"التغير الحراري بالمنيا ، دراسة في الجغرافيا المناخية"

د. السيد كمال عبد المعبود علي*
Abomalak09@yahoo.com

ملخص:

يتناول البحث قضية التغير الحراري علي المستوي المحلي (المنيا) ، لكون عبء التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه ستحدث في المقام الأول على النطاقين المحلي والإقليمي ، ،وقد شمل البحث دراسة التغيرات الحرارية الشهرية والفصلية والسنوية لدرجات الحرارة العظمي والصغرى و اليومية بالإضافة إلى درجات الحرارة القصوى المطلقة والدنيا المطلقة ، وقد انتهت الدراسة إلي الجزم بحدوث تغير حراري موجب (ارتفاع) مع تباين في مقداره من عنصر لآخر وإن كان اكثر وضوحاً ومقداراً لدرجات الحرارة الصغرى من غيرها ، ثم قدمت الدراسة بعض العوامل المسببة لهذا التغير الحراري والتي أهمها تغير الإشعاع الشمسي مدة وكماً ، وتباين أعداد البقع الشمسية وزيادة نسب غازات التدفيئة وزيادة المساحة العمرانية وتغير مواد البناء وعوامل أخري ، وقد أوصت الدراسة بضرورة الحد من انبعاثات غازات التدفيئة ، و إحلال الغاز الطبيعي محل البنزين في وسائل النقل والمواصلات واستخدام الطاقة المتجددة واستنباط سلالات زراعية تتحمل درجات الحرارة المرتفعة ، مع ضرورة التوسع في المساحات الخضراء ، والعديد من التوصيات الأخرى الواردة في متن البحث .

كلمات مفتاحية: التغير الحراري ، الحرارة العظمي ، الحرارة الصغرى ، التلوث الهوائي .

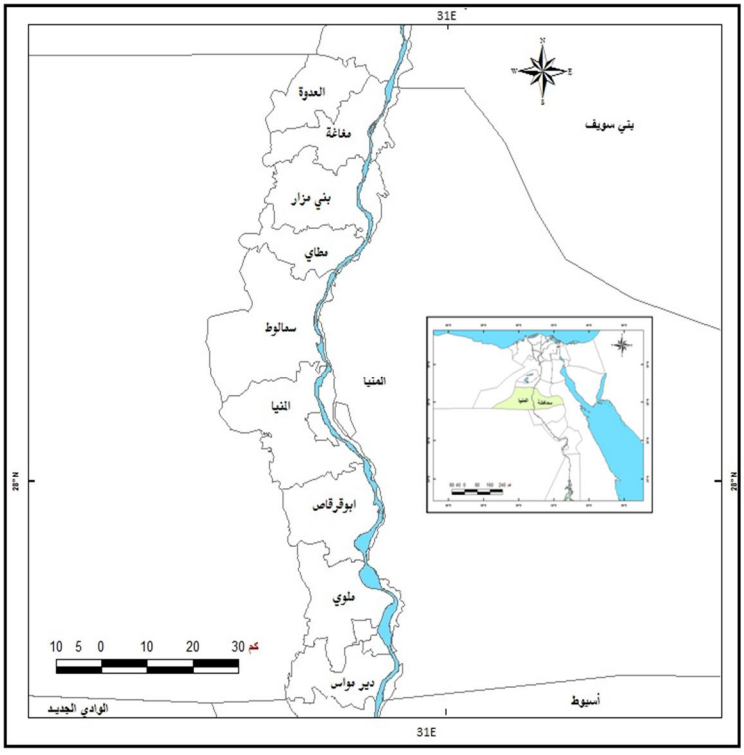
---

* مدرس الجغرافيا الطبيعية ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة بني سويف

مقدمة :

تحظ مشكلة الاحترار العالمي **global warming** باهتمام علماء المناخ في شتي بقاع الأرض ، ويجزم يوسف بعدم وجود قضية تناظرها في مقدار الاهتمام [١]، كما أكدت أبحاث**Douglas & Englehart** أن الدلائل على اتجاهات الاحترار الحراري باتت تتراكم باستمرار[٢] ، وذكر **McCarthy** أن الجمعية الفيزيائية الأمريكية قد قطعت بأنه لا يمكن إنكاره [٣]، وتلقي هذه الدراسة الضوء علي التغير الحراري علي المستوي المحلي حيث أوضحا كلا من **Wilbanks and Kates** أن عبء التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه ستحدث في المقام الأول على النطاقين المحلي والإقليمي ، وأن مثل هذه الدراسات هي شرط أساسي لكيفية التخطيط لتغير المناخ في المستقبل القريب [٤] ، **ومن هنا تأتي أهمية هذه الدراسة**.

<u>تحديد منطقة الدراسة:</u> تقع محافظة المنيا بين دائرتي عرض ٤٠َ ٢٧° – ٤٥َ ٢٨° شْمالاً، وبين خطي طول ٤٠َ ٢٨° – ٣٧َ ٣٢°شرقاً ، ويعني ذلك أنها تمتد داخل ٠٥َ ١° درجة عرضية ونحو ٥٧َ ٣° درجة طولية مما يجعلها تتشابه في الظروف المناخية على طول امتدادها، ويحد محافظة المنيا من الشمال محافظة بني سويف ومن الغرب محافظة الجيزة فى عمق الصحراء الغربية وصولاً إلى الواحات البحرية، ومن الجنوب محافظتا أسيوط والوادي الجديد، ومن الشرق محافظة البحر الأحمر، وتتكون من تسعة مراكز إدارية هى من الشمال إلى الجنوب: العدوة، مغاغة ، بنى مزار، مطاى، سمالوط، المنيا، أبو قرقاص، ملوى ودير مواس، كما يتضح من الشكل (١).



شكل (١) الموقع الفلكي والجغرافي لمحافظة المنيا والمراكز الإدارية

<u>أسباب اختيار موضوع البحث</u> :أهمية دراسة التغير الحراري علي المقياس المحلي ، ومعرفة أسبابه ، واتجاهاته ،وأثاره وكيفية التخطيط لمجابهته.

<u>الدراسات السابقة :</u> ليس هناك دراسة مفصلة عن التغير الحراري بالمنيا ولكن هناك دراسات عدة تناولت التغير المناخي في مصر–كلياً أو جزئياً – يأتي في مقدمتها :

١– عبد الراضي ، وليد (٢٠٠٩) " التغير في بعض عناصر المناخ بدلتا النيل خلال القرن العشرين دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " رسالة ماجستير ، غير منشورة ، جامعة عين شمس ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا تناول فيها اتجاهات التغير في عناصر الحرارة العظمي والصغرى واليومية والحرارة العظمي والصغرى المطلقة ، والتغير في المطر ، والضغط الجوي والتنبؤ المستقبلي

لاتجاهات التغير في تلك العناصر، علاوة علي دراسة بعض الآثار البيئية الناجمة التغير المناخي في دلتا النيل وتغير تغير المناخ والزراعة في دلتا النيل.

٢- قناوي ، أحمد (٢٠١٥): " التغيرات المناخية وأثرها على بعض المحاصيل الزراعية في وادي النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة سوهاج ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، تناول فيها نفس العناصر المناخية التي تناولها عبد الراضي ولكن في وادي النيل كإقليم ،علاوة علي دراسة التغير في سرعة الرياح وأثر التغيرات المناخية على مساحة وإنتاجية بعض المحاصيل الزراعية وأثرها علي الاستهلاك والاحتياج المائي لها.

٣- **عبد الله** ، محمد محمد (٢٠٢٠) " تغير المناخ وأثره علي بعض المحاصيل في مصر " رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بني سويف ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ،تناول فيها تغير كل من درجات الحرارة ، الرطوبة الجوية ، سرعة الرياح ومدة سطوع الشمس ، تغير كمية الأمطار السنوية ،تغير ميزانية الطاقة علاوة علي دراسة أثر تغير المناخ علي تغير الطقس وعلي بعض المحاصيل الزراعية (القمح والذرة).

٤- كما أن هناك دراسات تناولت **المناخ الحضري** لمدينة المنيا نذكر منها دراسة **أسماء** ، محمد (٢٠١١م) "المناخ الحضري لمدينة المنيا، دراسة في المناخ التطبيقي" رسالة ماجستير، غير منشورة ، جامعة المنيا ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، تناولت فيها العوامل المكانية و البشرية المؤثرة في توزيع درجة الحرارة بمدينة المنيا ،التركيب الحراري لمدينة المنيا ، الجزر الحرارية بها ، مكونات الهواء ومدى الرؤية ،الآثار الصحية للمناخ الحضري .

وتختلف هذه الدراسة عن الدراسات السابقة من حيث المنطقة محل الدراسة (المنيا)، الفترة الزمنية محل الدراسة والتي بلغت ستة عقود ، موضوع الدراسة (التغير الحراري).

أهداف الدراسة : يهدف هذا البحث إلي التعرف علي ملامح التغير الحراري واتجاهاته ومقداره في محافظة المنيا وأهم العوامل المؤثرة علي اتجاه التغير خلال الستة عقود الممتدة من١٩٥٨: ٢٠١٩م .

الفروض: _ تحققا لهدف البحث تمت صياغة الفرضيات الآتية : وجود اتجاه نحو التغير الحراري موجب (ارتفاع) ذو دلالة إحصائية لدرجات الحرارة العظمي والصغرى واليومية ودرجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة ، التغير الحراري أكثر وضوحاً لدرجات الحرارة الصغرى عن العظمي، هناك دورات موجبة وسالبة لدرجات الحرارة تتباين مدتها زمنياً ، العوامل البشرية هي المسؤولة في المقام الأول في حدوث التغير الحراري بالمناطق المحلية.

البيانات وأساليب الدراسة:

أولاً : مصادر البيانات: اعتمدت الدراسة علي بيانات الحرارة العظمي والصغرى واليومية ودرجات الحرارة القصوى والدنيا لمحطة المنيا الصادرة من الهيئة العامة للأرصاد الجوية – قسم المناخ – بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م ، جمهورية مصر العربية ، القاهرة . ويظهر جدول (١) خصائص محطة رصد المنيا

جدول (١) خصائص محطة رصد المنيا

المحطة	كود المحطة	دائرة العرض	خط الطول	ارتفاع المحطة (م)
المنيا	٣٨٧	°٢٨ َ٥	°٣٠ َ٤٤	٤٠.٥

المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية – قسم المناخ

ثانيًا : مناهج وأساليب وأدوات الدراسة: اقتضت طبيعة البحث تطبيق أكثر من منهج بحثي أهمهم **منهج التحليل المقارن** وذلك للوقوف علي مدي وجود تغير حراري من عدمه ومقداره واتجاهه والأسباب وراء ذلك ، كذلك الوقوف علي مدي وجود تباين في الاستخدامات الرئيسية في محافظة المنيا ،إضافة **للمنهج الإقليمي** ، حيث اعتبرت محافظة المنيا وحدة مكانية واحدة لها خصائصها المميزة لها ،علاوة علي استخدام **المنهج التاريخي** : حيث استخدم في تتبع بيانات درجات الحرارة العظمي والصغرى والمتوسط اليومى خلال ستة عقود (١٩٥٨ م : ٢٠١٩م) ، إضافة إلي تتبع التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة للفترة ١٩٦٠: ٢٠٠٥م.

بالإضافة إلى استخدام بعض الأساليب ومنها :

– **الأسلوب الكمي** : حيث تم إنشاء الخرائط وتحليل البيانات المناخية باستخدام **ARC GIS** ، **بالإضافة إلى استخدام بعض الأساليب الإحصائية مثل** معامل ارتباط بيرسون **Pearson correlation** والانحراف المعياري **standard deviation** ومعامل التحديد(R^2) **Determination coefficient** ومعامل الاختلاف **Coefficient of variation** والتباين**Coefficient of Variation** ، المتوسط المتحرك **Moving average** ، ، وذلك للوصول إلي الاتجاه العام للتغير الحراري **Linear Trend** و الدورات الحرارية Thermal Cycles والتي رأي الباحث أن تقتصر علي الدورات السنوية ، ولتأكد من صحة ما سبق فقد لجأ الباحث إلي الطريقة الإحصائية المعروفة بطريقة الفروق المتجمعة **Cumulated Sums** أو الفروقات التراكمية **Cumulative Deviation**معتمداً علي البرامج **الحاسوبية (SPSS18 ، Excel 13)**

– **الأسلوب الكارتوجرافي** : وذلك عن طريق إنشاء الخرائط والأشكال البيانية التي تساعد على توضيح ما جاء في متن البحث باستخدام برامج **ARCGIS 10.3**و وبرنامج **Excel 13 .**

- **الاستشعار من بعد Remote Sensing:** للحصول علي التباين في نسب استخدام الأرض بمحافظة المنيا وتم ذلك **من** خلال تحليل مرئيتين فضائيتين **الأولي** اعتمادا علي صور القمر **الصناعي LAND SAT-5 TM,1988 والثانية** اعتمادا صور القمر الصناعي **LAND SAT-8 OLI,2019** حيث قام الباحث بعمل :
  - **موزايك Mosaic** للمرئيتين السابقتين
  - **عمل تصنيف موجه Supervised Classification**
  - **عملية اكتشاف التغير Change Detection Statistics**

وقد جاءت الدراسة في ثلاثة مباحث تناول **الأول** منهم التغيرات الحرارية الشهرية ، أما **المبحث الثاني** فعنّي بالتغيرات الحرارية الفصلية مع إشارة لبعض أسبابه ، في حين قسم **الثالث** إلى قسمين أولهما درس التغيرات الحرارية السنوية مع إشارة أيضا لبعض أسبابه ، في حين أهتم الثاني بعوامل التغير الحراري بالمنيا بشيء من التفصيل خاصة في جانبها البشري وختم كل مبحث بخلاصة له ،وأخيرا نتائج وتوصيات الدراسة.

المبحث الأول

التغيرات الحرارية الشهرية

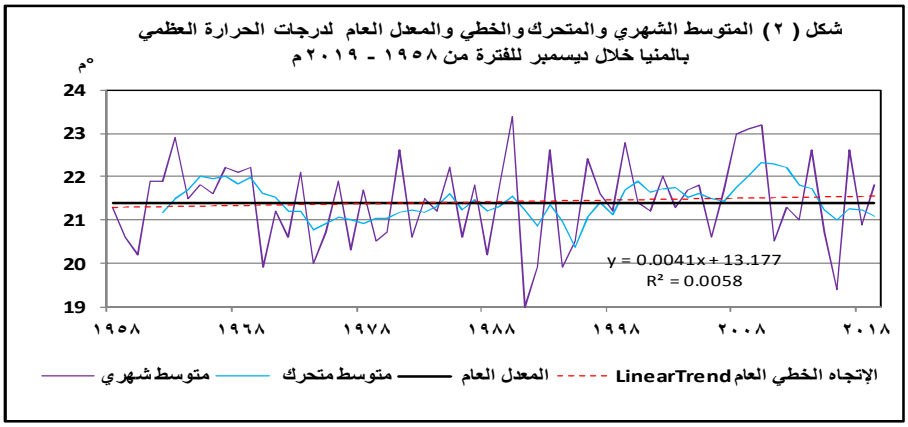
أولاً: اتجاهات التغير في المتوسطات الشهرية والقيم المطلقة لدرجات الحرارة للفترة من ١٩٥٨-٢٠١٩م

أ- شهر ديسمبر:

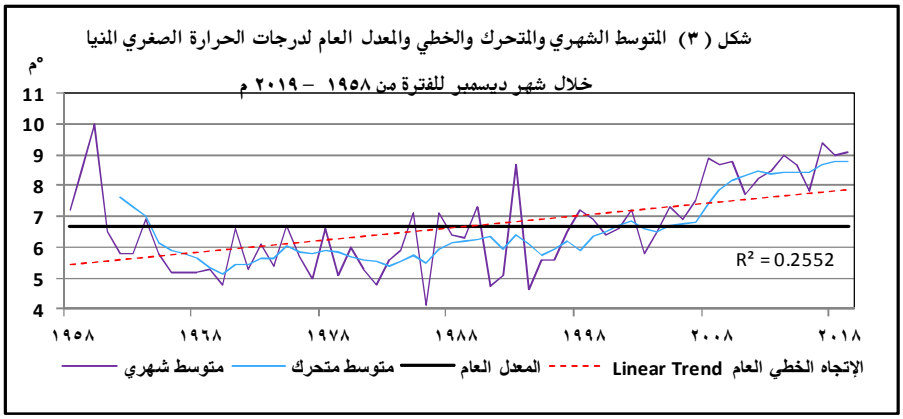
١- **متوسط درجات الحرارة العظمي:** يشير الاتجاه الخطي العام **Linear Trend** كما يظهره الشكل (٢) إلي ارتفاع طفيف لمتوسط درجة الحرارة العظمي خلال ديسمبر ، حيث بلغ مقدار التراكم الحراري (٠.٢°م) خلال الستة عقود الممتدة ما بين ١٩٥٨ : ٢٠١٩م، بمعامل اختلاف (٤.٦%) ، ومدي حراري (٤.٤°م) .

٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى :** الارتفاع الطفيف لمتوسط درجات الحرارة العظمي خلال ديسمبر قابله ارتفاعاً ملحوظاً لدرجات الحرارة الصغرى خلاله والذي يوضحه الاتجاه **Linear Trend** (شكل٣) ، حيث سجلت درجات الحرارة الصغرى تراكماً حرارياً مقداره (١.٢°م) وهو مقدار الفارق الحراري بين الثلاثة عقود الثانية و الثلاثة عقود الأولي من الفترة الزمنية المدروسة ، وبمعامل تحديد بلغ ١١%(معامل التحديد يطلق عليه R^2 وهو مربع معامل الارتباط) ومعامل اختلاف ٢١.٢%.

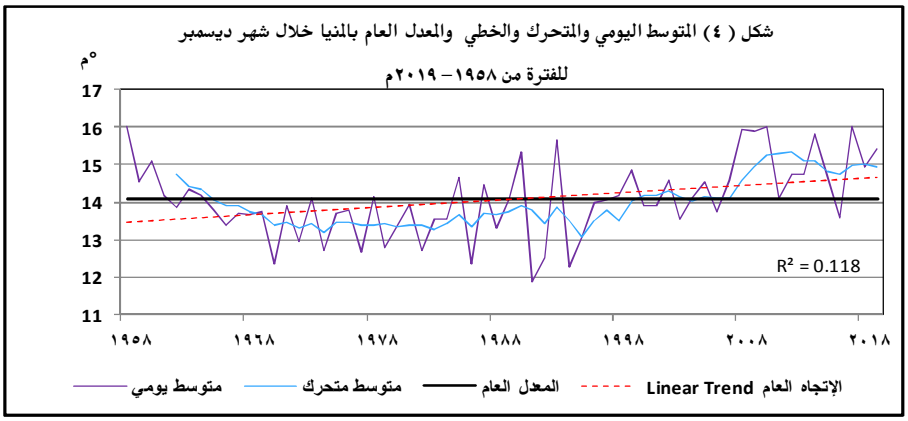
٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة :** من المنطقي أن يتجه **Linear Trend** نحو الارتفاع (شكل٤) نظراً لكونه تمثيل متوسط لدرجتي الحرارة السابقتين (العظمي والصغرى) معاً ، حيث يسجل تراكماً حرارياً متوسطاً مقداره (٠.٧°م) ، بانحراف معياري (١) ومعامل اختلاف (٧.٢%) .



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

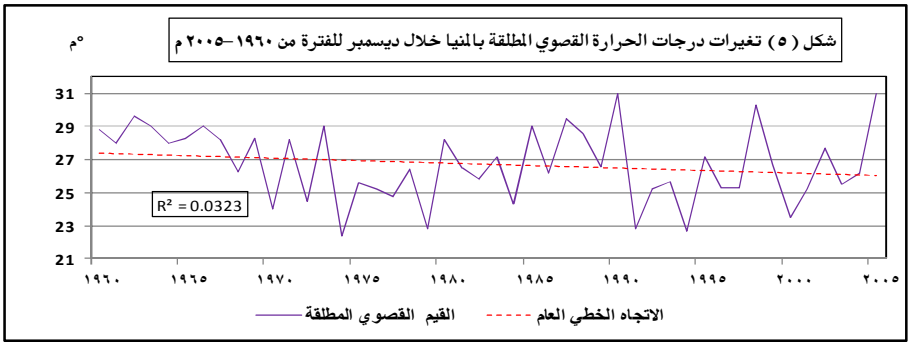


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

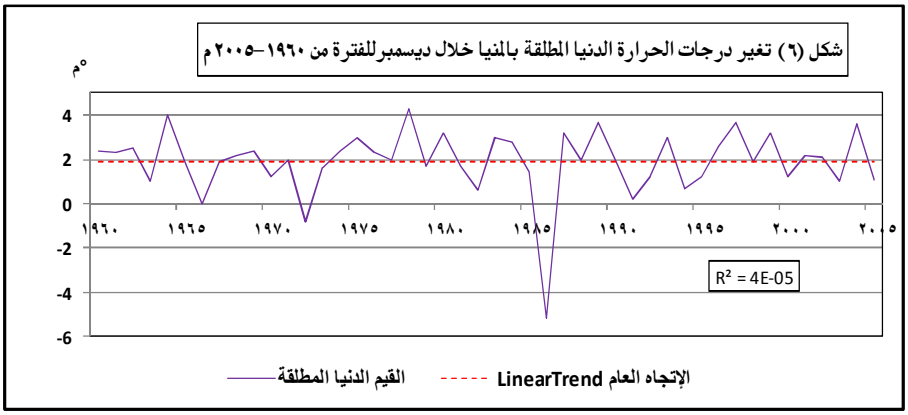


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: يقتصر دورها في دراسة التغير الحراري فقط علي **تأكيد اتجاه** تغير درجات الحرارة العظمي والصغري [٥] ، يوقفنا الشكلان (٥،٦) علي أن درجات الحرارة المطلقة سواء القصوى أو الدنيا تشهدان نوعاً من التغير السلبي بلغ مقداره (-٠.٢°م) لكليهما علي الترتيب ، بمعامل تحديد ضعيف للغاية ، بانحراف معياري (٣.٣) ، وتباين (١١.١) ومعامل اختلاف (١٢.٧%) ، وهما في ذلك يُخالفان المعدلات الحرارية الشهرية الأخرى لديسمبر سواء درجات الحرارة العظمي الشهرية أو الصغرى أو المعدلات اليومية والتي تتفق كلها في الاتجاه (ارتفاع) وإن اختلفت في المقدار.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

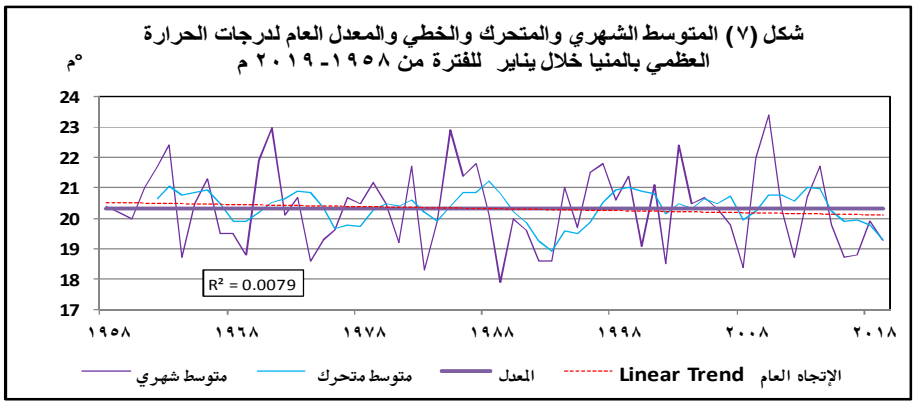
ب- شهر يناير: -

١- **متوسط درجات الحرارة العظمي :** يوقفنا الشكل (٧) علي أن مسار تغير درجات الحرارة العظمي بالمنيا **(Linear Trend)** خلال يناير يناقض نظيره خلال ديسمبر ، فيتجه نحو التغير السلبي (انخفاض) بمعامل تحديد (٠.٠٠٧) حيث بلغ متوسط درجات الحرارة العظمي خلال الثلاثة عقود الأولي (١٩٥٨: ١٩٨٨) (٢٠.٥ °م) بارتفاع عن معدل الفترة الكلية محل الدراسة (٠.٢°م) وهو نفس مقدار انحراف الثلاثة عقود الأخرى عن نفس المعدل ولكن بإشارة سالبة (-٠.٢°م) وانحراف معياري (١.٤) وتباين (١.٨) ومعامل اختلاف (٦.٧%) لتسجل عملية التراكم الحراري مقدار سلبياً (-٠.٤°م) .

