم إيجادها لكل شهر من أشهر السنة موضحة في الجدول (٤).

مناقشة النتائج والتوصيات :

نتائج التحليل الأولي تظهر أن معدلات درجات الحرارة لمختلف الأعماق والتي هي انعكاس لمعدلات الحرارة السطحية بشكل عام قد ارتفعت بحوالي ٥ درجات للعمق $5cm$ خلال العشرين سنة الماضية (فترة الدراسة)، ثم تقل هذه النسبة تدريجياً كلما زاد العمق لتصل إلى حوالي درجتين ونصف على عمق $30cm$ وهذه نتيجة طبيعية لما يعرف بالاحتباس الحراري (*GlobalWarming*).

تظهر النتائج أن معدلات درجات الحرارة تقل مع الأعماق $5cm$ ، $10 cm$ ، $20 cm$ ، $30cm$ على التوالي أي أن تأثير الإشعاع الشمسي يكون كبيراً على الطبقة القريبة من السطح وكلما ابتعدنا عن السطح قل هذا التأثير. ينتقل التأثير الحراري بفعل وجود مياه مع مكونات التربة وخاصةً خلال فصل الصيف (موسم الأمطار في المنطقة).

أما خلال الأشهر الأخرى فإن المحتوى المائي يكون قليلاً جداً ومن ثم سينعكس ذلك على الانتقال الحراري بين السطح والطبقات القريبة في العمق حيث تكون معدلات الحرارة المنتقلة أقل مما هي عليه خلال فصل الصيف ، كما أن هذا الانتقال قد يتوقف مما يجعل العمق 30cm أكثر حرارة من العمق 20cm وهذا ما لا نلاحظه في أشهر الصيف حيث تقل الحرارة مع الأعماق بشكل تدريجي.

أظهرت نتائج البحث أن معامل الارتباط (*Correlation Coefficient*) ذو قيم عالية جداً تتراوح بين 0.95 و0.99 مما يجعل استخدام المعادلات التنبؤية المستخرجة من البحث عمليةً جداً.

يوصي الباحثون باستمرار البحوث في هذا المجال الحيوي وتعميم الدراسة على مناطق أخرى في اليمن ، كما نوص بشمول البحوث القادمة إن شاء الله على دراسة المحتوى المائي لما له من أهمية في تحسين دقة النتائج .

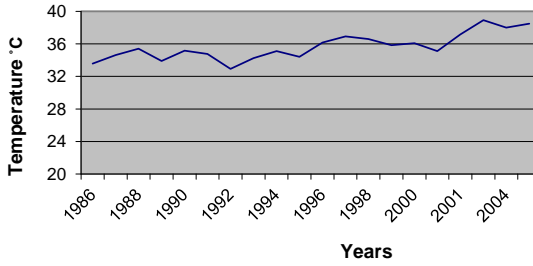
جدول (١): المعدلات السنوية لدرجات الحرارة للسنوات من ١٩٨٦ وحتى ٢٠٠٥ لمختلف الأعماق.

30 cm	20 cm	10 cm	5 cm	السنة
30.17	29.62	30.43	33.58	1986
30.63	29.97	28.58	34.63	1987
30.83	31.83	32.00	35.42	1988
29.80	29.88	30.17	33.89	1989
30.92	30.75	31.17	35.17	1990
30.75	30.17	31.25	34.75	1991
30.17	30.00	31.00	32.92	1992
30.76	30.49	31.29	34.26	1993
31.03	30.67	31.73	35.12	1994

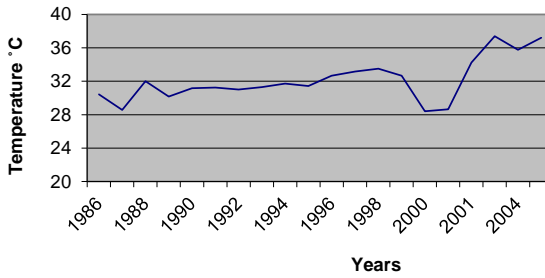
32.08	32.42	31.42	34.42	1995
32.92	30.75	32.67	36.17	1996
32.92	31.83	33.17	36.92	1997
34.25	31.83	33.50	36.58	1998
32.42	31.00	32.67	35.83	1999
33.50	31.08	28.42	36.08	2000
33.08	30.70	28.64	35.11	2001
32.15	31.78	34.25	37.17	2001
32.75	33.58	37.39	38.92	2003
32.33	32.92	35.75	38.00	2004
32.99	32.84	37.21	38.48	2005