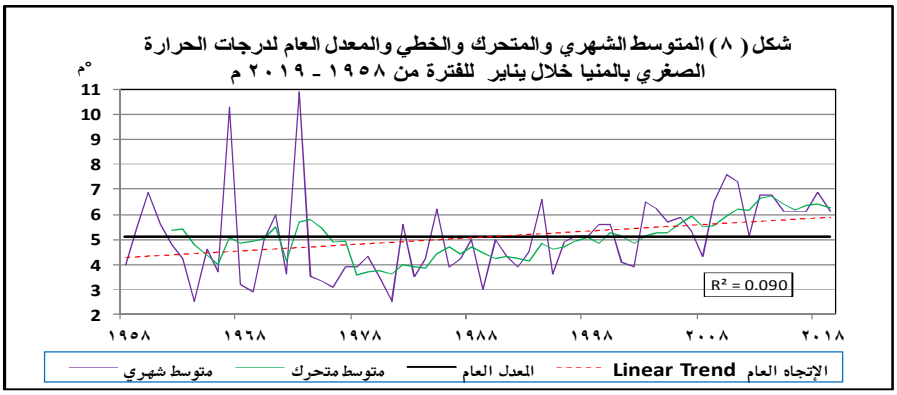
٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى :** يوضح المتوسط المتحرك الخماسي **Moving average** (شكل٨) ميل درجات الحرارة الصغرى نحو الارتفاع منذ نهايات العقد الثاني من النصف الثاني من القرن العشرين المنصرم ، وهو ما يؤكده الاتجاه الخطي العام **Linear Trend** فلقد سجلت القيم الحرارية انحرافا موجباً (٠.٤°م) للنصف الثاني للفترة الزمنية المدروسة(١٩٨٩: ٢٠١٩م) عن المعدل الكلي كنتيجة لارتفاع القيم الحرارية خلال الفترة المذكورة وهو نفس مقدار انحراف الفترة الأولي (١٩٥٨: ١٩٨٨م) ولكن بإشارة مخالفة ، لتسجل درجات الحرارة الصغرى تراكماً حرارياً موجباً مقداره (٠.٨°م) ولعل من الملفت أن القيم المرتفعة لدرجات الحرارة الصغرى سجلت خلال النصف الأول منه.

٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة :** يوضح الشكل (٩) أن **Moving average** لدرجات الحرارة اليومية اتجه نحو الارتفاع المنتظم منذ١٩٩٣م وحتي ٢٠١٩م علي الرغم مما اعتراه من بعض الذبذبات الأمر الذي انعكس علي ارتفاع متوسط الفترة الزمنية الثانية (١٩٨٩ : ٢٠١٩م) ليسجل ١٢.٨°م

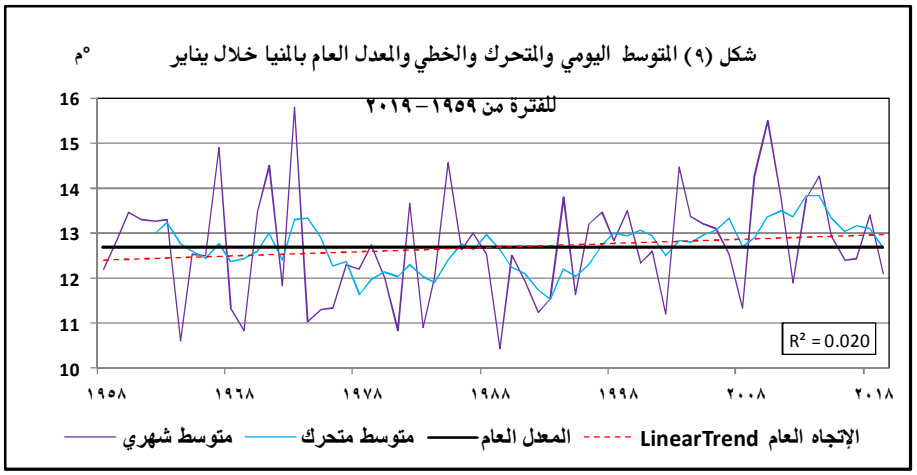
بانحراف معياري مقداره ١.١، ومعامل اختلاف ٨.٧% ، وبانحراف حراري عن المعدل الكلي للفترة الزمنية المدروسة مقداره ٠.١°م ، وهو في ذلك متأثراً باتجاه **Linear Trend** لدرجات الحرارة الصغرى نحو الارتفاع حيث بلغ معامل الارتباط بينهما (٨٦%) أكثر من تأثره بانخفاض درجات الحرارة العظمي ليبلغ معدل التراكم الحراري (٠.٢°م) لستة عقود الممتدة بين ١٩٥٨: ٢٠١٩م .



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



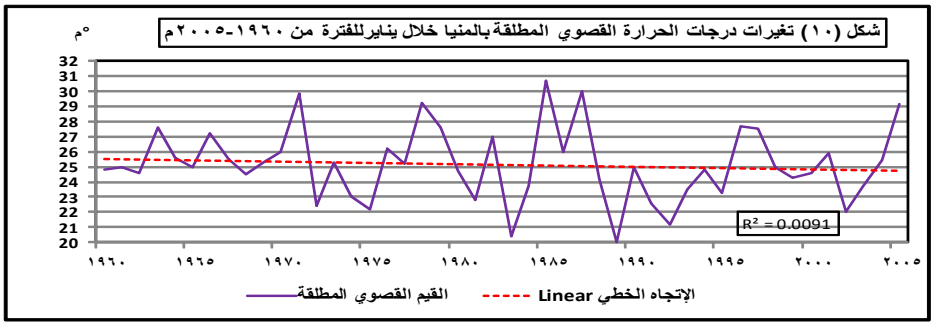
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



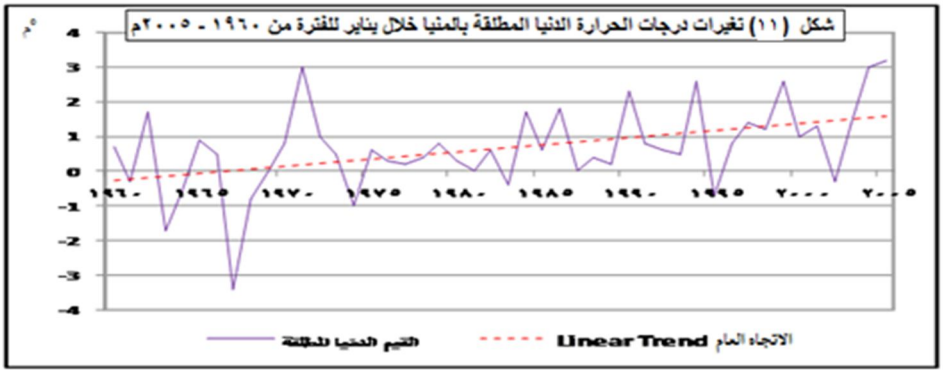
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة : بحلول يناير يخالف الاتجاه العام للتغير **Linear Trend** لدرجات الحرارة المطلقة كلا منهما الآخر ، ففي حين يستمر معدل التغير السلبي لدرجات الحرارة العظمي المطلقة بمقدار (-٠.٦°م) (شكل١٠) وبانحراف معياري مقداره (٢.٨) وتباين (٧.٩) ومعامل اختلاف (١١.٣%) يتجه نظيره لدرجات الحرارة الصغرى المطلقة نحو الارتفاع (شكل١٧) ليسجل تراكماً حرارياً مقداره درجة مئوية وأحدة خلال يناير وبانحراف معياري (١.٠٩) وتباين (١.١٨) ليرتفع معامل الاختلاف إلي (٩٦.٤%) .

يرشدنا (الشكل ١٠) إلي وقوع أعلي وأدني درجات حرارة قصوي مطلقة خلال الفترة الثانية (١٩٦٠: ١٩٨٢م) من الفترة الزمنية المدروسة (١٩٨٣ : ٢٠٠٥م) وعلي وجه التحديد خلال النصف الثاني من عقد الثمانيات ، في حين تسجل درجات الحرارة الدنيا المطلقة (شكل١١) أقل قيمها خلال الفترة الزمنية الأولي (١٩٦٠ / ١٩٨٢م) ، وأعلي قيمها خلال الفترة الزمنية الثانية (١٩٨٣ /٢٠٠٥م).



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



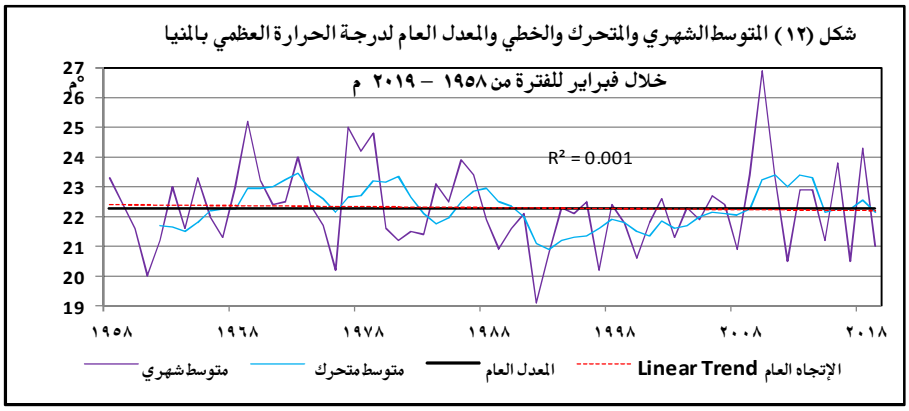
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

جـ- شهر فبراير:

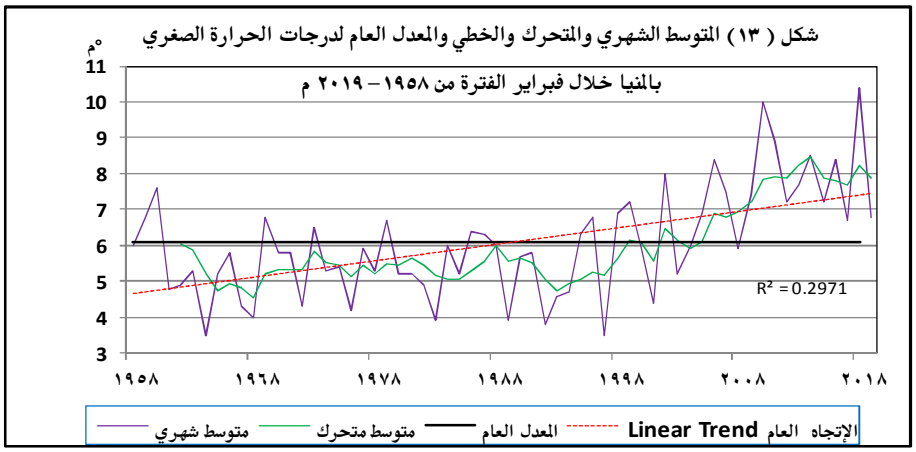
١- **متوسط درجات الحرارة العظمي :** يطابق مسار اتجاه درجات الحرارة العظمي **Linear Trend** خلال فبراير (شكل ١٢) مسار اتجاه نظيره خلال يناير (الشكل السابق٧)مسجلاً انخفاض مقداره (-٠.٦)تقريباً حيث بلغ متوسط الفترة الزمنية الأكثر ارتفاعا - الثلاثة عقود الأولي - (٢٢.٦ °م) بانحراف معياري مقدره (١.٣) وتباين (١.٧) ومعامل انخفاض (٥.٨%) ، ويوضح المتوسط المتحرك **Moving average** (شكل ١٢) أن العقدين من ١٩٦٣ : ١٩٨٣م كان لهم الأثر الأكبر في مقدار هذا الارتفاع حيث بلغ متوسطها نفس متوسط الثلاثة عقود (١٩٥٨ : ٢٠١٩م) (٢٢.٦°م) في حين

بلغ متوسط الفترة الزمنية الأقل ارتفاعا– الثلاثة عقود الثانية–(٢٢°م) بانحراف معياري مقداره (١.١) وتباين (٢.١) ومعامل اختلاف (٦.٦%) ، وقد سجل معامل التحديد (R^2) قدراً بسيطاً مقدره (٠.٠٠١) .

٢– **متوسط درجة الحرارة الصغري** : أصبح في حكم المؤكد – من خلال الصعود الواضح للاتجاه العام **Linear Trend** خلال فبراير (شكل١٣)– أن القاسم المشترك لجميع شهور الشتاء هو اشتراكهم في تغير درجات الحرارة الصغرى نحو الكسب الحراري ، ويوقفنا المتوسط المتحرك (شكل١٣) علي طبيعية تلك التغيرات حيث يأخذ المنحني في الارتفاع شبه المنتظم بدأ من عام (١٩٩٣م) وحتي (٢٠١٩م) – مع وجود بعض الذبذبات – وهو ما يعني ارتفاع درجات الحرارة الصغرى خلال تلك الفترة وانعكاساتها علي ارتفاع درجات الحرارة خلال الثلاثة عقود الأخيرة والتي بلغ متوسطها (٦.٧°م) بانحراف معياري مقداره (١.٧) ومعامل اختلاف (٢٥.٩%) **وفي المقابل** فإن السمة العامة لدرجات الحرارة خلال النصف الأول من الفترة الزمنية المدروسة هو انخفاضها أو ثباتها علي الانخفاض لذلك سجلت درجات الحرارة الصغرى متوسط دون المعدل الكلي للفترة الزمنية المدروسة بمقدار (–٠.٦°م) ، وكمحصلة للتغيرات الحرارية علي طول الفترة الزمنية تسجل درجات الحرارة تراكماً حرارياً موجباً مقداره (١.٢°م) .



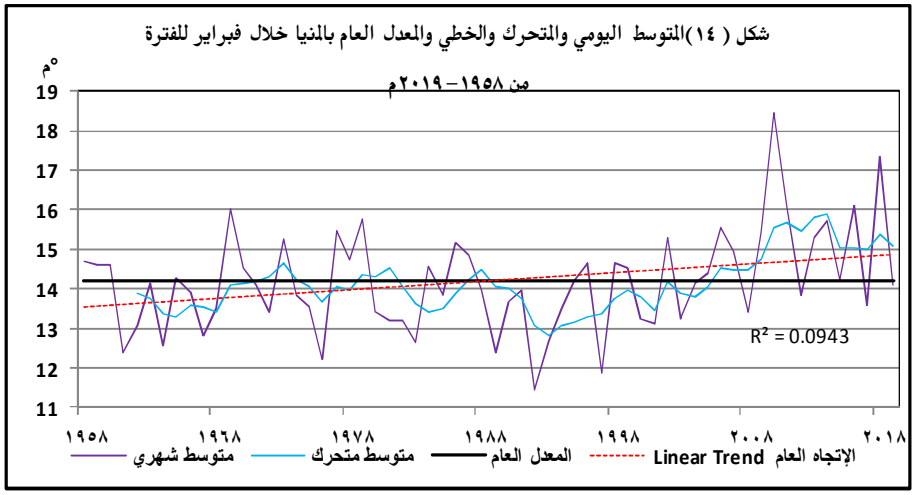
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

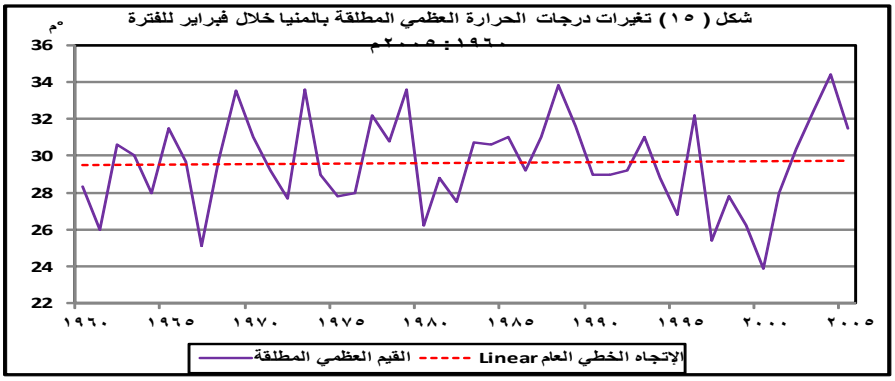
٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة** يطلعنا الشكل (١٤) علي ارتفاع ضئيل للمتوسط الشهري لدرجات اليومية خلال فبراير متأثر في ذلك بارتفاع درجات الحرارة الصغرى أكثر من تأثره بانخفاض درجات الحرارة العظمي حيث بلغ معامل التحديد قدراً ضئلا بلغ (٠٩.) ليصبح مقدار الكسب الحراري (٠٤.°م) وعلي الرغم من أن المتوسط المتحرك يأخذ في الارتفاع الواضح المضطرد- مع بعض الذبذبات البسيطة- منذ عام ١٩٩٣م حتي نهاية فترة الدراسة(٢٠١٩م) إلا أن ذروة هذا الارتفاع والذي حل خلال الفترة من ٢٠٠٩م: ٢٠١٤م هو ما

أحدث الفارق الأساسي ما بين فترتي الدراسة ومن قرائن ذلك تسجيل عام ٢٠١٠م أعلي درجات الحرارة خلال فترة الدراسة ككل حيث ارتفع متوسطها عن المعدل العام بمقدار ٤.٣م° .

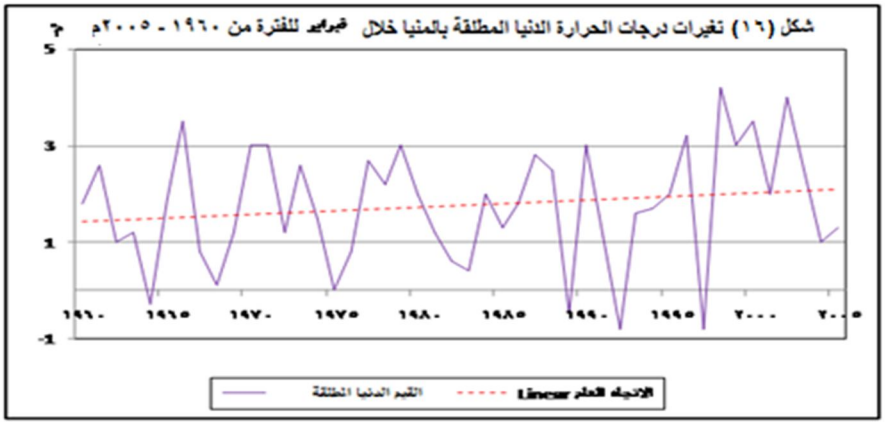


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: يمدنا تحليل **Linear Trend** (الشكلان ١٥، ١٦) الخاصة بدرجات الحرارة المطلقة (القصوى والدنيا) خلال فبراير بحقيقة قلما تتكرر - في هذه الدراسة - وهي اتفاق الاتجاه والمقدار للتغير الحراري لنوعين من الحرارة المتقابلة حيث اتجهت درجات الحرارة المطلقة بنوعيها نحو التغير الحراري الإيجابي (ارتفاع) وبنفس المقدار (٠.٢°م) ، وبمعامل تحديد صفري لكليهما ، ومعامل اختلاف بلغ (٨.٣%) للعظمي المطلقة ، (٧٠.٢%) للصغرى المطلقة



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

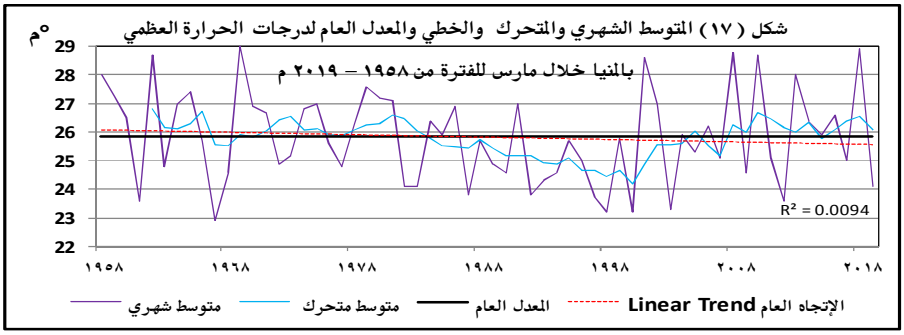


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

جـ- شهر مارس:

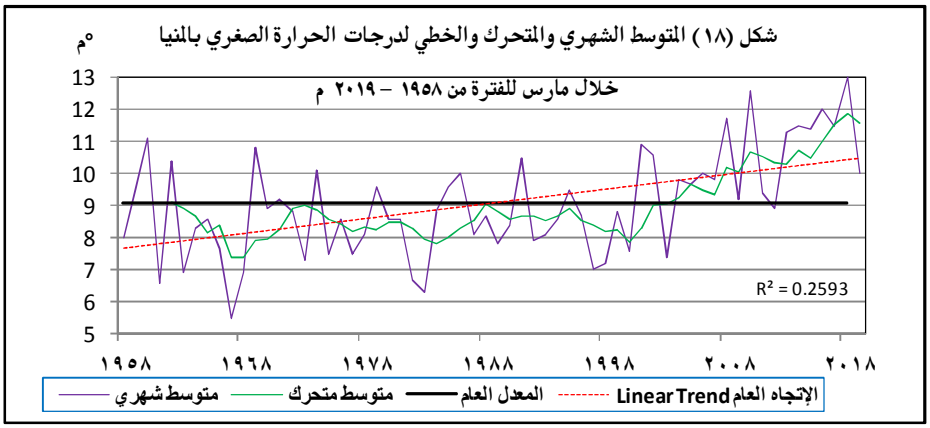
١- **متوسط درجات الحرارة العظمي** : يوقفنا الشكل (١٧) علي حقيقة هامة مفاداها استمرار مسار تغير درجات الحرارة العظمي **Linear Trend** خلال مارس لما كانت عليه خلال يناير وفبراير نحو الانخفاض بشكل يسير بمعامل تحديد بلغ (٠.٠٠٩) وبتراكم حراري (-٠.٤°م) حيث انحرفت القيم الحرارية عن معدلها خلال الثلاثة عقود الأولي بمقدار موجب (٠.٢°م) ، وهو نفس المقدار الذي فقدته خلال الثلاث عقود التالية من سنوات الدراسة ،وبانحراف معياري (١.٣) ، ومعامل اختلاف مقداره (٦.٧%) وعلي الرغم من إمكانية تمييز ثلاث

فترات زمنية بتحليل مسار المتوسط المتحرك **Moving average** الشكل السابق(٢٦) شهدت تغيرات حرارية وهي الفترة من ١٩٥٨: ١٩٨١م وهي فترة ارتفاع ملحوظ لدرجات الحرارة العظمي ، الفترة الثانية وهي الممتدة من ١٩٨١: ٢٠٠٠م وهي فترة انخفاض منتظم لدرجات الحرارة العظمي مع قلة واضحة للذبذبات الحرارية خلالها، الفترة الثالثة والأخيرة وهي الممتدة من ١٩٨١: ٢٠١٩م وهي فترة ارتفاع مطرد لدرجات الحرارة العظمي مع غلبة واضحة للتذبذبات الحرارية أثناها الإ أن المتوسط في مجمله يؤكد سلبية الكسب الحراري وصحة اتجاه التغير.