المصدر: محطة سيئون الزراعية البحثية

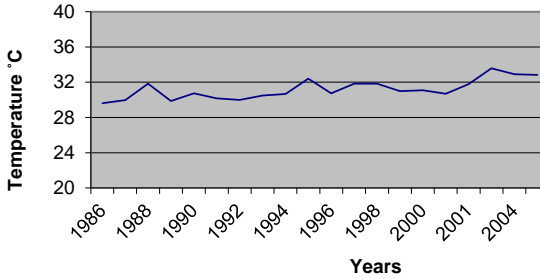
5 cm Depth



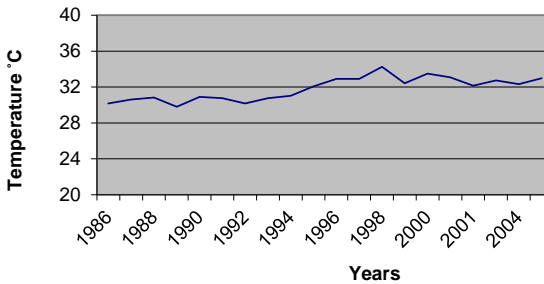
10 cm Depth



20 cm Depth



30 cm Depth



شكل (١): تغير معدل درجات الحرارة السنوية لمختلف الأعماق للسنوات من ١٩٨٩ وحتى ٢٠٠٥.

جدول (٢): معدلات درجات الحرارة لكل عمق ولكل شهر من أشهر السنة.

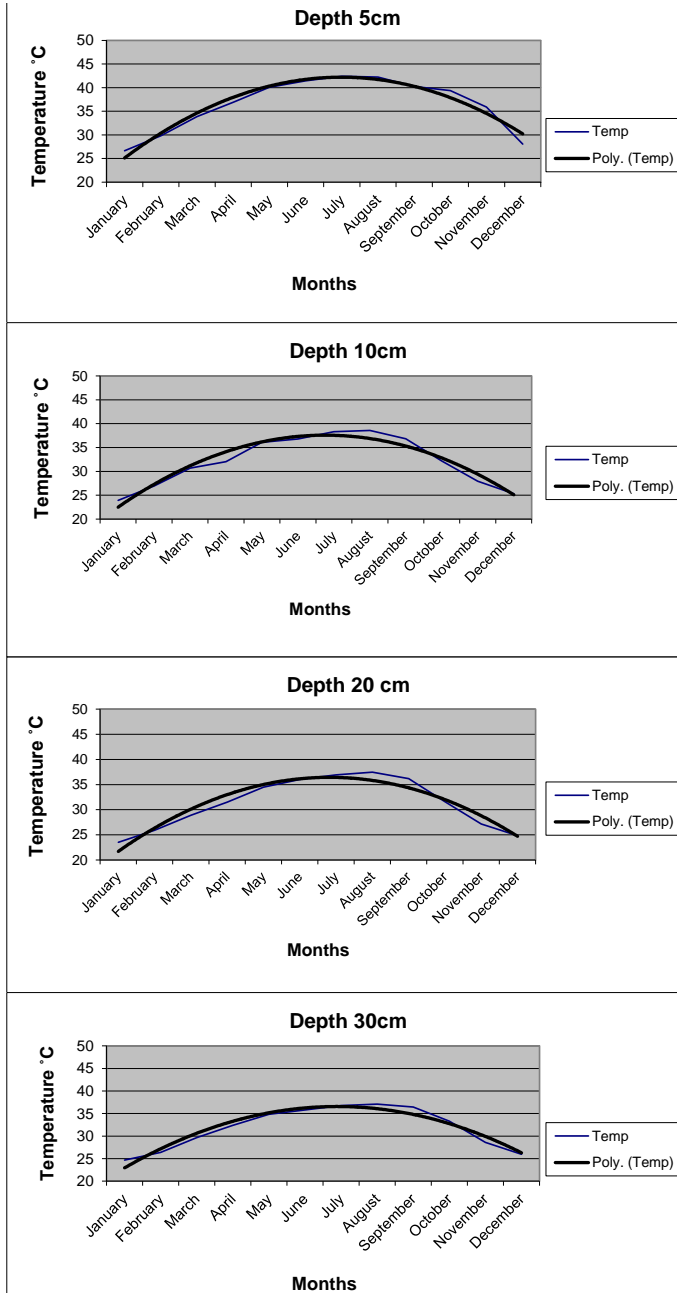
الشهر	5cm	10cm	20cm	30cm
يناير	26.66	23.93	23.50	24.68
فبراير	29.83	26.94	25.91	26.39
مارس	33.85	30.69	28.88	29.68
إبريل	36.92	32.05	31.50	32.39
مايو	40.10	36.09	34.49	34.82
يونيو	41.43	36.81	36.01	35.80
يوليو	42.42	38.33	36.94	36.75
أغسطس	42.24	38.57	37.48	37.09
سبتمبر	40.28	36.82	36.16	36.42
أكتوبر	39.36	32.15	31.59	33.30
نوفمبر	35.91	27.94	27.15	28.60
ديسمبر	28.06	25.32	24.86	25.96

جدول (٣): يبين قيم الثوابت الخاصة بالمعادلات التنبؤية مع قيم الـ *Correlation Coefficient* لكل عمق للجزء الأول من البحث.