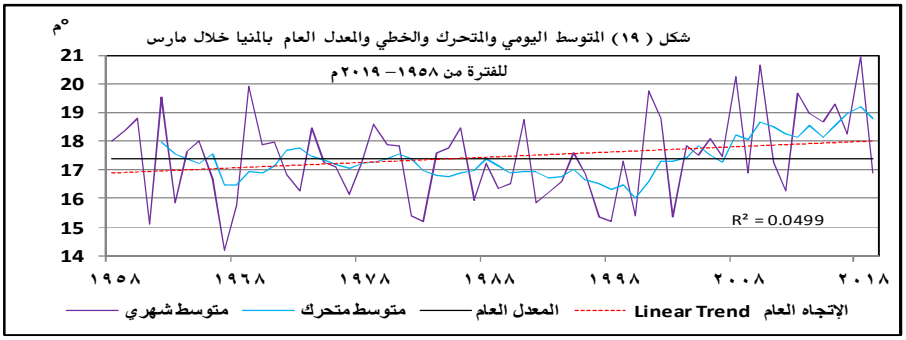
المصدر: **اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.**

٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى** : التغير البسيط لدرجات الحرارة العظمي خلال مارس قابله تغيراًواضحاً لدرجات الحرارة الدنيا خلاله وهو ما يوقفنا عليه الشكل(١٨) حيث الاتجاه التصاعدي الواضح لكلا من مسار التغير **Linear Trend** والمتوسط المتحرك **Moving average** وتأكيد معامل التحديد (٠.٢٥) لحقيقة هذا التغير، الأمر إلي أفض إلي تراكم حراري موجب مقداره (١.٢°م) يمكن إرجاعه بنسبة كبيرة إلي ما شهدته درجات الحرارة الصغرى من ارتفاع مطرد خلال العقدين الأولين للقرن الحادي والعشرين كما يظهره المتوسط المتحرك للشكل السابق



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

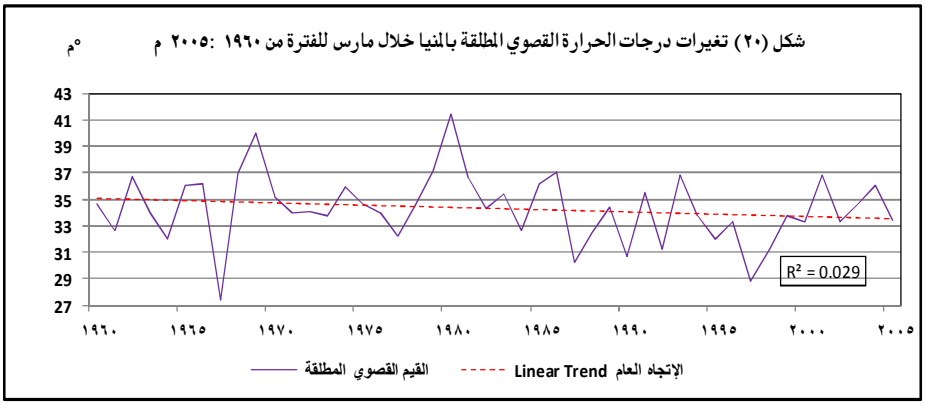
٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة** : بتحليل الشكل (١٩) يتضح اتجاه مسار درجات الحرارة اليومية **Linear Trend** نحو الارتفاع الحراري تحت تأثير ارتفاع درجة الحرارة خلال العقدين الأولين من القرن الواحد والعشرين متزامناً مع نفس الارتفاع الذي شهدته درجات الحرارة الصغرى خلال نفس العقدين ، حيث يكاد ينتهج المتوسط المتحرك اليومي **Daily Moving average** نفس مسار نظيره لدرجات الحرارة الصغرى الأمر الذي أدي إلي عملية كسب حراري مقداره (٠.٤°م)ونظراً لتأخر الارتفاع المطرد لدرجات الحرارة حتي العقدين الأولين من القرن الواحد العشرين وحدوثها بشكل سريع ومتصل عقب فترة انخفاض منتظم



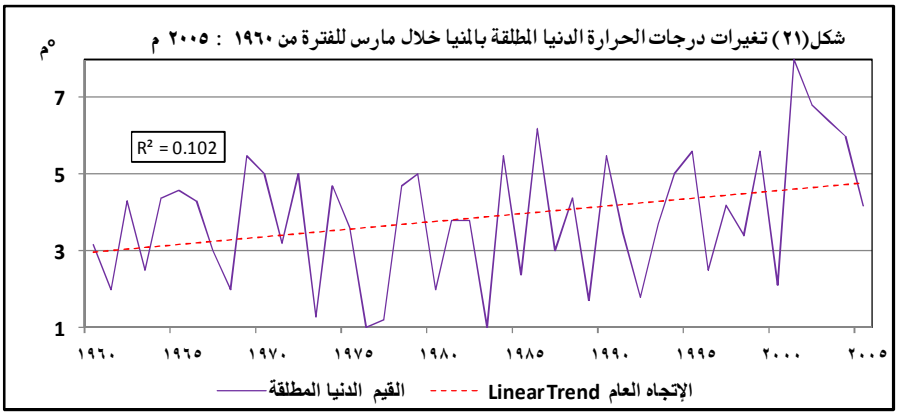
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: تغاير درجات الحرارة المطلقة (بنوعيها) خلال مارس نظيرتها خلال فبراير السابق له ، حيث اتجه **Linear Trend** (شكل٢٠) لدرجات الحرارة القصوى المطلقة نحو الانخفاض الحراري مسجلاً (-١.٤°م) بانحراف معياري (٢.٢)، ومعامل اختلاف (٦.٧%) ، في حين اتجه نحو الارتفاع لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة بمقدار بلغ (٠.٨°م) بانحراف معياري (١.٨) ومعامل اختلاف (٦.٧%) ،وبتحليل **Linear Trend** لدرجات الحرارة القصوى المطلقة (شكل٢٠) يتبين لنا وجود فترتين متباينتين حرارياً (ارتفاعا وانخفاضا) و متساويتين زمنياً (خمس سنوات) كان لهما الأثر الأكبر في مساره **أولهما** : الفترة من ١٩٧٩ : ١٩٨٣م وهي فترة الارتفاع الملحوظ لدرجات الحرارة حيث وقعت فيها ذروة درجات الحرارة القصوى المطلقة مسجلة (٤١.٤°م) خلال عام ١٩٨٠م.

ثانيهما : الفترة من ١٩٩٦ : ٢٠٠٠م والتي جاءت علي النقيض من سابقتها وفيها انخفضت درجات الحرارة انخفاضا كبيراً حيث سُجلت فيها ثاني أكبر انخفاض لدرجات الحرارة القصوى المطلقة والتي بلغت ٢٨.٨°م عام ١٩٩٧م وهو الأمر نفسه الذي نجد له مثيلا بالنسبة لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة (شكل٢١) حيث الفترتين الزمنيتين (١٩٧٥ : ١٩٨٠م) و (٢٠٠٠: ٢٠٠٥م) والتي مثلت الأولي فترة الانخفاض الملحوظ وفيها بلغ درجات الحرارة الدنيا المطلقة ذروة انخفاضها (١°م عام ١٩٧٦م) في حين مثلت الثانية فترة الارتفاع ووصلت درجات الحرارة الدنيا المطلقة أعلي قيمها(٨°م عام ٢٠٠١م)



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



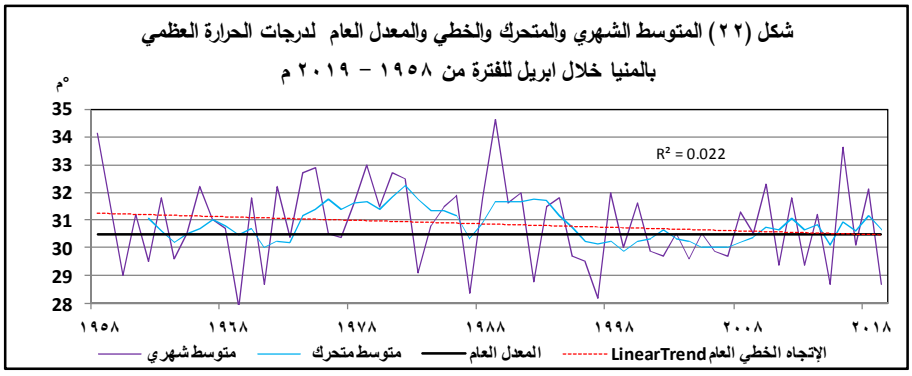
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

د- شهر إبريل :

١- متوسط درجات الحرارة العظمي : يواصل الاتجاه لعام **Linear Trend** لدرجات الحرارة العظمي (شكل٢٢) خلال أبريل ما كان عليه من انخفاض خلال الشهور الثلاثة السابقة ، كنتيجة للمقابلة بين ارتفاع الفترة الزمنية الأولي (+٠.٢°م) والتي سجلت أقصي ارتفاع لها خلال الفترة من ١٩٧٣ : ١٩٨٦م ، وانخفاض الفترة الثانية (-٠.٢°م) خاصة الفترة من ١٩٩٦ :٢٠٠٨م عن المعدل الكلي للفترة الزمنية المدروسة لتصبح المحصلة النهائية لعملية الكسب

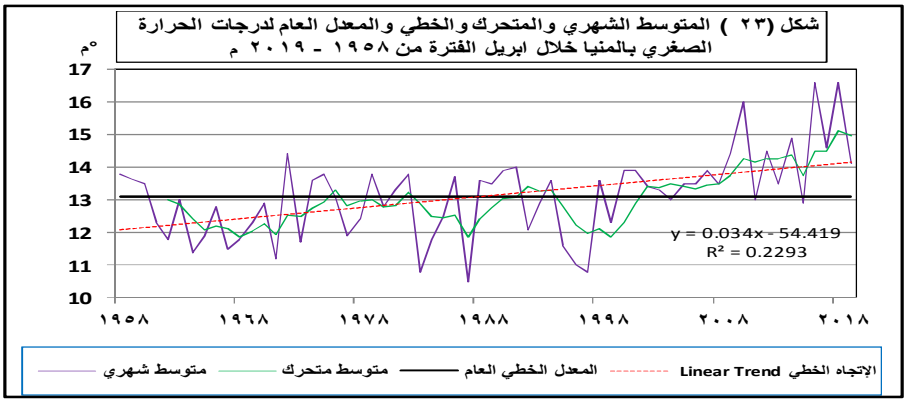
الحراري سلبية بمقدار (-٠.٤°م) ، بمعامل تحديد ضئيل للغاية (٠.٠٢٢) ، وبانحراف معياري (١.٥) ومعامل اختلاف (٤.٨%).

٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى** : يمدنا كلا من **Moving average** و **Linear Average Trend** (شكل٢٣) علي إحدى الملامح المميزة للتغير الحراري بالمنيا - حتي الآن وهو- إيجابية عملية الكسب الحراري لدرجات الحرارة الصغرى -ما يعني ارتفاعها- بالتقدم الزمني خلال الفترة الزمنية المدروسة فبدرجة مئوية وأحدة بلغ مقدار التراكم الحراري لدرجات الحرارة الصغرى بنهاية الستة عقود (١٩٥٨:٢٠١٩م)، وبمعامل تحديد (٠.٢٢) ومعامل اختلاف (٩.٧%)، حيث سجلت الفترة الزمنية الأولي انحراف عن المعدل العام بلغ (- ٠.٥°م) ، وبنفس المقدار انحرفت الفترة الثانية (+٠.٥°م) بفضل الارتفاع الذي شهده العقدين الأوليين من القرن الحادي والعشرين .



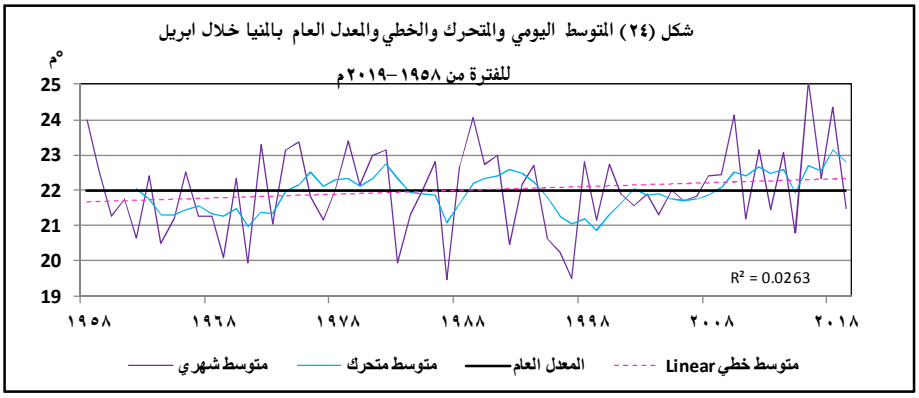
شكل (٢٢) المتوسط الشهري والمتحرك والخطي والمعدل العام لدرجات الحرارة العظمي بالمنيا خلال ابريل للفترة من ١٩٥٨ - ٢٠١٩ م

المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

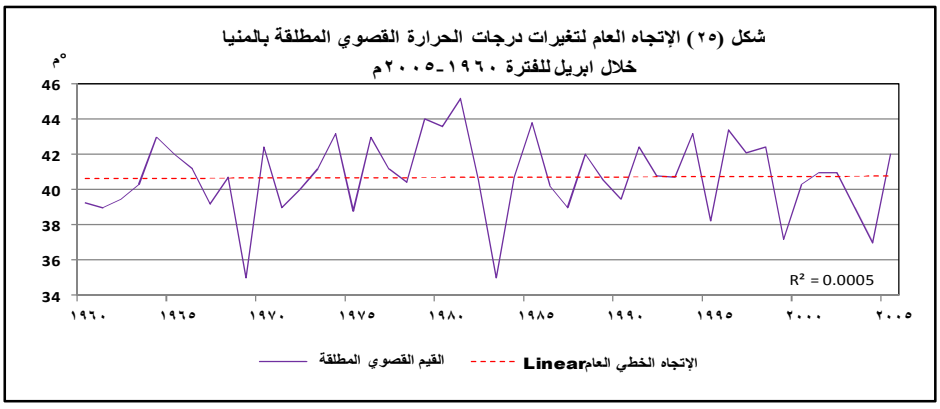
٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة :** إمعان النظر في اتجاه المتوسط المتحرك **Moving average** للشكلين (٢٤،٢٣) لا يوقفنا علي تباين يذكر، وهو ما يعكس ما لدرجات الحرارة الصغرى من أثر كبير علي منحني متوسطات الحرارة اليومية بأبريل ، مقارنة بتلك التي لدرجات الحرارة العظمي ، الإ أن الاختلاف جلياً عند مقارنة اتجاه التغير **Linear Trend** لكليهما ففي حين يبلغ درجة مئوية وأحدة لدرجات الحرارة الصغرى ، لا يتجاوز (٠.٢°م) للمتوسطات اليومية ، وهو ما يعكسه ضعف معامل التحديد(0.026)R^2 ومعامل الاختلاف (٥.٥°م) .



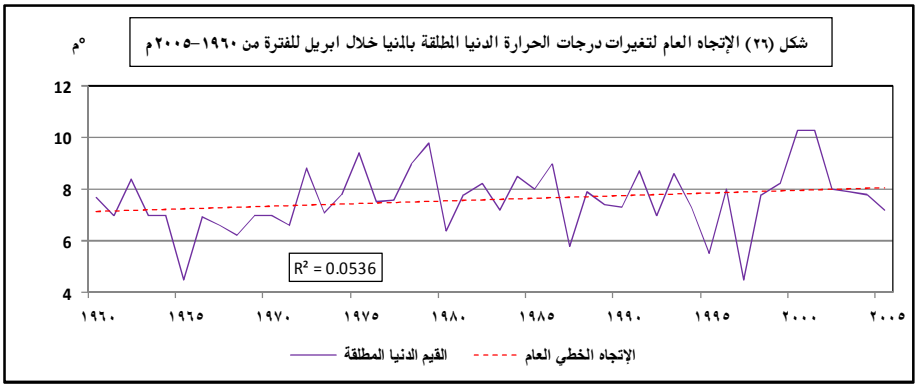
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: لا يختلف اتجاه **Linear Trend** لدرجات الحرارة المطلقة - بنوعيها - خلال أبريل عن نظيره خلال مارس (شكلين ٢٥، ٢٦) حيث يشهد مساره هبوطاً لدرجات الحرارة القصوى المطلقة بمقدار (-٠.٤°م) بانحراف معياري (٢.١) وتباين (٤.٨) ومعامل اختلاف (٥.٤%)، ليغير مساره صعوداً لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة بنفس المقدار (+٠.٤°م) وبانحراف معياري (١.٣) وتباين (١.٧) ومعامل اختلاف (١٧%) ،ويبعد مسار الاتجاه العام لتغير الحرارة المطلقة عن التغيرات الفجائية حيث يسجل معامل التحديد قيم صفرية تقريباً .

يتأثر **Linear Trend** في مساره لدرجات الحرارة القصوى المطلقة بارتفاع الحرارة خلال العقد الممتد من (١٩٧٥: ١٩٨٥م) والتي سُجلت فيه أعلي قيمها (٤٥.٢°م عام ١٩٨١م)، كما تأثر بانخفاض درجات الحرارة خلال الفترتين (١٩٦٩ : ١٩٧٣م) ،(٢٠٠٠ : ٢٠٠٥م) ، في حين كان لارتفاع الحرارة خلال النصف الأول من العقد الأول للقرن الواحد العشرين و انخفاضها خلال النصف الثاني من العقد الأول للفترة محل الدراسة التأثير الأكبر في مسار **Linear Trend** لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

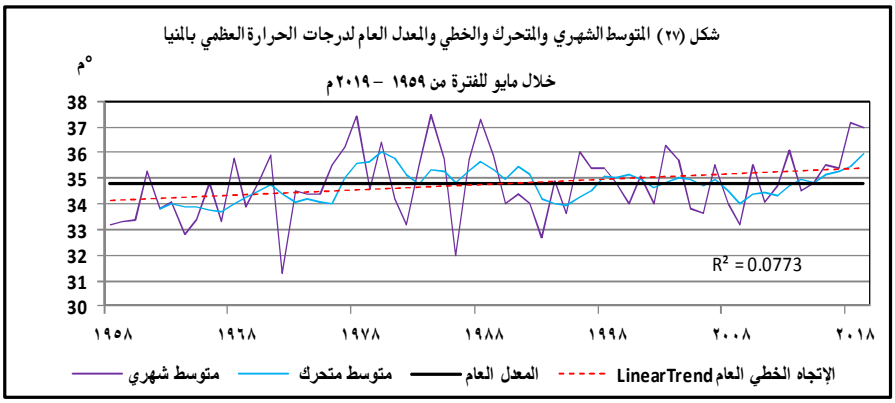
هـ- شهر مايو :

١- **متوسط درجات الحرارة العظمي** : يظهر الشكل (٢٧) مغايرة اتجاه **Linear Trend** لدرجات الحرارة العظمي لما كان عليه في الأشهر السابقة بحلول مايو، حيث يتجه نحو الكسب الحراري وإن كان بمقدار بسيط لا يتجاوز (٠.٢°م) بمعامل تحديد (٠.٠٠٧°م) ومعامل اختلاف (٣.٨°م) ، حيث قل متوسط الفترة الزمنية الأولي عن المعدل الكلي لدرجات الحرارة بمقدار (-٠.١°م)، في حين زاد متوسط الفترة الثانية بنفس القدر(+٠.١°) وبتحليل المتوسط المتحرك الخماسي كما يظهره الشكل السابق (٢٧) يتضح أن ارتفاع درجات الحرارة العظمي خلال الفترة من (١٩٦٩: ١٩٨٩م) ، والفترة من (٢٠١٠: ٢٠١٩م) هي العامل الأساسي لاتجاه درجات الحرارة العظمي نحو الارتفاع .

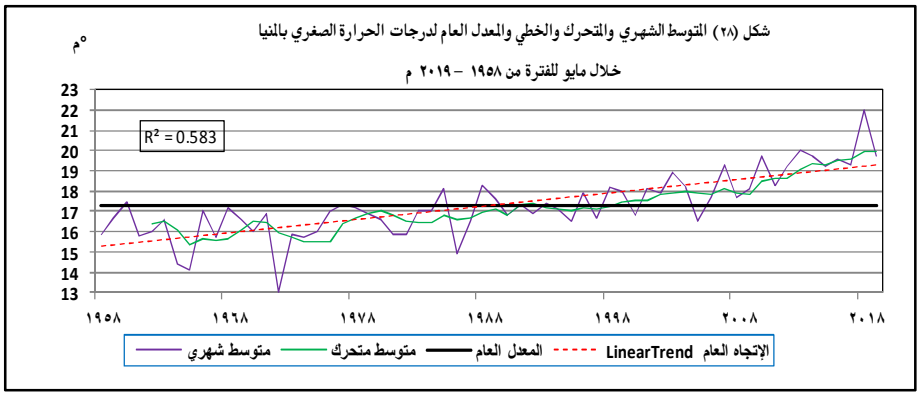
٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى** : يوضح الشكل (٢٨) أن **Moving average** لدرجات الحرارة الصغرى آخذ في الارتفاع المنتظم للفترة من ١٩٨٦ حتي ١٩٩٧ م ثم آخذ في الارتفاع المطرد حتي ٢٠١٩م وهو ما انعكس بالإيجاب علي كلا من **Linear Trend** والذي أصبح أكثر حدة ووضوحاً

حيث بلغ التراكم الحراري (+٢.٠٠) ، و معامل التحديد(٠.٥٩= R 2) والذي جاءمؤيداً لهذا الارتفاع ومؤكداً علي معنويته .

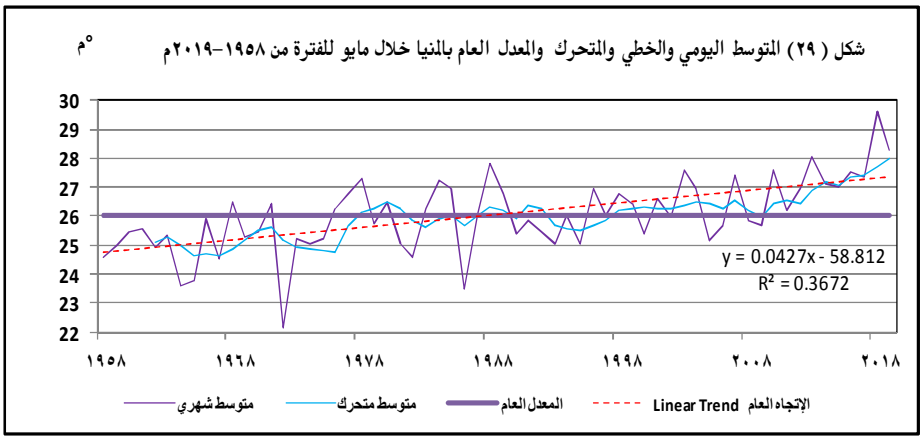
٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة :** شهد الاتجاه اليومي الخطي **Linear Daily Trend** تغيراً مماثلاً للتغيرات الإيجابية لدرجات الحرارة العظمي والصغرى (شكل ٢٩)- وأن ظل دون الوضوح الذي سجلته درجات الحرارة الصغرى - حيث جاء التراكم الحراري علي نصف ما كانت عليه ليسجل تراكماً حرارياً بلغ (+١.٠٠° م) بنهاية الستة عقود محل الدراسة ، حيث انخفاض متوسط الفترة الأولي بمقدار (-٠.٥٠°م) عن المعدل العام للفترة المدروسة وبنفس المقدار ارتفاع متوسط الفترة الثانية ، وبانحراف معياري مقداره (١) ، ومعامل اختلاف (٤%) ويؤيد الشكلان (٢٧ ، ٢٩) مدي المطابقة بين مسار المتوسط المتحرك **Moving average** لكلا من درجات الحرارة العظمي والمتوسط اليومي خلال مايو ،ولهذا دلالة علي أن تأثر المتوسط اليومي بتغيرات درجات الحرارة العظمي يفوق تأثره بتلك التي تحدث لدرجات الحرارة الصغرى .



المصدر: **اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.**



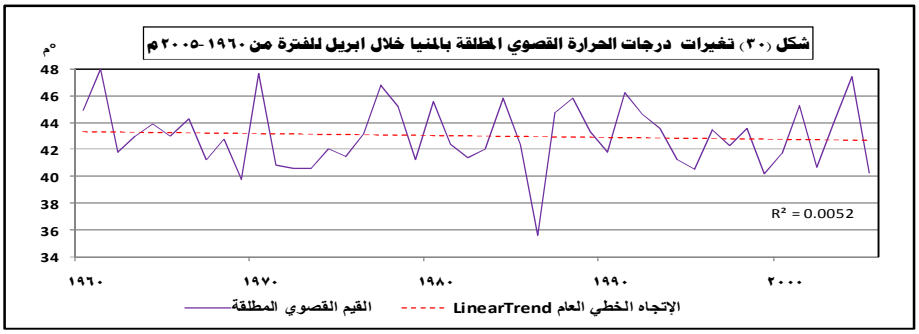
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



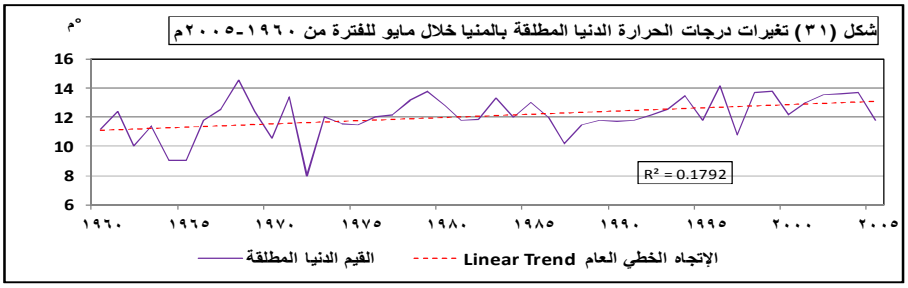
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: قراءة الشكل (٣٠) تظهر عدم اختلاف مايو عن سابقيه (مارس ،وأبريل) في اتجاه **Linear Trend** الخاص بدرجات الحرارة القصوى المطلقة والذي يتجه نحو الانخفاض ، وفي ظل مقداره الضئيل (-٠.٢°م) تبدو القاعدة الحاكمة هي التغير السلبي (الانخفاض) لدرجات الحرارة القصوى المطلقة بالانتقال من شهر إلي آخر من شهور فصل الربيع مع قلة مقداره كلما تقدمنا باتجاه فصل الصيف اللاحق ، وبالمقابل فإن قراءة الشكل (٣١) تظهر عدم شذوذ **Linear Trend** الخاص

بدرجات الحرارة الدنيا المطلقة خلال مايو عن سابقيه أيضاً حيث يسجل ارتفاعا مقداره (٠.٨°م) وفي ظل هذا المقدار تبدو القاعدة الحاكمة هي التغير الإيجابي (الارتفاع) لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة بالانتقال من شهر إلي آخر من شهور فصل الربيع ،مع تسجيل الشهور الانتقالية لأكبر قدر من هذا التغير الإيجابي



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

و – شهر يونيه :

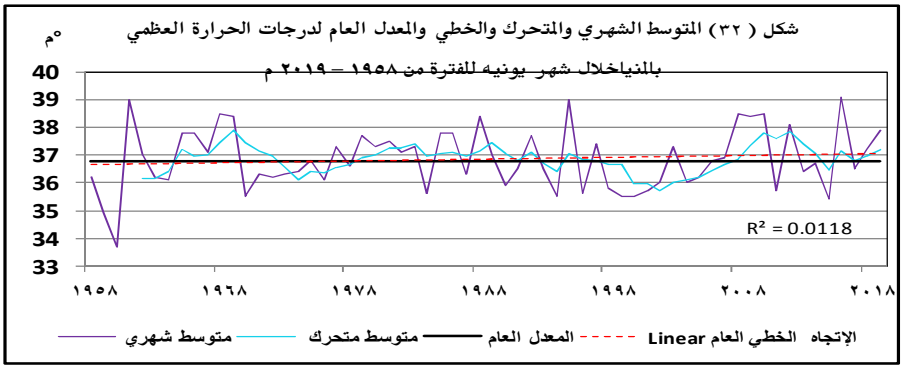
١ – **متوسط درجات الحرارة العظمي** :يستمر خلال يونيه (شكل ٣٢) وتيرة التغير الحراري الإيجابي الضعيف –غير الواضح – لدرجات الحرارة العظمي والذي كان سائداً خلال مايو حيث بلغ مقدار التراكم الحراري (٠.١°م) ، فبقيم صفرية سجلت الثلاثة عقود الأولي (١٩٥٨: ١٩٨٨م) انحراف عن المعدل العام الكلي لدرجات الحرارة العظمي علي مدار الستة عقود محل الدراسة والذي بلغ

(٣٦.٨°م) ما يعني عدم وجودتغيراً يذكر علي مدار تلك الفترة الزمنية ، في حين سجلت العقود الثلاثة الأخرى زيادة بلغت (٠.١°م) بمعامل تحديد (٠.٠٠١) ، ويُظهر المتوسط المتحرك **Moving average** (الشكل ٣٢) أن الفضل لهذا الارتفاع الضئيل إنما يرجع بشكل أساسي إلي ارتفاع درجات الحرارة العظمي خلال الفترة من ٢٠٠٤: ٢٠١٩م حيث مثلت فترة الارتفاع المطرد لدرجات الحرارة العظمي لارتفاع معدلها عن معدلات الثلاثة عقود الأولي والثانية وعن إجمالي الفترة الزمنية الكلية بمقدار(٠.٣°م ، ٠.٢°م ، ٠.٣°م) لكل منهم علي الترتيب .

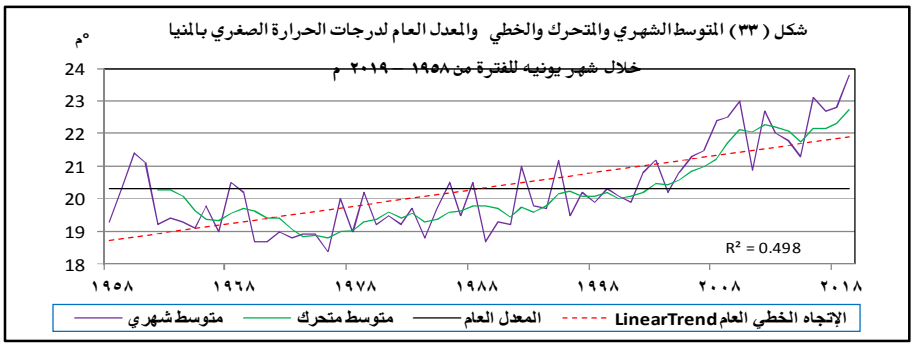
٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى** :علي نقيض التغير الحراري البسيط لدرجات الحرارة العظمي يشهد **Linear Trend** (شكل٣٣) علي حدوث تغير وأضح وصريح لدرجات الحرارة الصغرى خلال يونيه حيث بلغ متوسط درجات الحرارة الصغرى خلال الفترة الزمنية الأولي (١٩٥٨: ١٩٨٨م) (١٩.٥ °م) بانخفاض عن المعدل الكلي للفترة المدروسة (-٠.٨°م) وهو نفس مقدار ارتفاع الفترة الزمنية الثانية عن المعدل الكلي (+٠.٨°م) بانحراف معياري (١.٣) وتباين (١.٧) ومعامل اختلاف (٦.٣%) ليسجل يونيه كسب حراري مقداره (+١.٦°م) بمعامل تحديد بلغ (٠.٣٤)، وبتحليل المتوسط المتحرك (شكل ٣٣) يمكن إرجاع هذا الكسب لفترة الارتفاع المطرد لدرجات الحرارة الصغرى والتي بدأت منذ تسعينات القرن المنصرم حتي نهايات العقدين الأوليين من القرن الحادي والعشرين (١٩٩٣: ٢٠١٩م) حيث سجل معدلها ارتفاع عن المعدل الكلي بمقدار درجة وأحدة مئوية.

٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة** : يوضح أسلوب **Overlap** للشكلين (٣٣،٣٤) أن الاتجاه الخطي العام يتبع مسار نظيره لدرجات الحرارة الصغرى بمعامل تحديد (٢٧%) ، الأمر الذي أدي لتغير وأضح للاتجاه الخطي

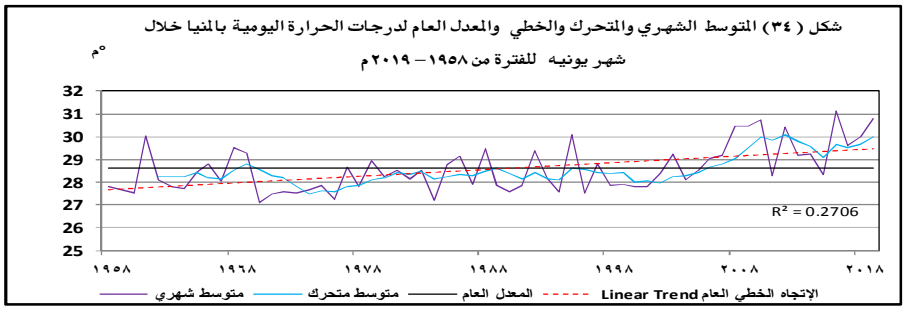
Linear Trend (شكل٣٤) للمتوسطات اليومية لدرجات الحرارة لتسجل تراكماً حرارياً مقداره (٠.٨°) ومعامل اختلاف (٣٠٧%) .



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

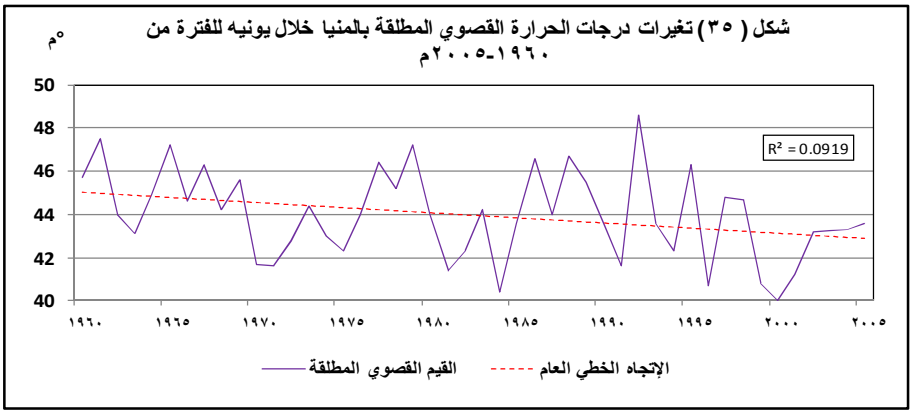


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

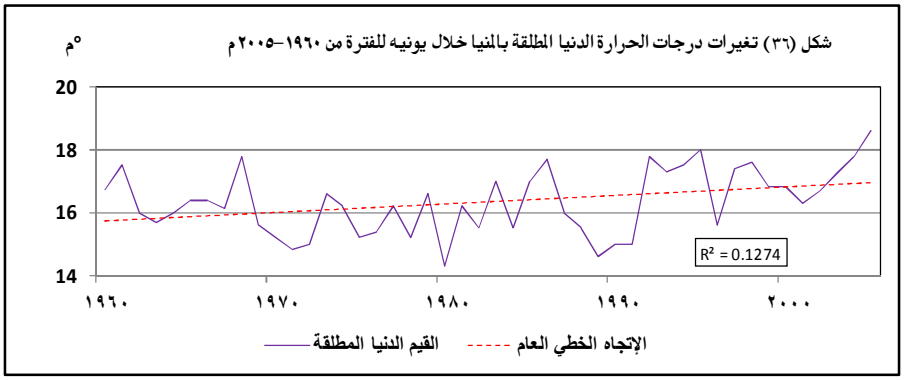


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة:- يسير التغير لدرجات الحرارة القصوى المطلقة خلال يونيه علي نفس نسق تغير مثيله لشهور الربيع السابق له حيث يتجه **Linear Trend** نحو الهبوط الواضح مسجلاً انخفاضا ، ويبين الشكل (٣٥) أن العامل الأساسي المؤثر في مسار هذا التغير هو انخفاض قيم درجات الحرارة القصوى المطلقة خلال فترة التسعينيات وما بعدها ، في حين يشير الشكل (٣٦) إلي أن درجات الحرارة الدنيا المطلقة تواصل تغيرها الإيجابي (ارتفاع) خلال يونيه - كما كانت خلال الشهور السابقة - فالاتجاه الخطي العام **Linear Trend** لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة يأخذ خطاً متصاعداً مسجلاً ارتفاعا مقداره (+٠.٨°م) وقد ظلت فترة التسعينيات وما بعدها هي العامل المؤثر الأكبر في مسار هذا التغير لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة- كما كانت لدرجات الحرارة القصوى المطلقة- حيث ارتفعت بما يقرب (+٠.٦°م) وهو أكبر ارتفاع شهدته الفترات الزمنية محل الدراسة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



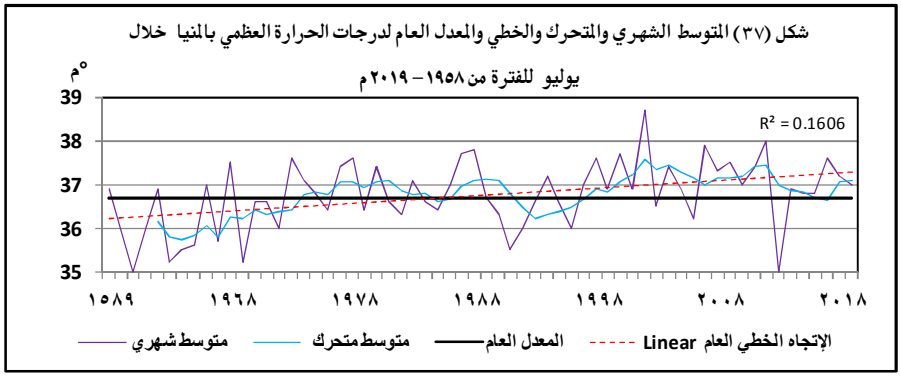
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

ز – شهر يوليو :

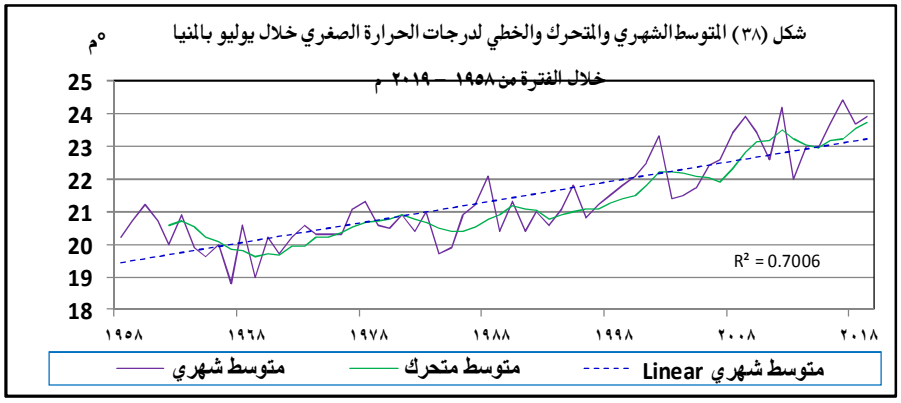
١– **متوسط درجات الحرارة العظمي :** يمثل يوليو القلب الزمني لفصل الصيف في المناطق الداخلية ،الأمر الذي أدي لتغير أوضح مما كان عليه خلال الشهر السابق له فبتراكم حراري بلغ (٠.٤°م) اتجه كلا من **Linear Trend** والمتوسط المتحرك **Moving average** نحو الاتجاه التصاعدي(شكل ٣٧) وأكد معامل التحديد (٠.١٦) حقيقة هذا التغير واصبح من المسلم به أن الكسب الحراري الموجب إنما يرجع لارتفاع حرارة الثلاثة عقود الثانية (١٩٨٩/ ٢٠١٩م) من الستة عقود محل الدراسة (١٩٥٨/ ٢٠١٩م)، وأن ارتفاع الحرارة خلال الفترة من (١٩٩٣ / ٢٠١٩م) وهو سبب تلك الزيادة ، وهذا ما يظهره تتبع المتوسط المتحرك.

٢– **متوسط درجات الحرارة الصغرى :** التغير الحراري لدرجات الحرارة الصغرى في المناطق الحارة يكون أكثر وضوحاً وتميزاً عن تغير نظيرتها العظمي [٦][٧] ، وهو أمر ملاحظ علي امتداد هذه الدراسة حتي الآن ، فنظرة إلي الشكل (٣٨) نجد اتجاها تصاعدياً واضحاً وحاداً لكلا من **Linear Trend** و **Moving average** وهو أمر قلما نجده في درجات الحرارة العظمي ، فما يقرب من درجتين (١.٩°م) يبلغ مقدار الفائض الحراري المكتسب علي امتداد مدة الدراسة

لدرجات الحرارة الصغرى خلال يوليو، بمعامل تمييز (٠.٧٠) ونظراً للتغير الحراري الواضح قل معامل الاختلاف (٦.٣%) مقترناً بضآلة مماثلة للانحراف الحراري (١.٣) ومقدار التباين (١.٨) .



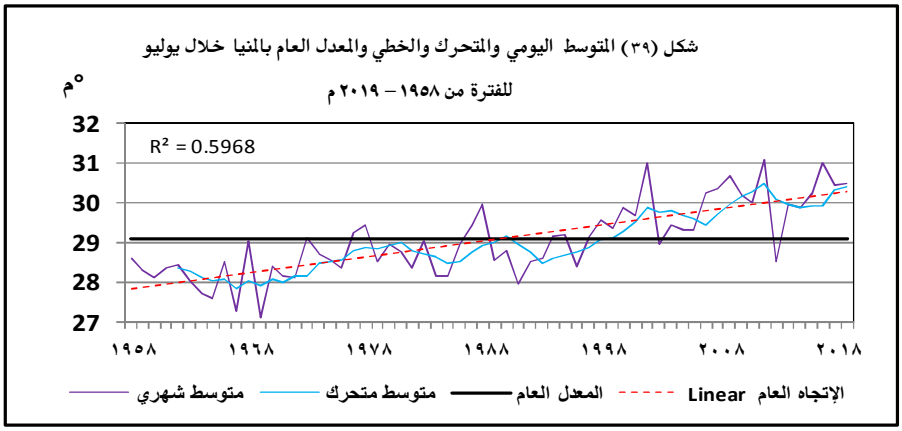
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٣- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة : تغير عنصري الحرارة اليومية (العظمي والصغرى) من شأنه أن يؤدي إلي تغير متوسط لدرجات الحرارة اليومية وهو ما نلاحظه من مطالعة الشكل (٣٩) حيث نجد صعوداً معتدلا لاتجاه التغير الخطي **Linear Trend** ما أدي إلي كسب حراري مقداره (١.١°م) كما نجد أن مسار المتوسط المتحرك لدرجات الحرارة اليومية مماثل لما كان عليه مثيله

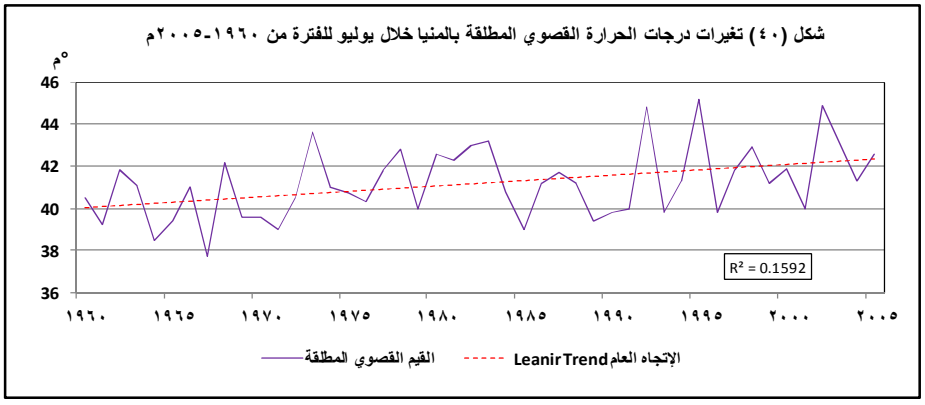
لدرجات الحرارة الصغرى ويكاد يكون ارتفاع درجات الحرارة خلال فترة التسعينات وما بعدها قاسم مشترك خلال عناصر الحرارة المختلفة .



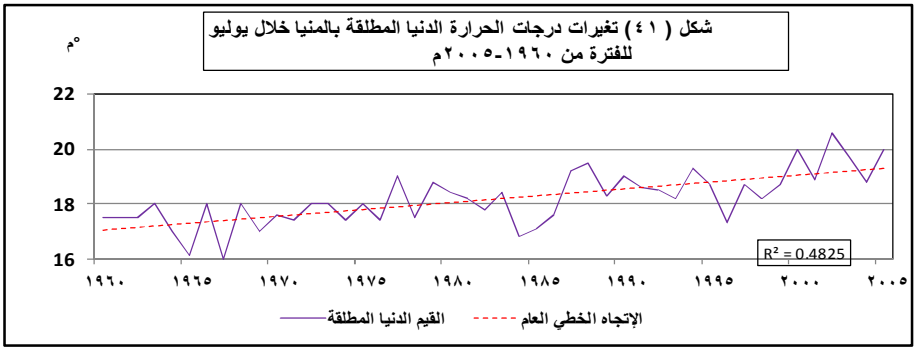
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوي والدنيا المطلقة: يؤسس يوليو لمرحلة جديدة من التغيرات الحرارية لدرجات الحرارة القصوي المطلقة (شكل ٤٠) يتجه فيها الاتجاه العام **Linear Trend** نحو الارتفاع مسجلاً تغيراً يبلغ (+٢.٢°م) بنهاية فترة الدراسة بمعامل انحراف بلغ (١.٩) وتباين (٣.٢) ومعامل اختلاف (٤.٢%) ومعامل تفسير (٠.١٥) ويبدو أن العامل المحدد الأكبر في هذا الكسب الحراري وهو ارتفاع قيم درجات الحرارة القصوى المطلقة خلال الفترة من ١٩٩٠ : ٢٠٠٥م حيث سجلت زيادة بلغت (+٢.٨°م) بنهاية الفترة المذكورة ويشير الشكل (٤٠) إلي تميز العقد الأول من القرن الواحد والعشرين في هذه الفترة الزمنية السابقة ، بينما بات التغير الإيجابي (الارتفاع) لدرجات الحرارة الصغرى بوجه عام – والدنيا المطلقة بوجه خاص – من ملامح التغير الحراري بالمنيا فبدرجتين ونصف يواصل الاتجاه العام **Linear Trend** اتجه نحو الصعود خلال يوليو (شكل٤١) بانحراف معياري (٠.٩) وتباين (٠.٨) ومعامل اختلاف (٠.٥%) ومعامل تفسير (٠.٤٨) ويرشدنا الشكل

السابق (٤١) أن أكثر فتراته ارتفاعا هي تلك الخمس سنوات الأولي من القرن الواحد والعشرين حيث أخذت درجات الحرارة الدنيا المطلقة في الارتفاع التصاعدي قبلها بقليل (١٩٩٧م) واستمرت دون انخفاض يذكر حتي نهايتها.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

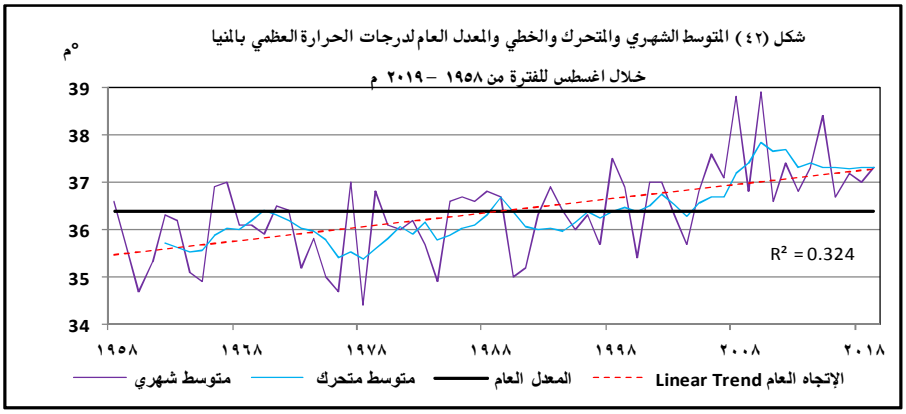


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

ر- شهر أغسطس :

١- متوسط درجات الحرارة العظمي : يبدو أن تغير درجات الحرارة العظمي الملموس خلال يوليو أصبح جلياً في أغسطس (٤٢) دل علي ذلك اتجاه كلاً من **Linear Trend** و المتوسط المتحرك **Moving average** فاتجاه كلاهما يدل بوضوح علي حدوث هذا التغير الحراري ، حيث زاد معامل التحديد **R2** من

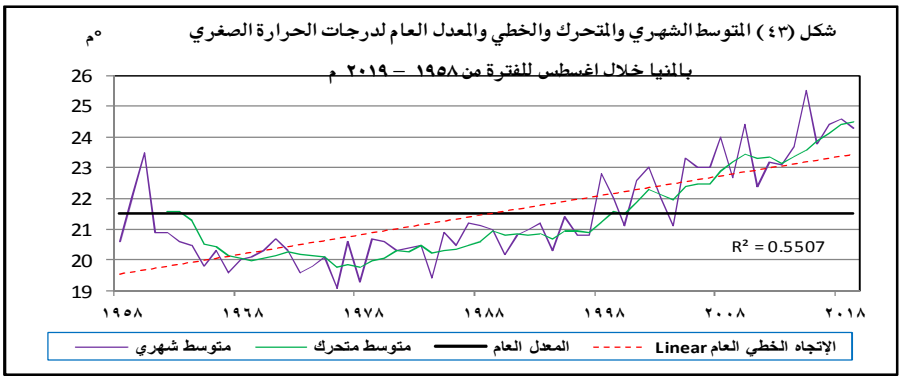
٠.١٦ خلال يوليو إلي الضعف خلال أغسطس (٠.٣٢) وهي نفس نسبة الزيادة للكسب الحراري بين الشهرين من (٠.٤°م : ٠.٨°م) ، بل إن عملية الكسب الحراري المطردة والتي بدأت منذ تسعينات القرن المنصرم وبلغت ذروتها خلال الفترة المحصورة بين نهايات العقد الأول للقرن الحادي والعشرين حتي منتصف العقد الثاني للقرن نفسه ، أستمرت علي الارتفاع خلال النصف الثاني من العقد الثاني ولكن بوتيرة أقل ، ولعل من أعظم الدلائل علي حدوث التغير الحراري – إضافة إلي ما سبق – ارتفاع درجات الحرارة العظمي فوق معدلها دون انخفاض يذكر لمدة شارفت علي خمسة عشر عاماً (٢٠٠٥/ ٢٠١٩م) ٠



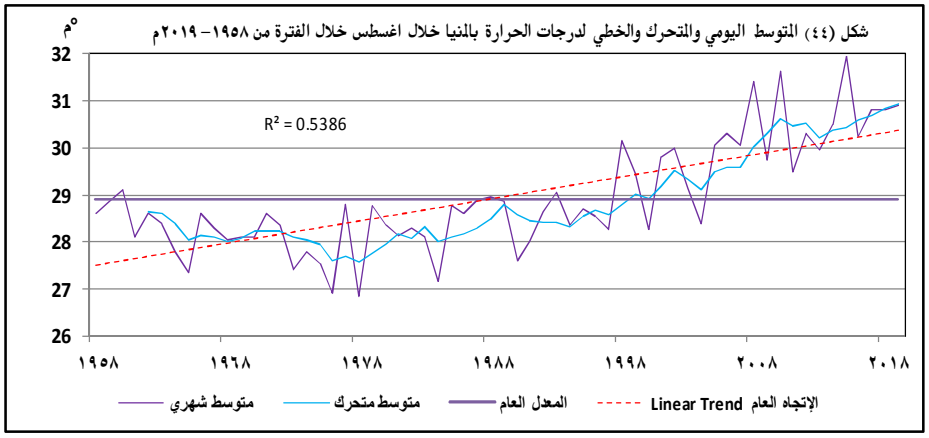
المصدر: **اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.**

٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى** : يطلعنا الشكل (٤٣) علي أمر جدير بالملاحظة وهو انعدام التبعُ جات الكبري للمتوسط المتحرك **Moving average** وشبه موازاته للاتجاه الخطي **Linear Trend** في جزء كبير منه ، وللأمر دلالته علي وضوح التغير لدرجات الحرارة الصغرى وزيادة مقدار التراكم الحراري لها خلال أغسطس والذي سجل درجتان بزيادة قليلة (٠.١°م)عما كانت عليه في الشهر السابق ، ليسجل معامل التحديد ارتفاع بسيط مقداره (٠.٥) حيث ارتفاع من (٠.٥٠) خلال يوليو ليصل الي (٠.٥٥) بحلول أغسطس ، بانحراف معياري (١.٥) وتباين (٢.٤) ومعامل اختلاف (٧.٢%) .