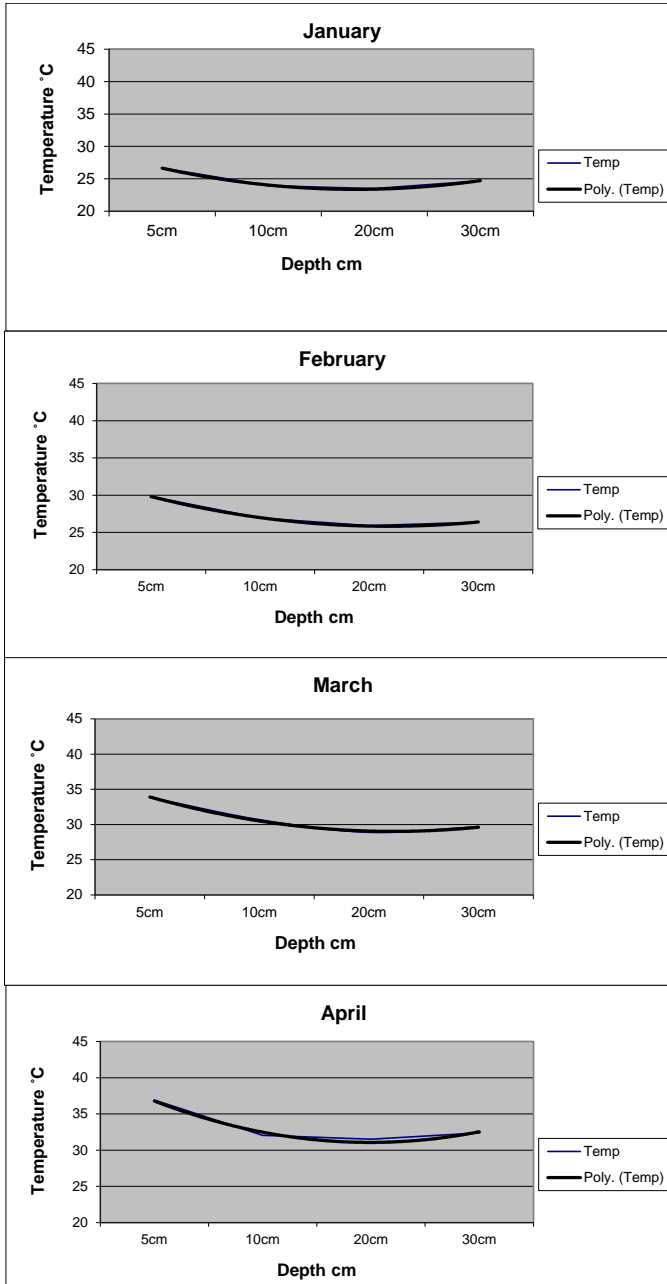
الثابت	5cm	10cm	20cm	30cm
<i>B</i>	6.0798	6.1521	5.9348	5.4076
<i>C</i>	19.896	16.797	16.216	17.933
<i>R</i> ²	0.6945	0.9489	0.9408	0.9501

جدول (٤): يبين الثوابت الخاصة بالمعادلات التنبؤية مع قيم الـ *Correlation Coefficient* لكل شهر للجزء الثاني من البحث.