٣- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة : شهد الاتجاه الخطي **Linear Trend** تغيراً حرارياً إيجابياً (ارتفاع) مماثلاً للتغيرات الإيجابية التي شهدتها درجات الحرارة العظمي والصغرى (شكل٤٤)- حيث بلغ مقدار الكسب الحراري (١.٤°م) وهو متوسط مقدار التغير لكلا من درجتي الحرارة العظمي والصغرى حيث انخفاض متوسط الفترة الأولي بمقدار (-٠.٧°م) عن المعدل العام للفترة المدروسة وبنفس المقدار ارتفاع متوسط الفترة الثانية (+٠.٧)، وبانحراف معياري مقداره (١.١) ، ومعامل اختلاف (٤%) ،وبمعامل تفسير بلغ (٠.٥٣)

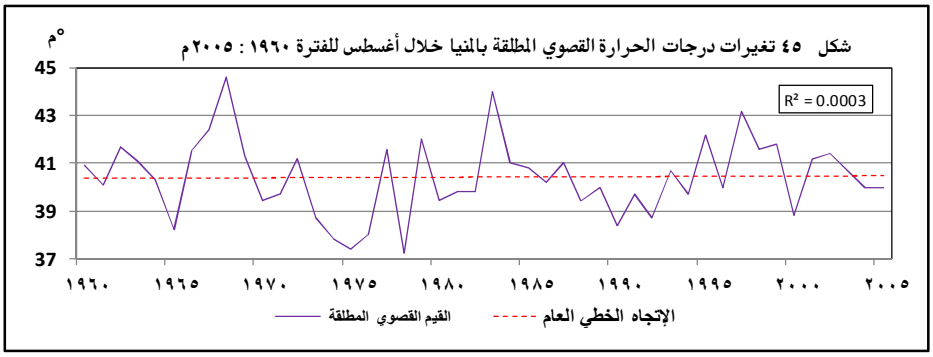


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

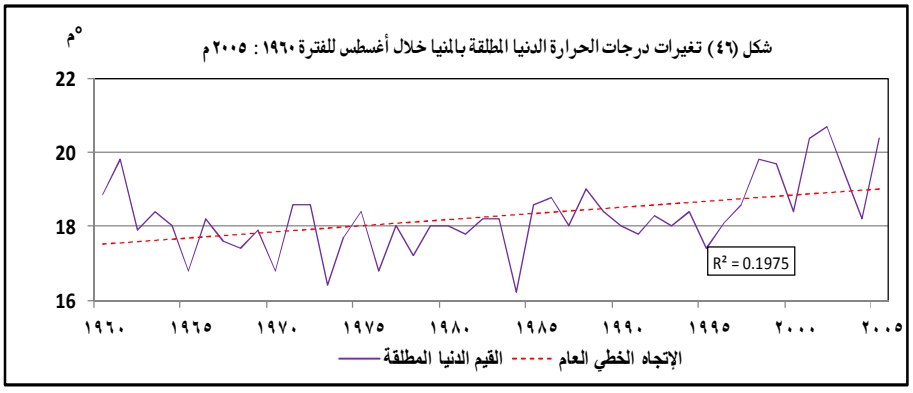


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: يطلعنا الشكل (٤٥) علي استمرار التغير الإيجابي (الارتفاع) لدرجات الحرارة القصوى المطلقة خلال أغسطس كما كان عليه في يوليو وأن خفت حدته كثيراً ليسجل كسباً حرارياً قل عن سابقه –يوليو– وشهدت السنوات تغيراً سلساً حيث تعاقبت فيها سنوات الصعود والهبوط للقيم القصوى وأن سجل العقد الأول من الفترة الزمنية محل الدراسة أكثر فتراته صعوداً الإ أن ارتفاع درجات الحرارة وتقاربها خلال الفترة الزمنية الثانية (١٩٨٣م: ٢٠٠٥م) مقارنة بالفترة الأولي (١٩٦٠: ١٩٨٢م) أدي إلي ارتفاع الكلي الملحوظ ، كما واصلت درجات الحرارة الدنيا المطلقة تغيرها الإيجابي بحلول أغسطس (شكل ٤٦) عما كانت عليه في يوليو



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

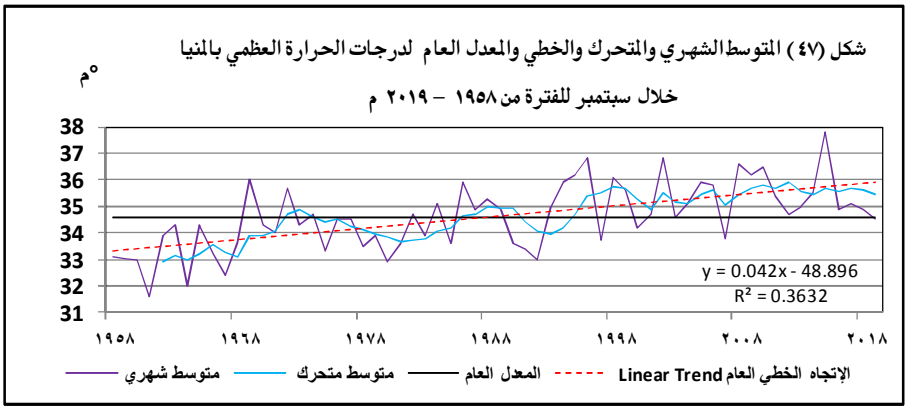
ع – شهر سبتمبر :

١– متوسط درجات الحرارة العظمي : نظراً لان سبتمبر هو الحد الهامشي لفصل الصيف ويتأثر بمؤثراته الطقسية لذلك أستمرت عملية التغير الحراري – والتي شهدتها شهور الصيف –لدرجات الحرارة العظمي خلاله بل إن اتجاه **Linear Trend** (شكل٤٧) بات أكثر حدة و بات التغير الحراري أكثر وضوحاً ، وارتفع الكسب الحراري من (٠.٨°م) خلال أغسطس إلي (١.٢°م) بنهاية سبتمبر، ويؤكد المتوسط المتحرك **Moving average** علي أن مرد هذا التراكم الحراري هو ارتفاع الحرارة منذ تسعينات القرن الماضي (العشرين) حتي نهاية الفترة المدروسة وقد أيد معامل التحديد حدة التغير ومعنويته بارتفاع قيمته من (٠.٣٢) خلال أغسطس إلي (٠.٣٦) خلال سبتمبر، بانحراف معياري مقداره (٣.١) ومعامل اختلاف (٣.١%) .

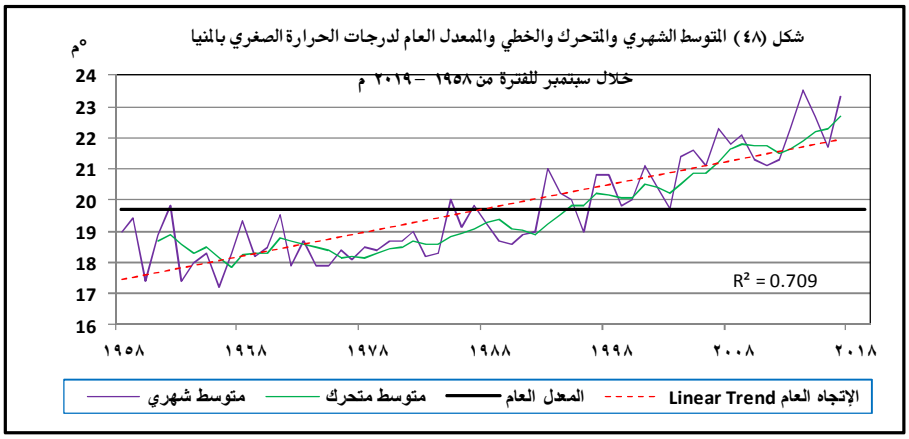
٢– متوسط درجات الحرارة الصغرى : ينبأ الاتجاه الخطي الشكل (٤٨) علي عظم مقدار التغير الحراري لدرجات الحرارة الصغرى خلال سبتمبر، فبفارق (٢.٣°م) ارتفاع متوسط درجات الحرارة الدنيا خلال الثلاثة عقود الثانية (١٩٨٩ /٢٠١٩م) عن متوسطها خلال الثلاثة عقود الأولي (١٩٥٨/ ١٩٨٨م) ليكون مقدار الفائض الحراري خلال سبتمبر هو الأكبر بين شهور العام ويؤكد كبر معامل التحديد R^2 والذي بلغ (٠.٧٠).

٣– المتوسط اليومي لدرجات الحرارة :القت التغيرات الحرارية الحادة والواضحة والتي شهده **Linear Trend** لكلا من الحرارة العظمي والصغرى بظلالها علي التغيرات اليومية الحرارية (شكل٤٩) والتي سجلت فائضاً حرارياً مقداره (١.٨°م) ، وبمعامل تحديد R^2 بلغ (٠.٧٩) ، مع صعود متنامي للمتوسط المتحرك **Moving average** منذ تسعينات القرن المنصرم وحتي نهايات العقدين الأولين من القرن الواحد والعشرين .

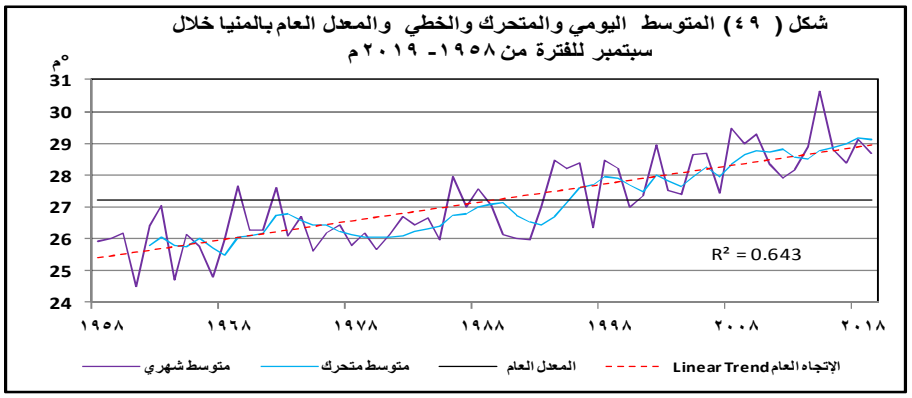
٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: تغير درجات الحرارة القصوى المطلقة خلال سبتمبر أكثر وضوحاً وأشد حدة ، ويوقفنا اتجاه **Linear Trend** التصاعدي (شكل ٥٠) علي عظم مقدار هذا الارتفاع والذي بلغ (١.٦°م) وهو ارتفاع لم يقترب منه أي شهر آخر ، أما درجات الحرارة الدنيا المطلقة فما زالت تواصل تغيرها الإيجابي (ارتفاع) بحلول سبتمبر (شكل٥١) والذي بلغ (١.٤°م) بانحراف معياري بلغ (١.١) وتباين (١.٢) ومعامل اختلاف (٦.٦%) ومعامل تفسير (٠.٤٢) وقد اتفقتا الفترتان الزمنيتان المؤثرتان في مسار **Linear Trend** لكلا من درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة .حيث نجد أن العقد الأخير (١٩٩٥ : ٢٠٠٥م) هو أكثر تلك الفترات الزمنية حرارة .



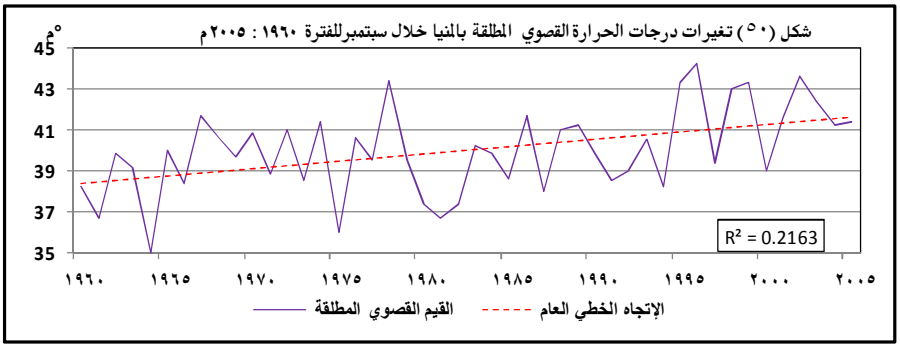
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



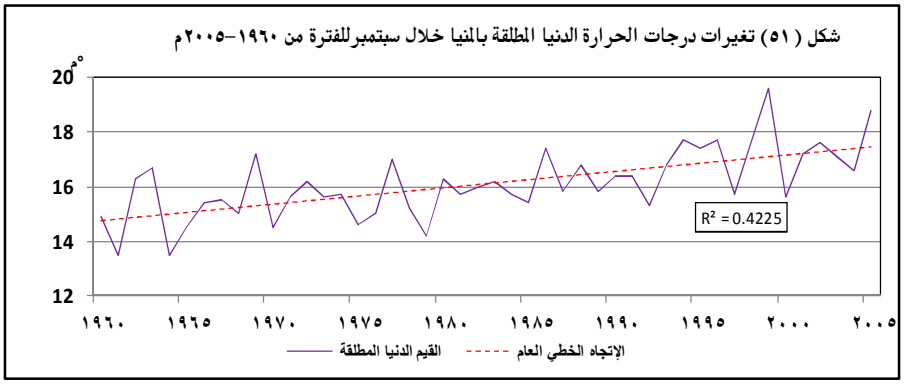
المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

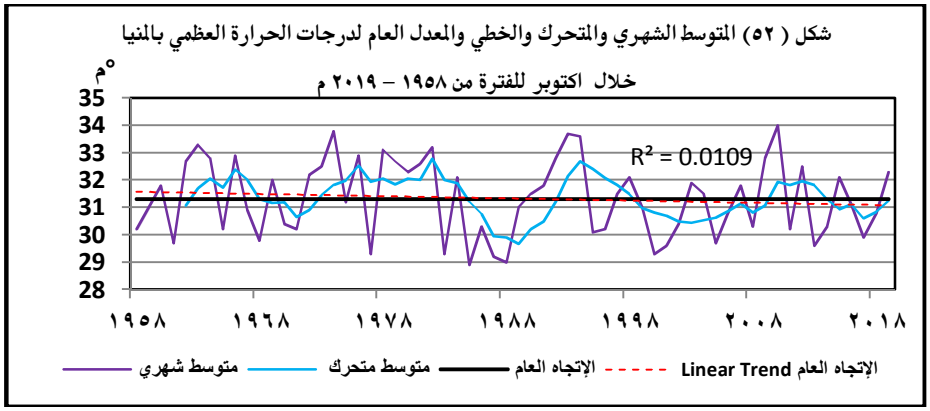
س – شهر أكتوبر :

١- متوسط درجات الحرارة العظمي : بحلول أكتوبر أصبحت عملية الكسب الحراري سالبة (-٠.١°م) نتيجة ارتفاع درجات الحرارة العظمي خلال الفترة الزمنية الأولي والتي بلغ متوسطها (٣١.٤°م) بانحراف موجب بسيط مقداره (٠.١°م) عن معدل الفترة الزمنية الكلية ،بانحراف معياري (١.٥) وتباين(٢.٣) ومعامل اختلاف (٤.٨%)، في حين بلغ متوسط الفترة الثانية (٣١.٣°م) بانحراف معياري مقدره (١.٢) وتباين (١.٦) ومعامل انخفاض (٤.١%) وهو ما أدي لتغير المتوسط الخطي لدرجات الحرارة العظمي **Linear Trend** (شكل ٥٢) لاتجاهه ويوضح المتوسط المتحرك **Moving average** أن العقدين من ١٩٦٣ : ١٩٨٣م كان لهم الأثر الأكبر في مقدار هذا الارتفاع وقد سجل معامل التحديد R^2 قدراً بسيطاً مقدره (٠.٠٠١) .

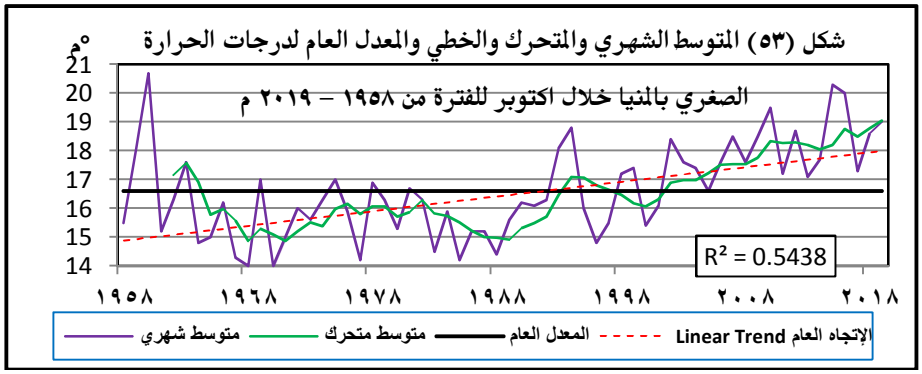
٢- متوسط درجات الحرارة الصغرى : تخف وتيرة التغير الحراري (شكل٥٣) بحلول القلب الزمني لفصل الخريف ، فبفارق (٠.٧°م) ينخفض مقدار التراكم الحراري عما كان عليه في الشهر السابق وتنخفض معه حدة اتجاه التغير **Linear Trend** ويقل مقدار R^2 لينخفض هو الآخر عما كان عليه خلال سبتمبر بمقدار (٠.١٦) ويشهد اتجاه المتوسط المتحرك ارتفاع مطرد خلال

العقدين الأولين من القرن الواحد والعشرين(٢٠٠٠ : ٢٠١٩م) ،وإن مهد له ارتفاع اقل حدة خلال العقد الأخير من القرن العشرين .

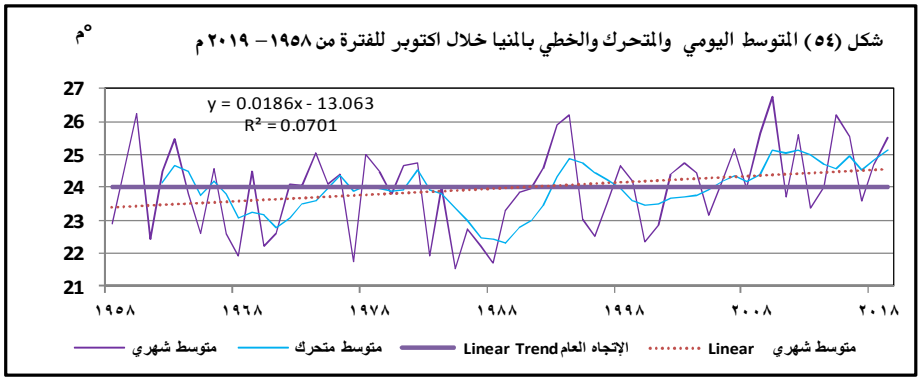
٣- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة : يطلعنا اتجاه **Linear Trend** (شكل٥٤) للمتوسطات اليومية لدرجات الحرارة خلال أكتوبر علي حدوث تغير حراري موجب (ارتفاع) بمقدار (٠.٨°م) وبانحراف معياري (١.١) وتباين (١.٣) ومعامل اختلاف (٤.٧%) وبمعامل تفسير R^2 بلغ (٠.٠٧) كمؤشر علي ضعف التغير الحراري – مقارنة بالشهر السابق – متأثرا بسلبية التغير الحراري لدرجات الحرارة العظمي وقد شهد المتوسط المتحرك **Moving average** تقعرات وتحدبات هي في الحقيقة انعكاس لنوعية التغير الحراري السابق الذكر.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

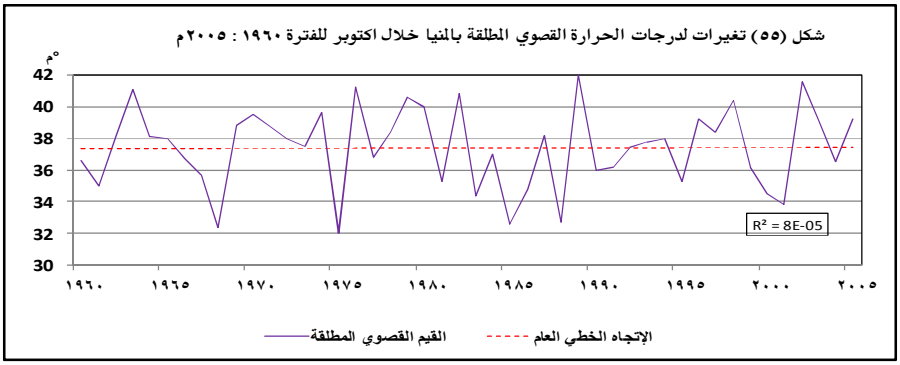


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

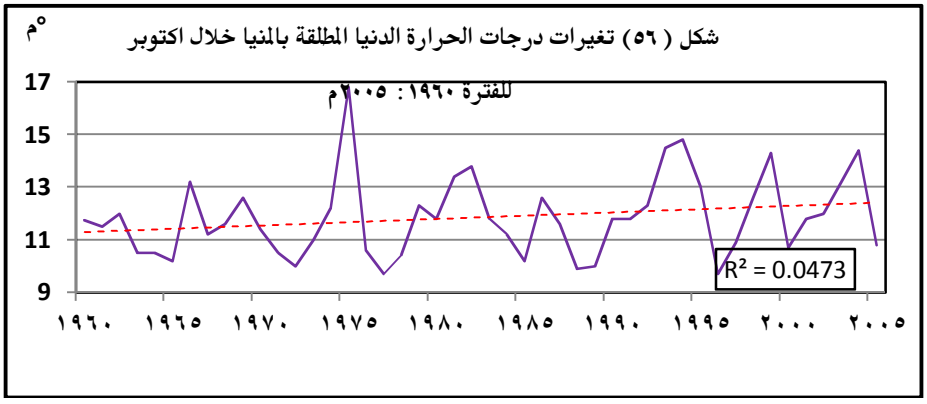


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤ – التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: يشهد القلب الزمني للخريف (أكتوبر)تغيراً نوعياً استثنائياً بين شهور فصل الخريف ، فيأخذ **Linear Trend** لدرجات الحرارة القصوى المطلقة اتجاها هابطاً مسجلاً انخفاضا مقداره (–٠.٨°م) بانحراف معياري (٢.٦) وتباين (٦.٧) ومعامل اختلاف (٧%) ويوضح الشكل (٥٥) أن الغالب علي مسار لدرجات الحرارة القصوى المطلقة خلال أكتوبر هو تعاقب فترات الهبوط والصعود ، والتي كان أعلاها خلال عقد السبعينات وأدناها خلال العقد الذي يليه (الثمانيات) ، في حين تشهد درجات الحرارة الدنيا المطلقة خلال أكتوبر ارتفاعا هو الأقل بين شهور فصل الخريف (شكل٥٦) حيث انخفض مقداره عن شهري سبتمبر و نوفمبر بمقدار (١° م ، ٠.٤°م) علي الترتيب ، ورغم تأثر مسار **Linear Trend** بالتقارب الكبير لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة خلال عقوده المختلفة الإ أن الارتفاع الذي شهده عقد التسعينات والذي كان الأكثر تأثيراً في هذا المسار واليه يرجع الفضل في التغير الطفيف لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة خلال أكتوبر.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

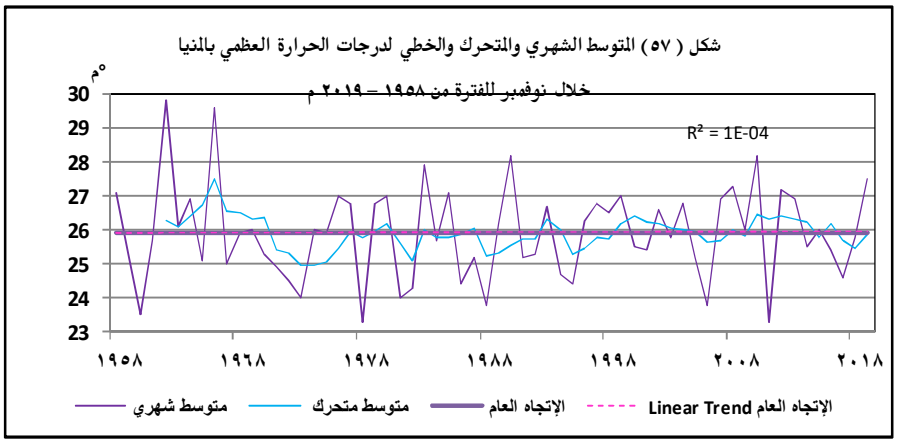
ص – شهر نوفمبر :

١– **متوسط درجات الحرارة العظمي :** شهر نوفمبر هو الحد الهامشي لفصل الشتاء لذا لا نكاد نلحظ اختلافا يذكر في الاتجاه الخطي لدرجات الحرارة العظمي **Linear Trend** عما هو عليه لشهر ديسمبر اللاحق له ، سواء كماً أو نوعاً ، فكلاهما يسجل تراكماً حرارياً ضئيلاً مقداره (٠.٢°م) ، وكلاهما يكاد يكون متوسط تغيره خطاً مستقيماً ويشارك معامل التحديد R^2 – بقيم تكاد تكون صفرية – المعاملات الإحصائية الأخرى – انحراف معياري (١.٤) وتباين (١.٩) ومعامل اختلاف (٥.٤%)–علي التأكيد علي ضعف هذا التغير مقداراً

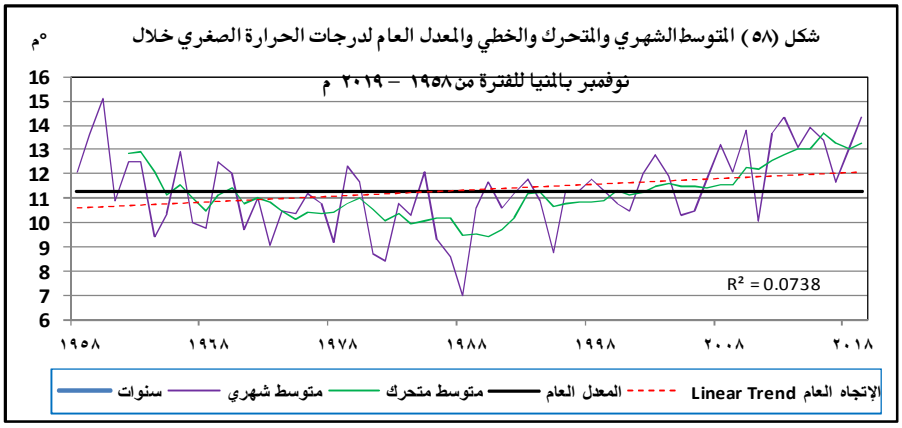
واتجاها (شكل ٥٧) ، وعدم وضوح مسار للمتوسط المتحرك والذي يعاني من كثرة تقلباته .

٢- **متوسط درجات الحرارة الصغرى :** يضعف التغير الحراري أكثر فأكثر بحلول شهر نوفمبر، وتقل حدة ووضوح **Linear Trend** (شكل٥٨) وينخفض مقدار الكسب الحراري مسجلاً درجة مئوية وأحدة علي مدار الستة عقود محل الدراسة ، ويؤكد مقدار معامل التفسير (٠.٠٧) علي فتور عملية التغير الحراري بالانتقال من شهر لآخر من شهور الخريف .

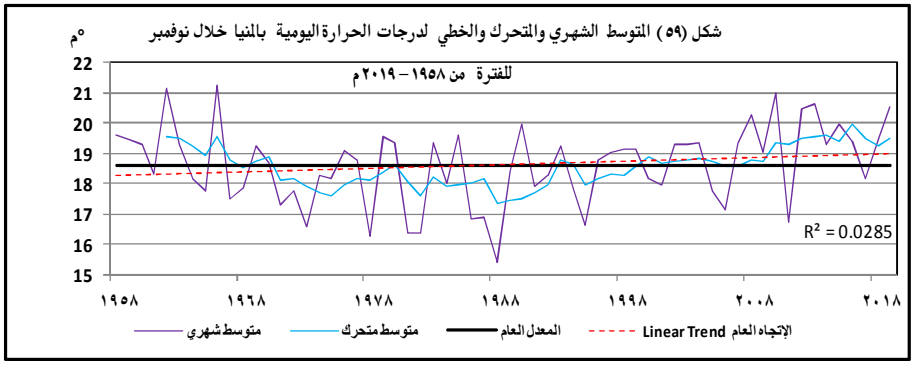
٣- **المتوسط اليومي لدرجات الحرارة :** تحليل اتجاه المتوسط الخطي (شكل٥٩) يوقفنا علي تغير غير ملفت للمتوسطات اليومية خلال شهر نوفمبر حيث يصعد بشكل سلس غير محسوس ، تحت تأثير الانخفاض المطرد لعملية التراكم الحراري خلال نوفمبر والتي انخفضت بمقدار (٠.٢°م) عن شهر أكتوبر السابق لها ، وبواقع (١.٢°م) عن شهر سبتمبر الأسبق ، ليؤكد مقدار معامل التحديد R^2 والبالغ (٠.٠٠٢) علي حقيقة هامة مؤداها ضعف التغير الحراري للمتوسطات اليومية خلال فصل الخريف كلما اقتربنا من فصل الشتاء البارد ويؤكد المتوسط المتحرك أيضاً علي صحة هذه الحقيقة .



المصدر: **اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.**

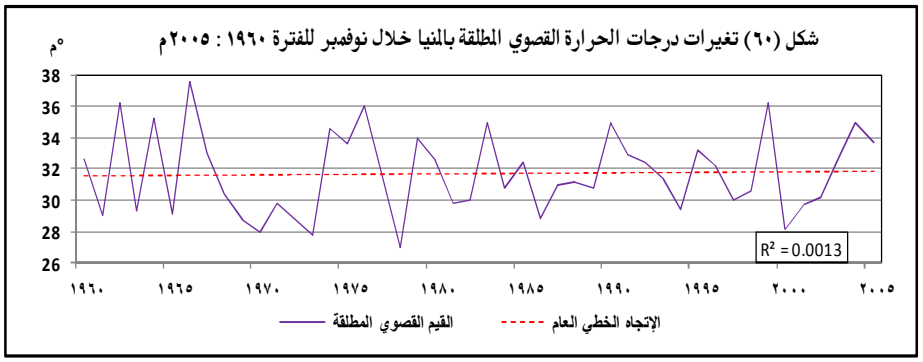


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

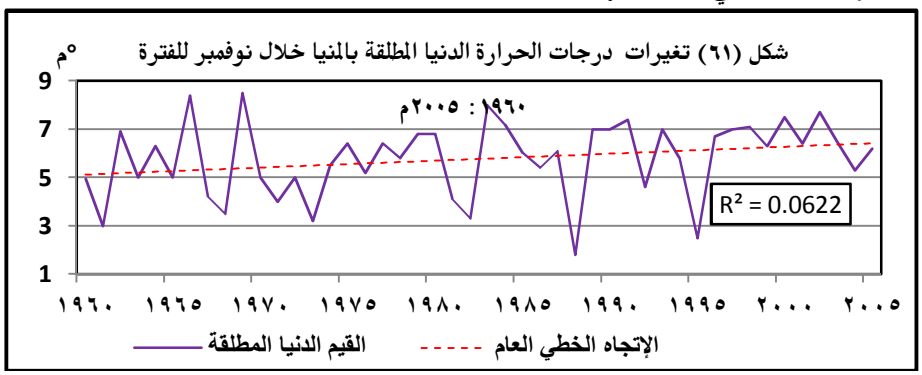


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

٤- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: بانتهاء أكتوبر تعاود درجات الحرارة القصوى المطلقة تغيرها الإيجابي مسجلة (٠.٤°م) انعكس علي سّلسة اتجاه **Linear Trend** (شكل٦٠) وعدم حدته ، ويوضح الشكل السابق أن هناك فترتين حراريتين مرتفعتين في مقابل فترة انخفاض وأحدة وهما عقدي الستينيات والتسعينيات في مقابل عقد السبعينيات ، أما درجات الحرارة الدنيا المطلقة فيمدنا (الشكل٦١) ببعض الحقائق عنها والتي أهمها تغيرها الإيجابي السلس بمقدار (+٠.٨°م) ، والذي يرجع إلي الارتفاع المطرد منذ فترة التسعينيات وحتي نهاية الفترة المدروسة ، في حين ضعف تأثير العقود التي سبقتها علي مسار **Linear Trend** لتعاقب فترات الصعود والهبوط .



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

خلاصة المبحث : سجلت درجات الحرارة العظمي ارتفاعاً لشهور(ديسمبر ، مايو ، يونيه ،يوليو ،أغسطس ، سبتمبر ونوفمبر) بمعدل زيادة تراوحت بين(٠.١°م: ١.٢°م) في حين انخفضت في باقي الشهور بمعدل تراوح بين(-٠.٢°م: -٠.٦°م) ، كما سجلت درجات الحرارة الصغرى والمتوسط اليومي ارتفاعاً في جميع الشهور دون استثناء بمعدل زيادة تراوح بين (٠.٨ °م: ٢.٣°م) ، لدرجات الحرارة الصغرى وبين (٠.٢ °م: ١.٨°م) للمتوسط اليومي.

جاءت درجات الحرارة القصوى المطلقة مؤيدة لاتجاه الحرارة العظمي في شهور (يناير، مارس ،أبريل ،يوليو، أغسطس ،سبتمبر ،أكتوبر ، نوفمبر) في حين خالفته في باقي الشهور، كما أيدت درجات الدنيا المطلقة اتجاه الحرارة الصغرى في جميع الشهور ماعدا شهر ديسمبر .

المبحث الثاني

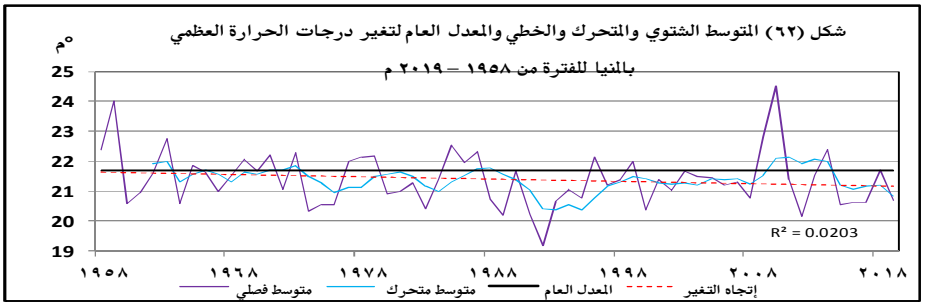
التغيرات الحرارية الفصلية

أولا– التغير الحراري خلال فصل الشتاء :

أ– **متوسط درجات الحرارة العظمي :** انعكست تغيرات درجات الحرارة العظمي خلال شهور الشتاء علي اتجاه تغيره الفصلي **Linear Trend** (شكل ٦٢) والذي اتجه نحو الانخفاض (بشكل ضئيل) ، فعلي الرغم مما شهدته درجات الحرارة العظمي من ارتفاع قبيل بداية القرن الحادي والعشرين بقليل (١٩٩٨م) واستمراره حتي منتصف العقد الثاني من القرن الحالي (٢١) كما يظهره الشكل ٦٢،إلا أنها ظلت دون معدلات نظيرتها لفترة الدراسة الأولي (١٩٥٨م : ١٩٨٨م) لتسجل درجات الحرارة العظمي انخفاضا مقداره (–٠.٣°م) بمعامل التحديد(R^2 =٠.٠٠٢) ، وقد أتضح أن شهري يناير وفبراير يتقاسمان التأثير علي اتجاه **التغير** حيث بلغ معامل تأثير كلاً منهما (٥٠%، ٤٨%) لكليهما علي الترتيب ،تاركاً المجال لحدوث ذبذبات في مسار التغير بمقدار (٢%) متأثرا بارتفاع درجات الحرارة العظمي خلال شهر ديسمبر .

ويمكن تفسير انخفاض درجات الحرارة العظمي بالمنيا **شتاءً** – علي الرغم من حلول الشتاء في المركز الثاني من بين فصول السنة من حيث معدل عدد البقع الشمسية خلال فترة الدراسة (١٩٥٨ : ٢٠١٩م) والذي بلغ ٦٤.٩ بقعة [٨] – الى **ارتفاع نسب التغيم شتاءً** سواء بسبب السحب أو العوالق الصلبة مما يؤدى الى تعرض الأشعة الشمسية قصيرة الموجة (خاصة الأشعة فوق البنفسجية والزرقاء) للتشتت والانعكاس ، وهو ما يتفق ومناخ المنيا ، فنسبة تغطية السماء بالسحب في المنيا شتاءً هي أكثرها بين فصول السنة حيث بلغت ٣١.٢% [٩]{ شهدت الفترة من ١٩٨٩ : ٢٠١٩م زيادة في مدة السطوع الشمسي وكمية

الإشعاع الشمسي وعدد الأيام الصافية مقارنة بالفترة الأولي والممتدة من ١٩٥٩ : ١٩٨٨م كما سنجد في المبحث الثالث إن شاء الله تعالي} ، حيث يؤكد El-tantawy أن أي تغير في نسب السحب يؤثر في درجات الحرارة ويتأثر بها(١٠) ، كما يحل الشتاء في المركز الثاني بين فصول السنة من حيث عدد الأيام التي تتعرض فيها للعواصف الترابية والرملية والتي بلغت ٤.٠يوماً / السنة (١١) وهو الأمر الذي يتفق وتقارير(الهيئة الدولية المعنية بالتغيرات المناخية) IPCC والتي أكدت علي دور العوالق الصلبة في إحداث تبريد يمكن أن يوازي الاحتباس الحراري بل قد يتفوق عليه في بعض المناطق المحلية(١٢).

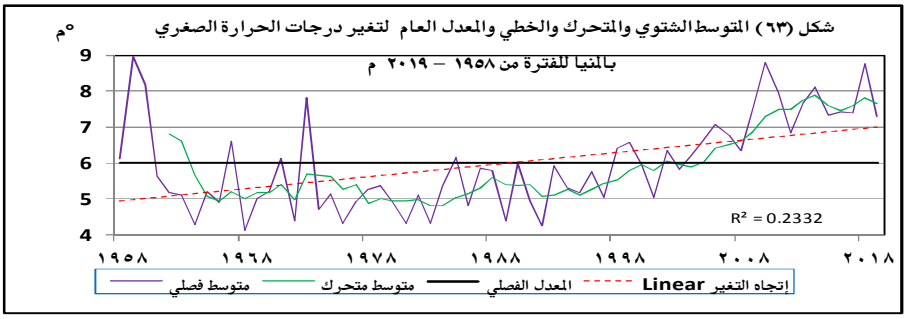


المصدر: **اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.**

ب- متوسط درجات الحرارة الصغرى : يضاد اتجاه التغير لدرجات الحرارة الصغرى(شكل ٦٣) نظيره لدرجات الحرارة العظمي حيث يتجه بشكل وأضح وصريح نحو الارتفاع وذلك منذ تسعينات القرن الماضي (العشرين) وحتي نهايات العقد الثاني من القرن الحالي (الحادي والعشرون) حيث بلغ الفارق بين متوسطي فترتي المقارنة (١٩٥٨: ١٩٨٨م) و(١٩٨٩:٢٠١٩ م) درجة وأحدة مئوية بانحراف معياري مقداره (١.١) ومعامل اختلاف ١٨.٣ وهو ما يؤكده معامل التحديد R^2 والذي بلغ ٠.٩١ .

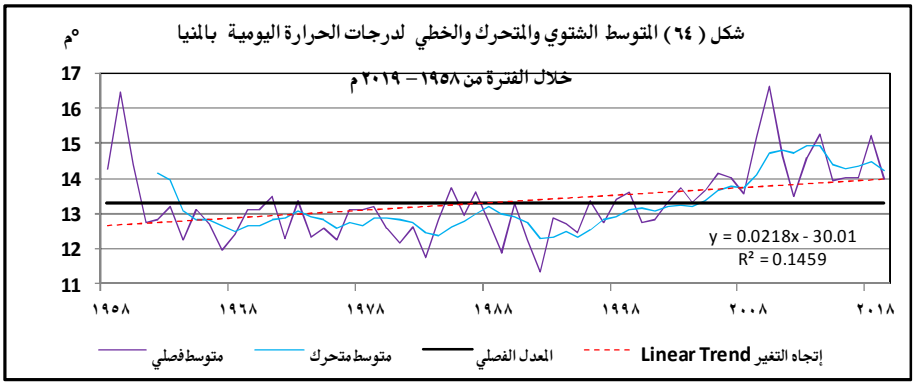
وتتفق نتائج هذه الدراسة وما أكده **Nicholls** علي المستوي العالمي من أن درجات الحرارة الصغرى تشهد ارتفاعا ملحوظاً يرجعه إلى دفء فصل الشتاء المصاحب للتغير المناخي(١٣) ، كما تؤكد علي صحة ما ذهب اليه El-Asrag

من أن درجات الحرارة الصغري في مصر ذات اتجاه صاعد ، أرجعه إلى وجود علاقة بين ركود الهواء – كأحد مظاهر حالات الاستقرار الجوي – وسياد ة هواء مشبع ببخار الماء[١٤] ، والواقع أن العوالق الصلبة السالفة الذكر تلعب دوراً مزدوجاً فهي من ناحية تعمل علي خفض درجات الحرارة العظمي وفي الوقت نفسه تعد كأحد عوامل رفع درجة الحرارة الصغرى .



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

جـ- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة الفصلية الشتوية: من خلال تحليل الشكلين (٦٣، ٦٤) يتبين لنا أن المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة الفصلية الشتوية(شكل٦٤) تأثرت بارتفاع درجات الحرارة الصغرى أكثر من تأثرها بانخفاض درجات الحرارة العظمي حيث بلغ معامل الارتباط (٦٧%)، الأمر الذي انعكس علي الارتفاع المطرد لدرجات الحرارة لها خلال الفترة الزمنية الثانية لاسيما منذ منتصف العقد الأخير للقرن العشرين المنصرم وحتي الآن (٢٠١٩م) ليرتفع متوسطها عن معدل الفترة الزمنية الكلية بمقدار (٠.٢°) وبمقدار (٠.٦°م) مقارنة بالفترة الزمنية الأولي بانحراف معياري مقداره (١.٢) ونسبة اختلاف ٨.٤%.

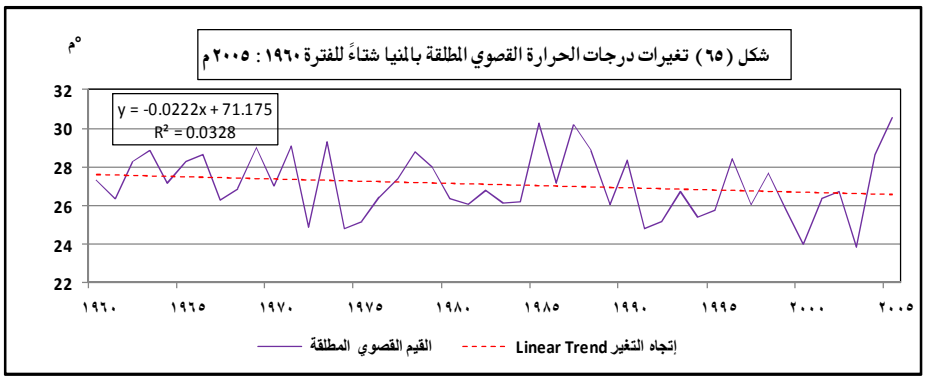


المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.

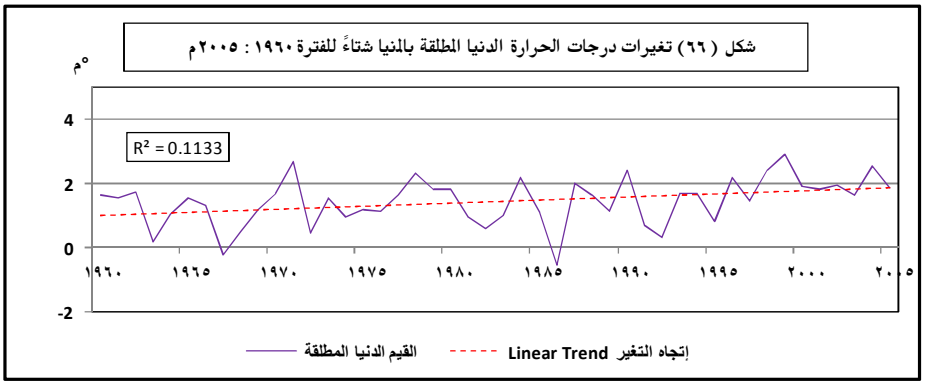
د- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة : بتحليل الشكل (٦٥) نجد أن قيم درجات الحرارة القصوى المطلقة والمسجلة خلال فصل الشتاء علي مدار أكثر من أربعة عقود (١٩٦٠: ٢٠٠٥م) اتجهت نحو الانخفاض بمقدار (٠.٤°م) ، حيث تأثر **Linear Trend** بالانخفاض الذي شهدته درجات الحرارة القصوى المطلقة خلال شهري ديسمبر ويناير أكثر من تأثرهما بالارتفاع الطفيف لها خلال فبراير ، ويحدد الشكل السابق عقدي الستينيات والتسعينيات كأكثر العقود تأثيرا في تحديد خط الاتجاه العام للتغير ومقداره ، حيث مثل الأول عقد الارتفاع الكبير لدرجات الحرارة العظمي المطلقة ، في حين مثّل الثاني نقيضه ، ومن ثم فإن اتجاه قيم درجات الحرارة القصوى المطلقة مؤيدة لاتجاه نظيرتها العظمي .

يطلعنا الشكل٦٦ علي تغير واضح لدرجات الحرارة الدنيا المطلقة خلال فصل الشتاء نحو الارتفاع الملحوظ وبمفهوم المقابلة يبدو أن تأثر الاتجاه العام **Linear Trend** بالارتفاع الذي شهدته درجات الحرارة الدنيا المطلقة خلال شهري يناير وفبراير أكثر من تأثرهما بالانخفاض الطفيف لها خلال ديسمبر، وأن أثر يناير يفوق أثر فبراير نظراً لعظم ارتفاع الحرارة الدنيا المطلقة خلاله ،كما يشير الشكل السابق (٦٦) أن الفترة من ١٩٩٠: ٢٠٠٥م وهي أكثر

الفترات تأثيرا في مسار **التغير** والذي يأخذ في الارتفاع المطرد خلالها ، وبنظرة أدق للشكل السابق نجد النصف الأول من العقد الخامس (٢٠٠٠: ٢٠٠٥ م) هو أكثر تلك الفترات الزمنية تأثيراً في اتجاه **Linear Trend** ، ومن ثم فإن اتجاه قيم درجات الحرارة الدنيا المطلقة مؤيدة لاتجاه نظيرتها الصغري .



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



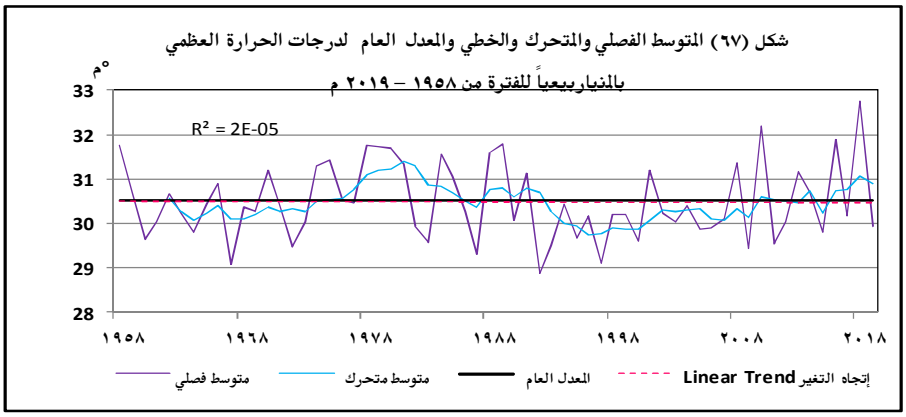
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ثانياً : التغير الحراري خلال فصل الربيع :-

أ- **متوسط درجات الحرارة العظمي :** يتبين من تحليل معطيات الشكلين (٦٢، ٦٧) حدوث تطابق بين اتجاه التغير **Linear Trend** لدرجات الحرارة العظمي شتاءً وربيعياً فكل منهما يتجه نحو الانخفاض بقدر بسيط وإن كان أكثر وضوحاً

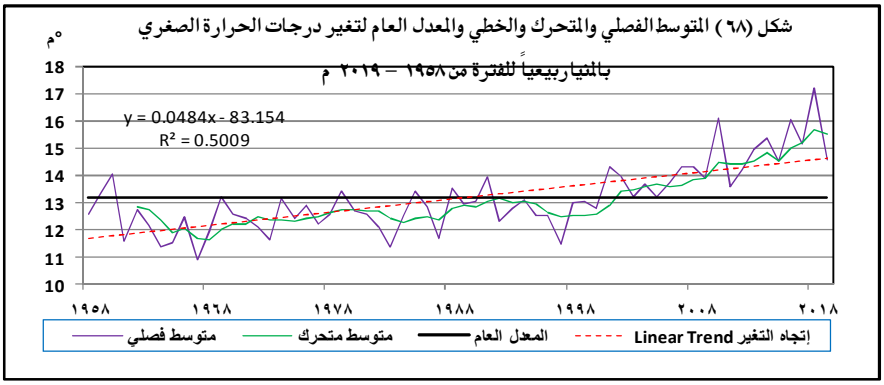
خلال الفصل الانقلابي منه خلال فصل الاعتدال – والذي سجل تراكماً حرارياً سالباً مقداره (–٠.٢°م) بانحراف معياري (٠.٨٦) ومعامل اختلاف (٢.٨%)– في حين ارتفاع هذا المقدار للشتاء ليسجل (–٠.٣°م) .