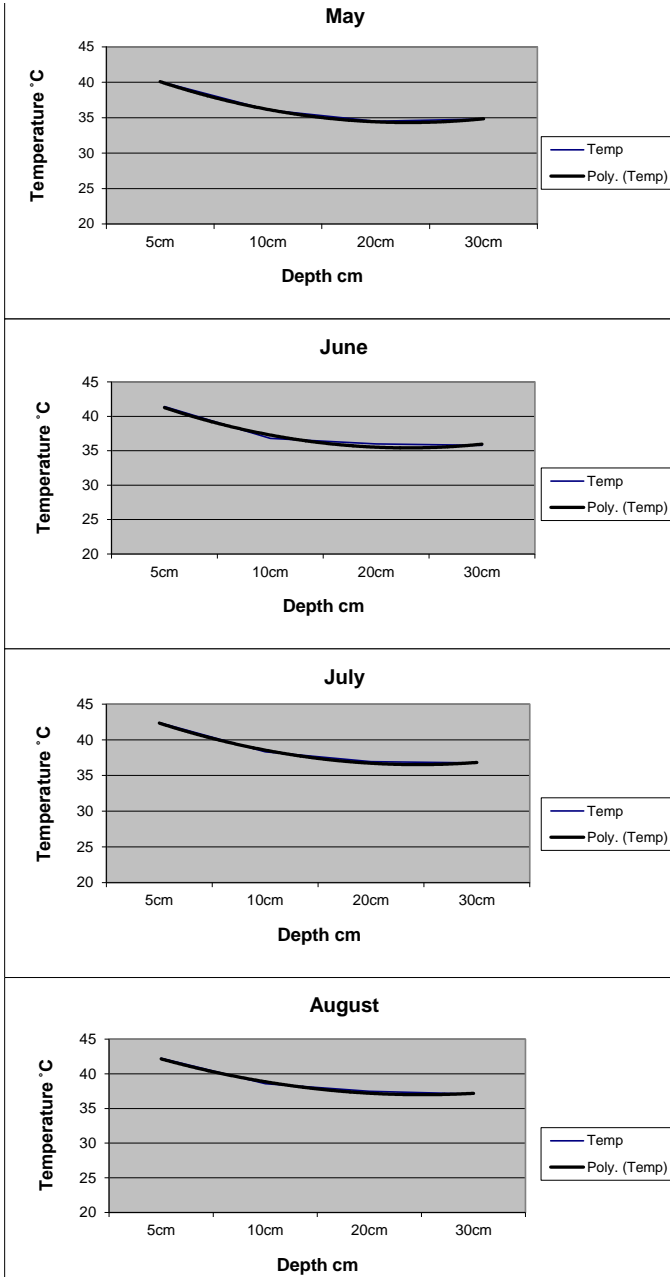
الشهر	A	b	c	R ²
يناير	0.9787	-5.5303	31.176	0.9958
فبراير	0.8425	-5.3485	34.318	0.9993
مارس	0.99	-6.383	39.305	0.9946
أبريل	1.4413	-8.6208	43.956	0.9781
مايو	1.0863	-7.1748	46.164	0.9994
يونيو	1.1037	-7.2893	47.454	0.9752
يوليو	0.9738	-6.7073	48.074	0.9946
أغسطس	0.82	-5.754	47.08	0.9893
سبتمبر	0.93	-5.872	45.123	0.9839
أكتوبر	1.2312	-6.8298	40.939	0.9991
نوفمبر	4.8525	-29.535	69.84	0.9543
ديسمبر	0.9588	-5.4683	32.529	0.9957



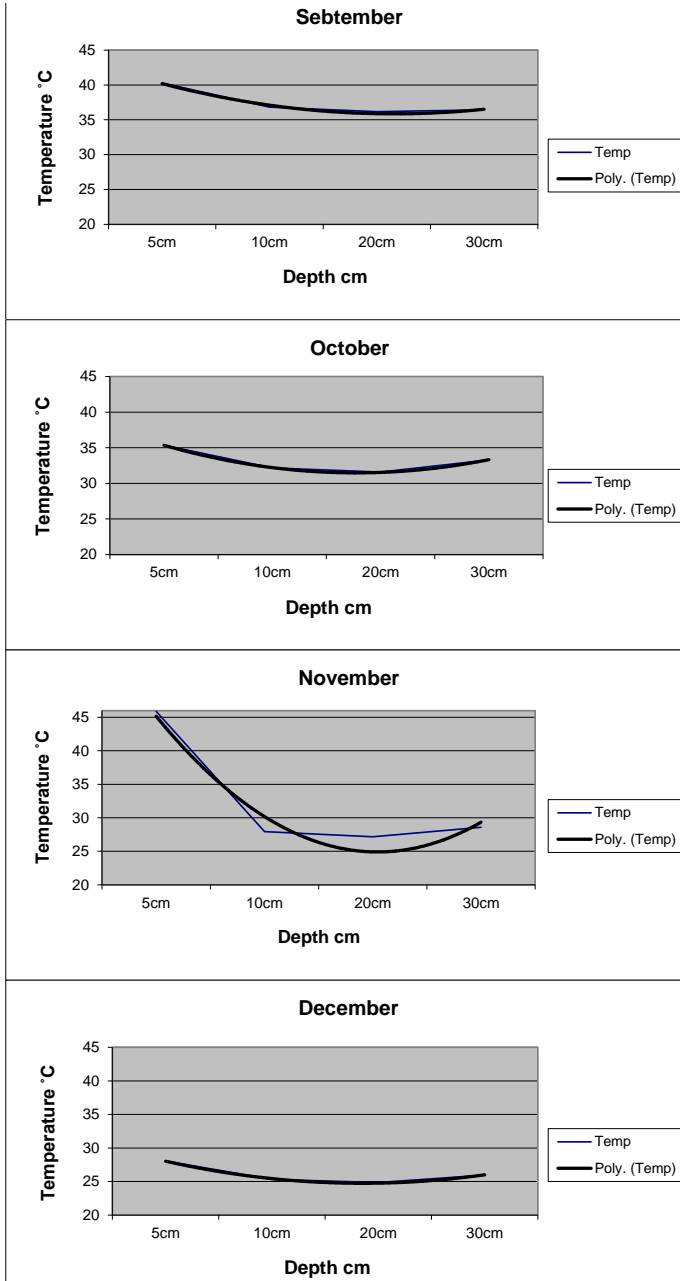
شكل (٢): منحنى العلاقة بين معدلات درجات الحرارة الحقيقية (*Temp*) لكل عمق ولكل شهر من أشهر السنة وكذلك المنحنى التنبؤي (*Best Fitting*) لكل عمق (*Poly. (Temp)*) للجزء الأول من البحث.