ونفس العوامل السالف ذكرها في خفض درجات الحرارة العظمي شتاءً هي نفسها المؤدية لخفضها ربيعياً مع تباين نسبها ، حيث بلغت نسبة تغطية السماء السحب ربيعاً ٢٢% ، وبلغ متوسط عدد أيام العواصف الترابية والرملية ٠.٧يوماً (١٥).



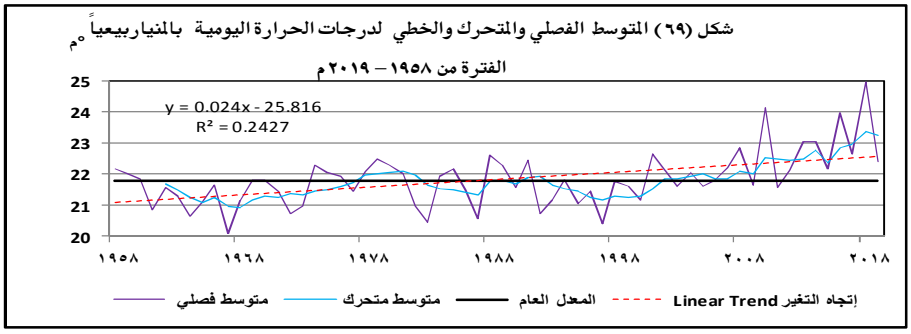
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ب– متوسط درجات الحرارة الصغرى : يؤكد معامل التحديد (R^2) علي حدوث تغير حراري لدرجات الحرارة الصغرى بالمنيا ربيعياً بنسبة لا تقل عن (50%) ، ويشير كلا من **Linear Trend** و **Moving average** (شكل٦٨) علي إيجابية هذا التغير ، حيث شهدت درجات ارتفاعا واضحاً لها طوال سنوات الدراسة ، يؤشر لهذا الارتفاع مقدار الانحراف الحراري للفترتين الزمنيتين محل الدراسة عن المعدل العام للفترة الزمنية الكلية والذي بلغ (–٠.٧°م) ، (٠.٧°م) لكليهما علي الترتيب لتصبح محصلة التراكم الحراري (١.٤°م) .



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

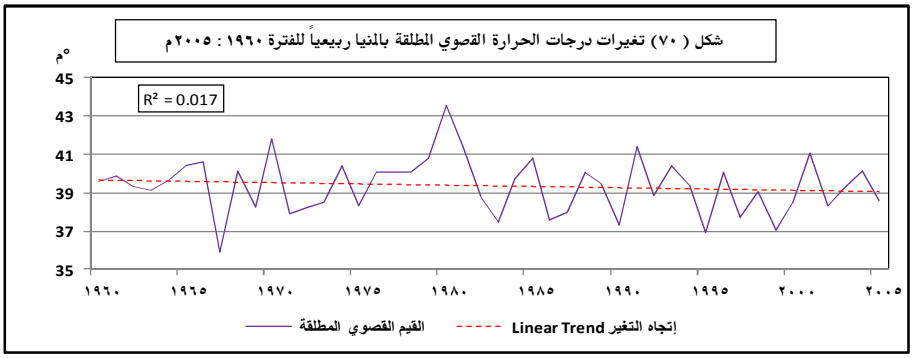
جـ- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة : يعكس كلا من **Linear Trend** و **Moving average** (شكل٦٩) أن تأثر المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة ربيعياً بارتفاع درجات الحرارة الصغرى فآق تأثرها بانخفاض نظيرتها العظمي لتشهد درجات الحرارة تراكماً حرارياً موجباً (٠.٨°م) يعزي في المقام الأول إلي ارتفاع الكبير والذي بدأ قبيل القرن الحادي والعشرين (١٩٩٨م) وأستمر حتي نهايات العقد الثاني وهو ما يؤكده معامل التحديد (٢٤%) و الاختلاف (٤%) .



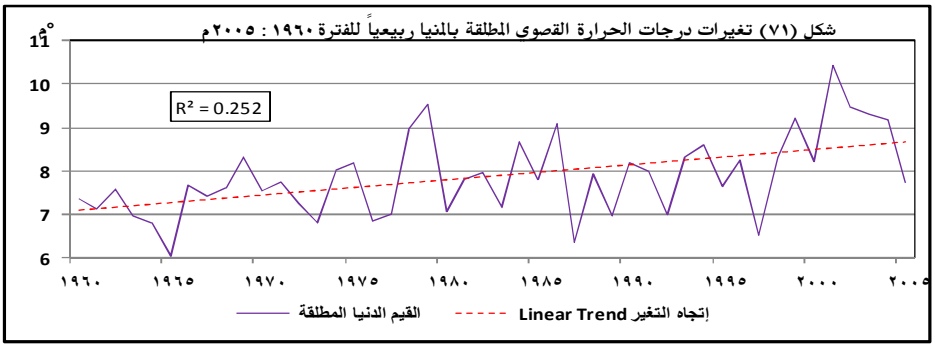
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

د- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة : انعكس التغير السلبي (انخفاض) الذي شهدته درجات الحرارة القصوى المطلقة خلال شهور الربيع –قاطبة –علي تغير فصلي مماثل حيث اتجه **Linear Trend** شكل (٧٠) نحو الهبوط مسجلاً انخفاضا مقداره (-٠.٦°م) ، وهو يبعد أيضاً عن

التغيرات الفجائية حيث بلغ معامل التحديد (٠.١) ، وبنفس المقدار (+٠.٦°م) ولكن باتجاه معاكس اتجه **Linear Trend** الخاص بدرجات الحرارة الدنيا المطلقة نحو الصعود(شكل٧١) ليسجل ارتفاعا معتدلاً خلال الربيع وبمعامل تفسير (٠.٢٥) ، ومن ثم فإن اتجاه قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة جاءت مؤيدة لاتجاه نظيرتهما.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



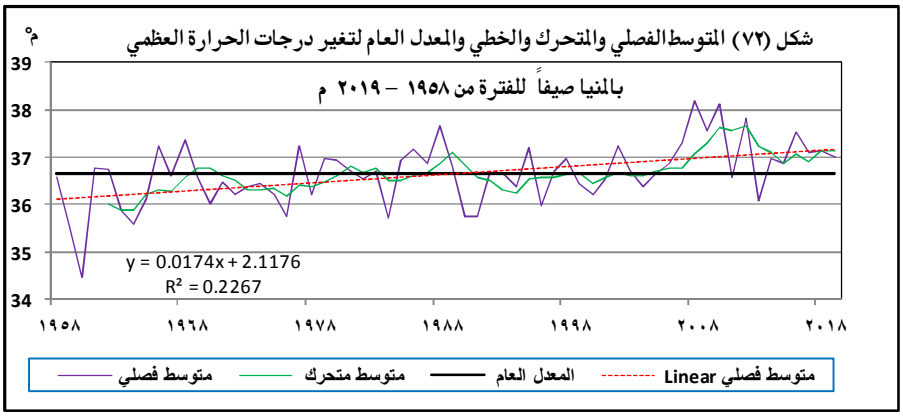
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ثالثاً: التغير الحراري خلال فصل الصيف :

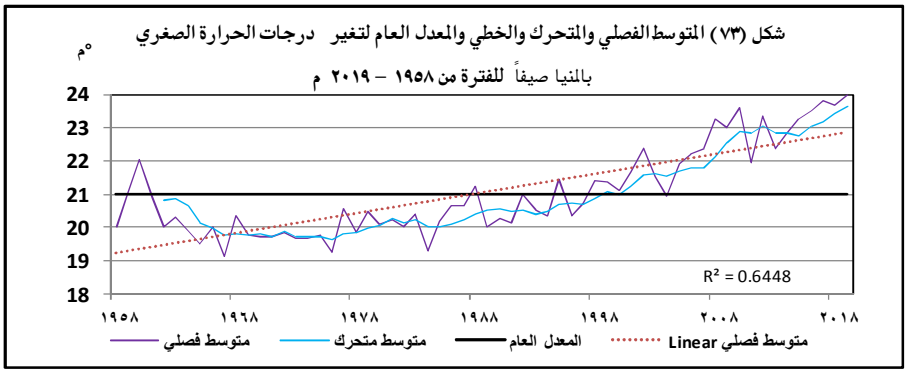
أ- **متوسط درجات الحرارة العظمي :** يتضح من تحليل الشكل (٧٢) أن درجات الحرارة العظمي صيفاً تخالف نظيرتيها الشتوية والربيعية حيث تتجه نحو الارتفاع الحراري لتزيد من قسوة المناخ بالمنيا صيفاً ، نظراً لكونها مرتفعة أصلاً لتوغل

المنيا في الصحراء الغربية وتأثرها بمؤثراتها المناخية ويدلل قلة مقدار كل من الانحراف المعياري والتباين ومعامل الاختلاف (٠.٦٦ ، ٠.٤٣ ، ١.٨%) لكل منهم علي الترتيب علي تلك الحقيقة السابقة ويؤكد معامل التحديد (R^2) علي حقيقة هذا التغير ومعنويته ، لتسجل المنيا صيفاً تراكماً حرارياً مقداره (٠.٤°م) وهو مقدار الفارق بين فترتي الدراسة ، إضافة إلى التراجع الكبير في نسب تغطية السماء بالسحب والتي تبلغ ٢.٥% صيفاً ، وتراجع عدد أيام العواصف الترابية والرملية لتبلغ صفر يوماً [١٦] ، علاوة علي احتلال الصيف المركز الأول بين فصول السنة من حيث معدل عدد البقع الشمسية خلال فترة الدراسة والذي بلغ ٦٥.٦ بقعة[١٧].

ب- متوسط درجات الحرارة الصغرى :يمكن الجزم – بعد الاطلاع علي الشكل (٧٣) – أن التغير الحراري الذي تشهده المنيا إنما يرجع بشكل أساسي إلي تأثرها بالتغير الذي تشهده درجات الحرارة الصغرى (نحو الارتفاع) أكثر من تأثرها بتغير درجات الحرارة العظمي فلقد اصبح في حكم المؤكد أن ارتفاع درجات الحرارة الصغرى بات قاسم مشترك بين الصيف وسابقيه (الشتاء والربيع) حيث يتجه كلا من **Linear Trend** و **Moving average** نحو الارتفاع الواضح ، وهو ما يؤكده معامل التحديد (٠.٦٥) مع فروق ضئيلة بين قيمه بانحراف معياري (١.٣) ومعامل اختلاف (٦.٣%) ،هذا وقد بلغ معدل الثلاثة عقود الأولي (٢٠.١ °م) بانحراف حراري سالب مقداره (-٠.٩°م) عن معدل الفترة الزمنية الكلية (١٩٨٩ : ٢٠١٩م) ، في حين بلغ معدل الثلاثة عقود الآخرين (٢٢°م) بانحراف حراري موجب مقداره (٠.٩°م) لتقترب محصلة التراكم الحراري علي مدار الستة عقود من الدرجتين (١.٨°م) .

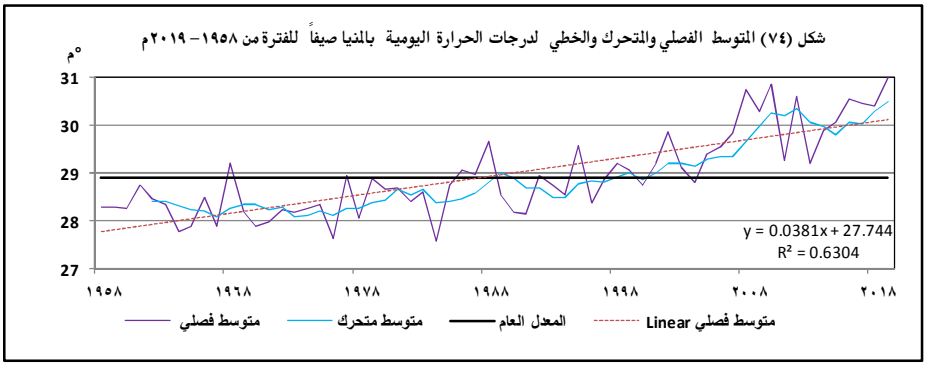


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



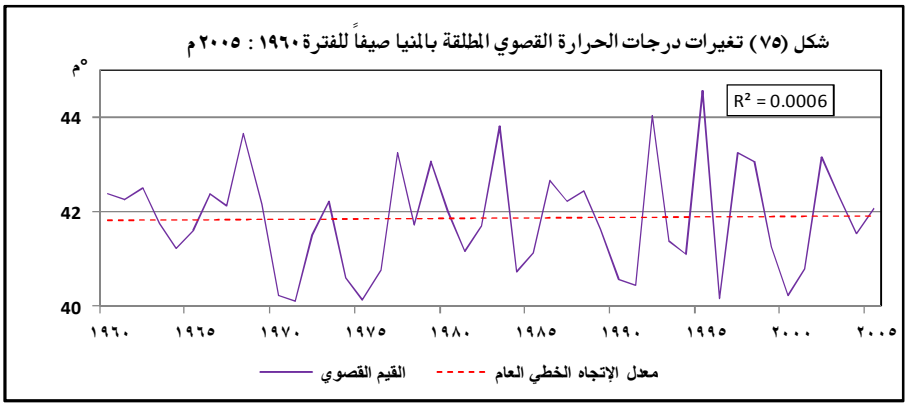
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

جـ- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة : اتجاه كلا من درجات الحرارة العظمي والصغرى نحو التغير الحراري الموجب – كما سبق ورأينا- أدي إلي حتمية هذا المنحى لدرجات الحرارة اليومية وهو أمر يوقفنا عليه الشكل (٧٤) حيث الارتفاع التصاعدي للاتجاه الفصلي الخطي **Linear Trend** ومنحني المتوسط المتحرك **Moving average** الذي بات أكثر انتظام وأقل ذبذبة لاسيما منذ منتصف العقد الرابع من الفترة الزمنية المدروسة وحتي الآن (٢٠١٩م) ، وهو ما يعضده معامل التفسير(٦٣%) بتراكم حراري موجب مقداره (١.١ °م) بانحراف معياري ومعامل اختلاف ضئيلان (٠.٨٧، ٣%) لكليهما علي الترتيب

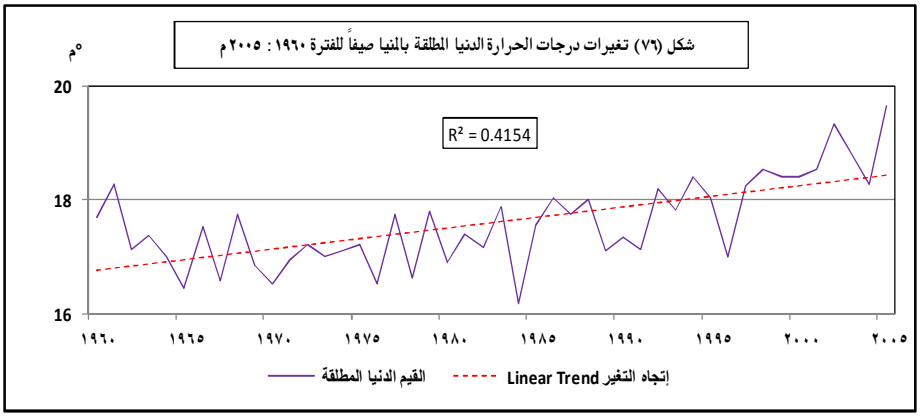


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

د- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة: جاء التغير الفصلي الصيفي لدرجات الحرارة القصوى المطلقة (شكل٧٥) معضداً لمحصلة تغيراتها الشهرية لتسجل تراكما حرارياً فصلياً مقداره (+٠.٢°م) بانحراف معياري (١.٢) وتباين (١.٦) ومعامل اختلاف (٣%) ويتضح من مسار **Linear Trend** لدرجات الحرارة القصوى المطلقة (الشكل السابق) أن الفترتين الزمنيتين (١٩٧٠ : ١٩٨٠ م) ، (١٩٩٥ : ٢٠٠٠م) كانتا أكثر الفترات الزمنية تأثيراً في مقدار هذا التغير، حيث حلت القيم المنخفضة خلال الفترة الأولي ، في مقابل حلول القيم المرتفعة خلال الفترة الثانية ، أما درجات الحرارة الدنيا المطلقة (شكل ٧٦) فقد سجلت صيفاً تغيراً حرارياً بلغ أربعة أضعاف ما كانت عليه نظيره للعظمي المطلقة حيث بلغ مقدار الكسب الحراري (٠.٨°م) بانحراف معياري (٠.٧) وتباين (٠.٦) ومعامل اختلاف (٤%) ، وقد انعكس حدة هذا التغير علي معامل التحديد ليسجل (٠.٤١) ، ومن خلال تتبع الشكل السابق (٧٦) نجد أن المسار التصاعدي لتغير درجات الحرارة الدنيا المطلقة بدأ بشكل تدريجي منذ عام ١٩٨٥م ليبلغ ذروته خلال الخمس سنوات الأخيرة (٢٠٠٠ : ٢٠٠٥م) .



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

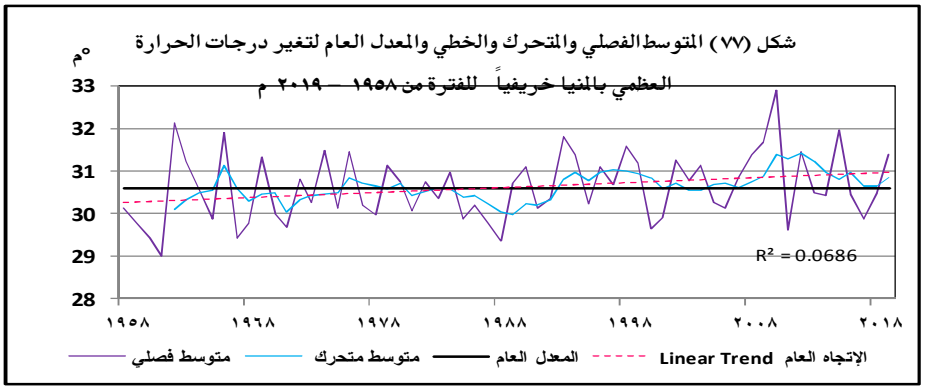


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

رابعاً – التغير الحراري خلال فصل الخريف :-

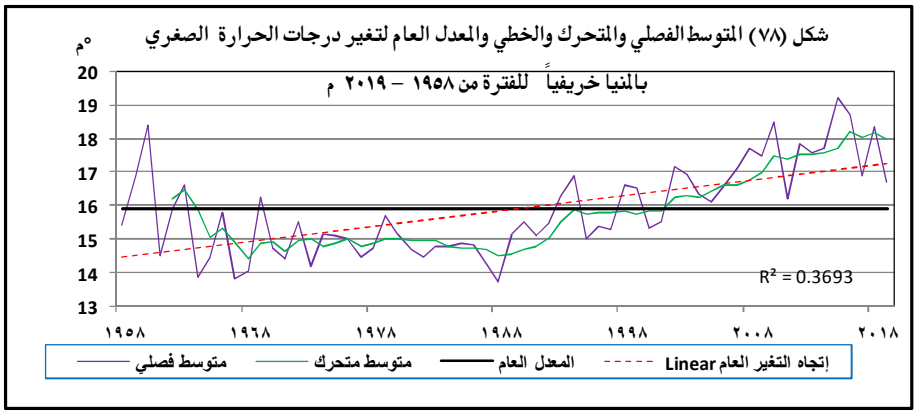
أ- **متوسط درجات الحرارة العظمي :** بالنظر إلي الشكل (٧٧) والشكل السابق (٧٢) يتضح أن ثنائية التغير الحراري الموجب البسيط (ارتفاع) يجمع بين كلا من الصيف والخريف المتأثر بظروفه المناخية حيث التطابق بين اتجاه التغير **Linear Trend** لدرجات الحرارة العظمي لكلا منهما ، وإن كان أكثر وضوحاً للفصل الإنقلابي الصيفي عن فصل الاعتدال الخريفي ، فمعامل التحديد R^2 أقل من نظيره الصيفي (٠.٠٠٦%)، وبانحراف معياري وتباين ومعامل اختلاف أكثر

قليلاً من نظيرتها الصيفية (٠.٦٣، ٠.٧٩، ٢.٦) لهم علي الترتيب ، الإ أن مقدار التراكم الحراري خلال الخريف (٠.٤ °م) هو نفس مقداره صيفاً والتغير الحراري لدرجات الحرارة العظمي خلال الخريف نموذج لمثل تلك الحالات التي يكون فيها اتجاه التغير بسيط ، والواقع أن تلك الثنائية التي تجمع الصيف والخريف جمعتهما أيضا في انخفاض نسب السحب والعوالق الصلبة حيث بلغت نسبة تغطية السماء بالسحب خلال ١٢.٥% ، ومتوسط عدد أيام بلغ ٠.٢يوماً للعواصف الترابية والرملية [١٨] كما بلغ معدل البقع الشمسية به ٦٤.٢بقعة [١٩].



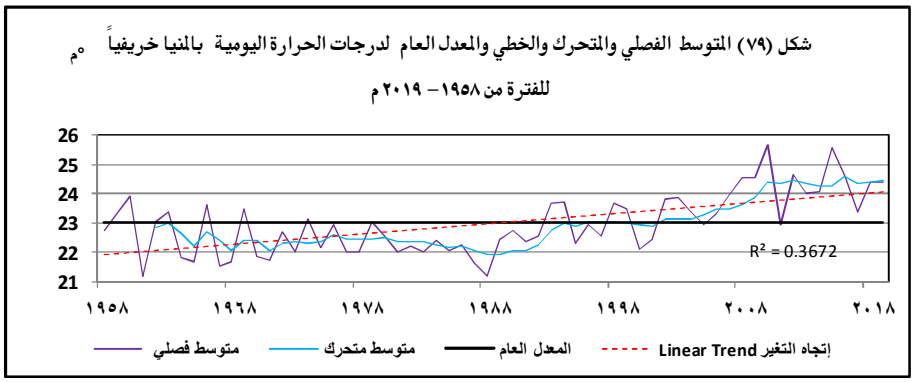
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ب- متوسط درجات الحرارة الصغرى :يؤكد اتجاه كلا من**Linear Trend** و **Moving average** (شكل٧٨) علي عدم حيود درجات الحرارة الصغرى عن مسار نظيرتها في الفصول السابقة حيث تشهد تغيراً حرارياً موجباً (ارتفاع) بمعامل تحديد بلغ (٣٧%) ،وتراكماً حرارياً موجباً مقداره (١.٦ °م) يحل بها الخريف في المركز الثاني عقب الصيف (١.٨ °م) ومتقدماً عن فصلي الشتاء(١°م) والربيع(١.٤ °م) .



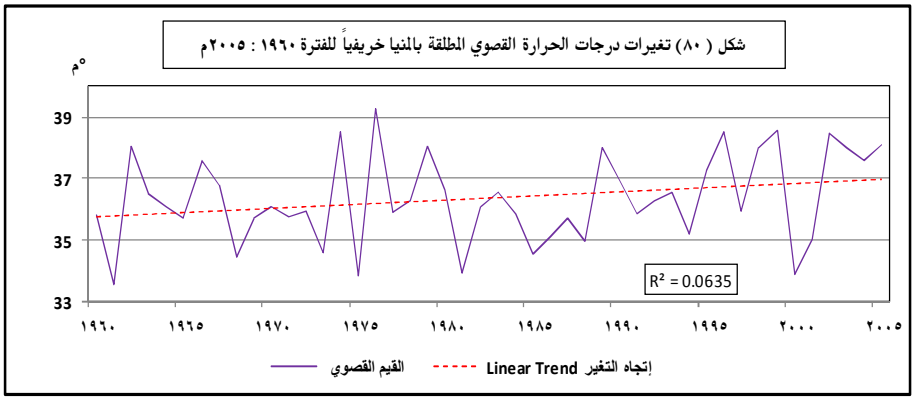
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

جـ- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة : محصلة التغير الحراري الإيجابي لكلا من درجات الحرارة العظمي والصغرى خريفياً انعكس علي المتوسطات الفصلية اليومية (شكل٧٩) والذي شهد هو الآخر تغيراً حرارياً موجباً (ارتفاع) بمعامل تحديد(R^2= ٠.٣٦) ومعامل اختلاف (٤.٥%) ومدي حراري (٤.٥ °م) هذا وقد بلغ مقدار انحراف درجات الحرارة الفصلية اليومية خلال فترتي المقارنة الزمنية (١٩٥٨: ١٩٨٨م) ، (١٩٨٩ : ٢٠١٩) (-٠.٦° م ، ٠.٦°م) عن المعدل اليومي لدرجات الحرارة خلال الستة عقود محل الدراسة ، ليسجل الخريف تراكماً حرارياً موجباً مقداره (١°م).