شكل (٣): منحنى العلاقة بين معدل درجات الحرارة الحقيقية ($Temp$) لكل عمق خلال أشهر *January, February, March, April* وكذلك المنحنى التنبؤي ($Best Fitting$) لكل شهر ($Poly. Temp$) للجزء الثاني من البحث.



شكل (٤): منحنى العلاقة بين معدل درجات الحرارة الحقيقية (*Temp*) لكل عمق خلال أشهر *May, June, July, August* وكذلك المنحنى التنبؤي (*Best Fitting*) لكل شهر (*Poly. Temp*) للجزء الثاني من البحث .



شكل (٥): منحنى العلاقة بين معدل درجات الحرارة الحقيقية (*Temp*) لكل عمق خلال أشهر *September, October, November, December* وكذلك المنحنى التنبؤي (*Best Fitting*) (لكل شهر (*Poly. Temp*)) للجزء الثاني من البحث .

المصادر:

- 1- Beltrami, H., (2001): *On the relationship between ground temperature histories and meteorological records: Areport on the Pomquet station. Global Planet Change, 29, 327–348.*
- 2- Bolero, G. A., D. G. Bullock, and S. E. Hollinger, (1996): *Soil temperature and planting date effects on corn yield, leaf area, and plant development. Agron. J., 88, 385–390.*
- 3- Karl, T. R., R. W. Knight, and N. Plummer, (1995): *Trends in high frequency climate variability in the twentieth century. Nature, 377, 217–220.*
- 4- Kaspar, T. C, (1992): *Soil temperature and root growth. Soil Sci.,154, 290–299.*
- 5- McDonald, J.H. (2009): *Handbook of Biological Statistics. Sparky House Publishing. Baltimore, Maryland.*
- 6- Lachenbruch, A., and B. V. Marshall, (1986): *Changing climate:Geothermal evidence from permafrost in the Alaskan Arctic. Science,234, 689–696.*
- 7- Ogunlela, A. O. 2003. *Modeling soil temperature variations. J. Agric.Res. & Dev.2: 100-109.*

Prediction of the Soil Temperature at Various Depths of Seiyun City Using Statistical Methods

Abstract:

The data set from Seiyun agricultural station is used to find the daily, monthly and yearly soil temperatures at 5cm, 10cm, 20cm and 30cm depth.

Graphs and tables were done to show the rate of soil temperature changes at various depths. The rate of changes found to be decreasing with depths in (June ,July and August), however, in other months, it is found to be decreasing up to 30cm and then increasing because of the increases distance from the direct sun radiation and the shortage in moisture content.

Two predictive equations of the Polynomial type have been found;

The first equation is to predict the average soil temperature for each depth at different months, where

$$Y = ax^2 + b x + c$$

Y represents the average soil temperature (at certain depth), x is the number of the month and a, b, c are constants.

The second equation is to predict the average soil temperature for each month at different depths, where

Y represents the average soil temperature (at certain month), x is the depth and a, b, c are constants.

The predicted values show that the Correlation Coefficient is very high and ranging between 0.95 and 0.99.

Key Words: *Seiyun, Soil Depths, Statistical Prediction.*