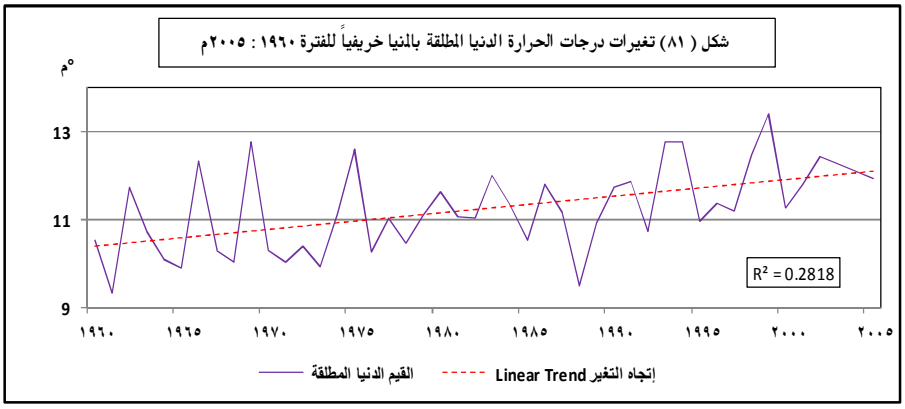


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

د- التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة:-انحاز تغير درجات الحرارة القصوى المطلقة خلال فصل الخريف إلي تغير شهري سبتمبر ونوفمبر ليشهد **Linear Trend** (شكل٨٠) ارتفاعا سلس بمقدار (٠.٤°م) ، حيث نلاحظ من الشكل السابق تعاقب فترات الهبوط والصعود ، وأن عقد الثمانّيات كان أكثر العقود انخفاضا في قيم درجات الحرارة القصوى المطلقة وبالمقابلة فإن العقد الأول والنصف الأول من العقد الثاني للقرن الواحد والعشرين كانا أكثر الفترات ارتفاعا في قيم درجات الحرارة القصوى المطلقة ، أما درجات الحرارة الصغرى المطلقة فبات في حكم المؤكد حدوث تغيراً لها نحو الارتفاع بحلول فصل الخريف ، حيث **يأخذ Linear Trend** في الصعود الواضح (شكل٨١) ، ليبلغ مقدار ارتفاعه ضعف ما كان عليه لدرجات الحرارة القصوى المطلقة خلال نفس الفصل ، ويؤكد الشكل السابق وضوح هذا الارتفاع المطرد بالانتقال من عقد لآخر ، علي أن يبلغ مداه خلال النصف الأول من العقد الثاني للقرن الواحد والعشرين .



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

خلاصة المبحث : شهد اتجاه التغير الحراري لدرجات الحرارة العظمي انخفاضاً خلال فصلي الشتاء والربيع بمعدل زيادة تراوح بين (٠.٣ ، ٠.٢ °م) لكليهما علي الترتيب ، في حين شهد ارتفاعا خلال فصلي الصيف والخريف بمقدار بلغ (٠.٤°م)، في المقابل فان **Linear Trend** لدرجات الحرارة الصغرى والمتوسط اليومي سجلا ارتفاعا لكليها تراوح بين (١°م : ١.٨ °م) للصغرى ، وبين (٠.٦ °م: ١.١°م) للمتوسط اليومي ، والجدير بالذكر أن اتجاه قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة جاءت مؤيدة لاتجاه نظير كلا منهما.

المبحث الثالث

أولا: التغير الحراري السنوي .

ثانياً : عوامل التغير الحراري بالمنيا .

أولا: التغير الحراري السنوي :

أ- **متوسط درجات الحرارة العظمي :** تتجه درجات الحرارة العظمي السنوية بالمنيا نحو الارتفاع الطفيف للغاية ، بل يمكن القول اعتمادا علي اتجاه **Linear Trend** (شكل٨٢) وضآلة مقدار التغير والذي بلغ (٠.٣°م) علي مدار أكثر من ستة عقود بأنه تغير غير ملموس ، حيث بلغ الانحراف المعياري (٠.٤٩) والتباين (٠.٢٤) ومعامل الاختلاف (١.٦%)

وهي في ذلك تتفق مع ارتفاعها الطفيف في محيطها الإقليمي (مصر الوسطي) ومصر العليا حيث أكدت دراسة قناوي علي ارتفاعها بمقدار (٠.١ ، ٠.٤°م) لكليهما علي الترتيب [٢٠] ، في حين خالفت نظيرتها في الدلتا حيث يؤكد عبد الراضي انخفاضها علي مدار القرن العشرين ككل[٢١].

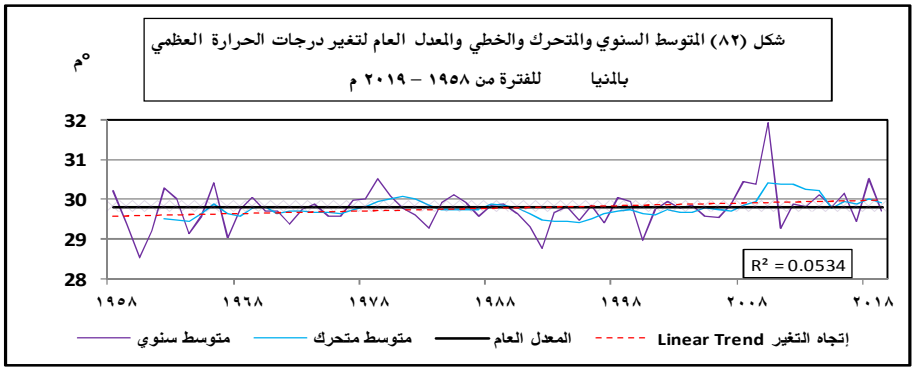
وقد سجلت الثلاثة عقود الأولي من الدراسة (١٩٥٨: ١٩٨٨م)تغيراً سلبياً بلغ (– ٠.١٥°م) ، وفيها وقع أدني الانحرافات المطلقة عن المعدل العام الكلي (– ١.٢°م) عام ١٩٦٠م في حين سجلت العقود الثلاثة الأخرى تغيراً إيجابياً (٠.١٥°م) مع أعلي انحراف مطلق عن المعدل العام الكلي بلغ (+٢.١°م) عام ٢٠١٠م ، ويتضح من الشكل السابق أن فترة الارتفاع المضطرد والتي بدأت بشكل تدريجي منذ منتصف عقد التسعينيات حتي عام ٢٠٠٧م ثم اتجهت نحو الصعود الحاد منذ ٢٠٠٨م إلي ٢٠١٩م هي أكثر الفترات الزمنية المؤثرة في مسار الصعود للمتوسط المتحرك **Moving average** لدرجات الحرارة العظمي السنوية ، حيث ارتفاع معدلها فوق المعدل العام للفترة الزمنية المدروسة بمقدار

مساو لمقدار الارتفاع العام ، وبالمقابل فإن الفترة الزمنية لعقد الستينيات ومنتصف عقد السبعينيات هي أكثر الفترات الزمنية المؤثرة في مسار الهبوط لهذا المتوسط المتحرك حيث انخفضت دون المعدل العام بمقدار (-٠.٢°م) ولتأكد من صحة ما سبق فقد لجأ الباحث إلي الطريقة الإحصائية المعروفة بطريقة الفروق المتجمعة **Cumulated Sums** أو الفروقات التراكمية **Cumulative Deviation** ويعرض الشكل (٨٣) نتيجة تطبيق هذه الطريقة والتي جاءت مؤيدة لما سبق حيث شهدت تلك التراكمات ارتفاعا تصاعدياً ملحوظاً خلال العقدين الأولين من القرن الواحد والعشرين وقد القي كل ما سبق بظلاله علي نسق الدورات الحرارية (شكل ٨٤) والتي بلغت خمسة عشر دورة

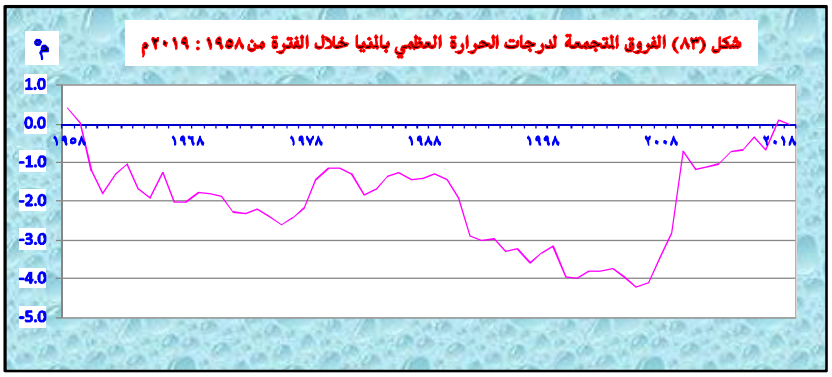
وقد صنف قناوي [٢٢] الدورات الي ثلاث هم **الدورات المتماثلة** وهي تلك الدورات التي تتساوى فيها فترات الصعود والهبوط ،**الدورات شبه المتماثلة** وهي الدورات التي تتقارب فيها مدتا الصعود والهبوط ، أما **الدورات غير المتماثلة** فهي تلك الدورات التي تتباين فيها فترات الصعود والهبوط وبناءً علي ذلك نجد تفوق الدورات المتماثلة وشبه المتماثلة (ثمانية) علي الدورات غير المتماثلة (سبع دورات) ، ومن المعروف أن ضعف اتجاه التغير يؤدي لزيادة عدد الدورات الحرارية مع كثرة واضحة للدورات المتماثلة وشبه المتماثلة أحدهما أو كلاهما علي حساب الدورات غير المتماثلة.

وقد جاء وقوع أكثر الدورات الحرارية ارتفاعا عن المعدل العام (الدورة الثالثة عشر) خلال فترة العقدين الأولين من القرن الواحد والعشرين ، ووقع أكثر الدورات انخفاضا عن المعدل الكلي (الدورة الأولي) خلال عقد الستينيات كتأكيد آخر علي ما سبق ذكره لاتجاهات التغير الحراري لدرجات الحرارة العظمي بالمنيا.

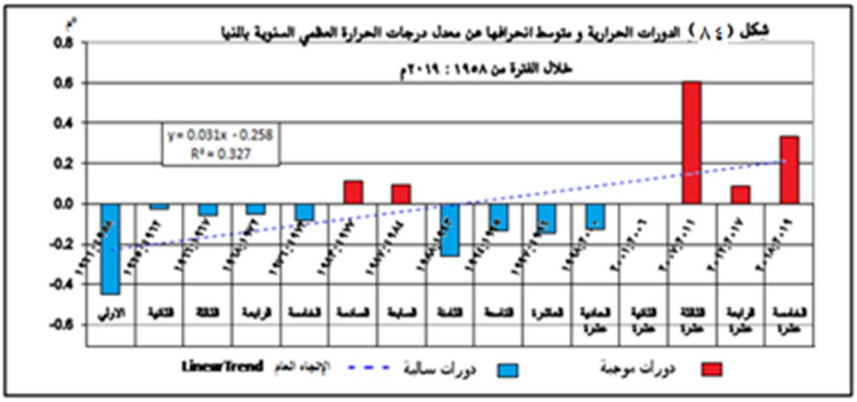
والجدير بالذكر هنا أنه علي الرغم من أن تقارير الهيئة الدولية المعنية بالتغيرات المناخية ترجع الزيادة في متوسط درجات الحرارة العالمية منذ منتصف القرن العشرين إلى الارتفاع الملحوظ في تركيز الغازات التدفيئة البشرية [٢٣]– **وهو ما سيعرض له الباحث قريباً**– إلا أننا يمكن أن نلتمس وجود علاقة – ولو ضعيفة – بين الارتفاع الطفيف غير الملوس لدرجات الحرارة العظمي والتذبذب الكبير في معدل عدد البقع الشمسية حيث سجلت زيادة كبيرة في معدلها خلال الفترة من ١٩٨٨: ١٩٩٣م بلغ ١١٦.٦ بقعة بمعدل زيادة بلغ ٨.٥ بقعة / سنة أعقبه انخفاض حاد للفترة من ١٩٩٤: ١٩٩٧م بلغ معدلها ١٩.٥بقعة /سنة ثم عاودت الارتفاع بمعدل ٥٢.٤ بقعة / سنة للفترة من ١٩٩٨ : ٢٠١٩م [٢٤].



المصدر: اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ،القاهرة.



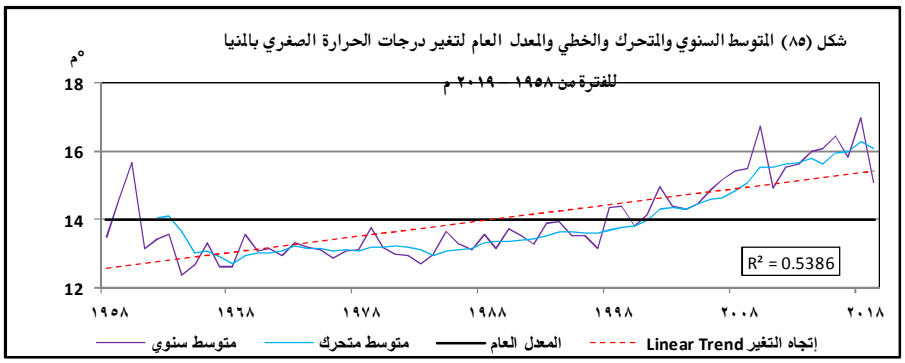
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



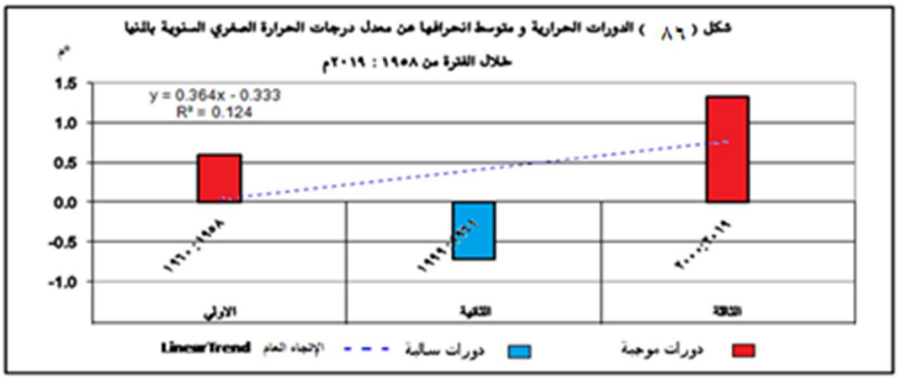
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ب- متوسط درجات الحرارة الصغرى : يشير الطنطاوي[٢٥] أن الزيادة في درجة الحرارة الصغرى كانت ضعف الزيادة بالنسبة لدرجة الحرارة العظمي عالميا خلال القرن العشرين وهو شيء نجد له نظير في هذه الدراسة أيضا حيث جاء **Linear Trend** لدرجات الحرارة الصغرى بالمنيا أكبر مقداراً و اكثر وضوحاً إذا ما قورن بنظيره للعظمي ، ، فالارتفاع التصاعدي **Linear Trend** ظاهر جليي وهو الأمر الذي أيده معاملي الاختلاف والتحديد واللذان بلغا (٨.٢% ، ٥٣%) لكليهما علي التوالي وقد انعكس ذلك علي مقدار التراكم الحراري والذي سجل (١.٥°م) ، وبتحليل المتوسط المتحرك **Moving average** (الشكل السابق ٨٥) نجد أن فترة الانخفاض الحاد والتي بدأت مع بداية عقد الستينيات واستمرت حتي عام ١٩٦٨م والتي بلغ معدلها (١٣.٣°م) وانخفضت دون المعدل العام للفترة الكلية بمقدار (-٠.٧°م) ،يذكر Hansen [٢٦] أن هذه الفترة شهدت زيادة ملحوظة للنشاط البركاني وما نجم عنه من أتربة وغازات عملت علي حجب جزء من الأشعة الشمسية الواصلة إلي سطح الأرض، مما أدى إلى انخفاض درجة الحرارة لاسيما الصغرى منها- قابلها ارتفاع حاد لدرجات الحرارة الصغرى بدأ بحلول ٢٠٠٨م وأستمر حتي نهاية فترة الدراسة (٢٠١٩م) وبلغ معدلها (١٥.٨°م) بارتفاع قدره (+١.٩°م) فوق المعدل العام

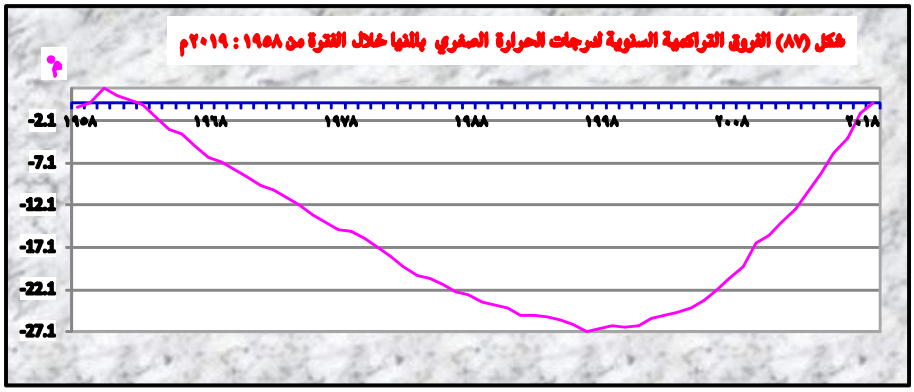
وقد شهدتا تلك الفترتين تسجيل أدني وأعلي انحراف مطلق عن المعدل العام بلغ (-١.٦، +٣°م) لكلتهما علي الترتيب ، وفي ظل هذا التغير الصريح من المنطقي أن تقل الدورات الحرارية لتسجل ثلاث الدورات (شكل٨٦) ، مع زيادة الدورات غير المتماثلة (دورتان) وتقاربها مع الدورات شبه المتماثلة (دورة واحدة) وتنعدم تماماً الدورات المتماثلة (صفر) ، والواقع أن المنيا قد تعرضت إلي دورتين حراريتين عظمتين (**الدورة الحرارية العظمي** مصطلح يستخدمه الباحث للدلالة عن دورة وأحدة أو عدة دورات متعاقبة ترتفع أو تنخفض فيها درجات الحرارة عن معدلها السنوي ولا يقل عدد السنوات بها عن سبع سنوات) **أولهما** الدورة الحرارية العظمي السالبة وهي تلك التي شغلت الفترة الزمنية من عام ١٩٦١: ١٩٩٩م بعدد سنوات بلغ تسع وثلاثون عاماً بمتوسط انخفاض دون المعدل بلغ (-٠.٧°م) ، أما **الدورة الثانية** فهي الدورة الحرارية العظمي الموجبة وهي تلك التي شغلت الفترة الزمنية من عام ٢٠٠٠: ٢٠١٩م بعدد سنوات بلغ عشرون عاماً وبمتوسط ارتفاع فوق المعدل بلغ (١.٣°م) وقد أيدت الفروق التراكمية **Cumulative Deviation** صحة الدورات الحرارية العظمي السابقة كما يظهر الشكل التالي رقم (٨٧).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

جـ- المتوسط اليومي لدرجات الحرارة السنوية : حدوث تغير حراري بالارتفاع لكلا من درجات الحرارة العظمي والصغرى أعقبه بالضرورة تغير حتمي للمتوسط السنوي وهو مايُوقفنا عليه الشكل (٨٨) حيث يتجه **Linear Trend** نحو الارتفاع الواضح ، بمعدل تراكم حراري بلغ ٠.٩°م ، بانحراف معياري (٠.٧٧) وتباين (٠.٥٩) ومعاملي اختلاف وتحديد بلغا (٣.٥%،٤٨%) لكليهما علي التوالي والواقع أن عمليات التطابق **Overlap** للأشكال (٨٢، ٨٨،٨٥) توضح أن التأثير الأكبر علي المتوسط المتحرك السنوي **Moving average** إنما هو لدرجات الحرارة الصغرى أكثر من نظيرتها العظمي وبتحليل مسار

المتوسط السنوي المتحرك **Moving average** (الشكل ٨٨) نجد أنه قد تأثر بفترتين حراريتين متناقضتين **أولهما** : الانخفاض والتي انقسمت بدورها إلي :-

أ- **حاد:** بدأ مع بداية عقد الستينيات واستمر حتي منتصفه بمعدل (٢١.٣°م) وانخفض دون المعدل العام (-٠.٥°م) ، وقد شهدت هذه الفترة تراجع حاد في معدل عدد البقع الشمسية الواصل للأرض بلغ ٢٣.٣ بقعة في حين بلغ معدلها لخمس سنوات السابقة لها ١٤٣بقعة بمعدل تراجع ٢٣.٩بقع /سنة [٢٧].

ب - **تدريجي** : وهو الأطول زمناً وقد أعقب الفترة السابقة وأستمر حتي نهاية عقد السبعينيات بمعدل بلغ (٢١.٢°م) وانخفض دون المعدل العام (-٠.٦°م)

وقد سبق الإشارة الي أن هذه الفترة تميزت بالنشاط البركاني وما نجم عنه من أتربة وغازات عملت علي حجب جزء من الأشعة الشمسية الواصلة إلي سطح الأرض، مما أدى إلى انخفاض درجة الحرارة .

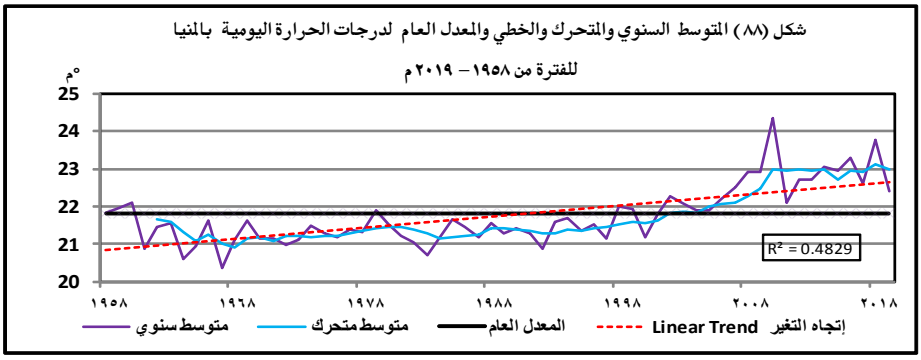
ثانيهما : الارتفاع وانقسم بدوره إلي قسمين هما :

أ- **التدريجي:** وقد بدأ قبيل عقد التسعينيات بقليل (١٩٨٨) وأستمر حتي عام ٢٠٠٧م بنفس معدل الفترة الكلية ، وقد سجلت ارتفاع في معدل البقع الشمسية قدر ٧٢.٧ بقعة / سنة [٢٨].

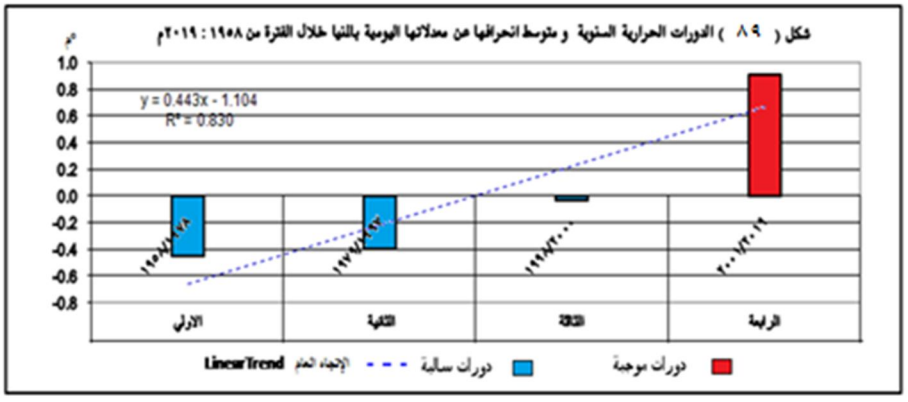
ب - **الحاد** : خلف الفترة السابقة وأستمر حتي نهاية الفترة الزمنية المدروسة بمعدل (٢٣°م) وارتفاع فوق المعدل العام بلغ (+١.٢°م) (مع فترة زمنية انتقالية شهدت شبه استقرار في الأحوال الحرارية) وسجل معدل البقع الشمسية خلال هذه الفترة ارتفاع بلغ ٣٩.٨ بقعة / سنة بارتفاع قدر ٢.٣بقعة /عام[٢٩].

وقد شهدتا تلك الفترتان تسجيل أدني وأعلي انحراف مطلق عن المعدل العام بلغ (-١.٤، +٢.٦°م) لكلتهما علي الترتيب ، وقد جاءت الدورات الحرارية علي نسق مشابه لما كانت عليه نظيرتها لدرجات الحرارة الصغرى حيث بلغ عددها أربع دورات (شكل ٨٩) بواقع ثلاث دورات غير متماثلة ودورة وأحدة شبه متماثلة ،مع انعدام تام للدورات المتماثلة .

ويظهر الشكل السابق أن المنيا قد تعرضت إلي دورتين حراريتين عظمتين أيضا: **أولهما** الدورة الحرارية العظمي السالبة واحتلت النصف الثاني من القرن العشرين وحتي بداية القرن الواحد والعشرين (١٩٥٨: ١٩٩٩م) بعدد سنوات بلغ ثلاث وأربعين عاماً ، بمتوسط انخفاض دون المعدل بلغ (-٠.٩°م) ، **ثانيهما** الدورة الحرارية العظمي الموجبة : وهي التي بدأت مع إطلالة القرن الواحد والعشرين ولم تنتهي بعد (٢٠١٩م) بعدد سنوات بلغ تسعة عشر عاماً وبمتوسط ارتفاع فوق المعدل بلغ (+٠.٩°م) ،وقد أيدت الفروق التراكمية **Cumulative Deviation** صحة الدورات الحرارية العظمي السابقة كما يظهر الشكل (٩٠).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

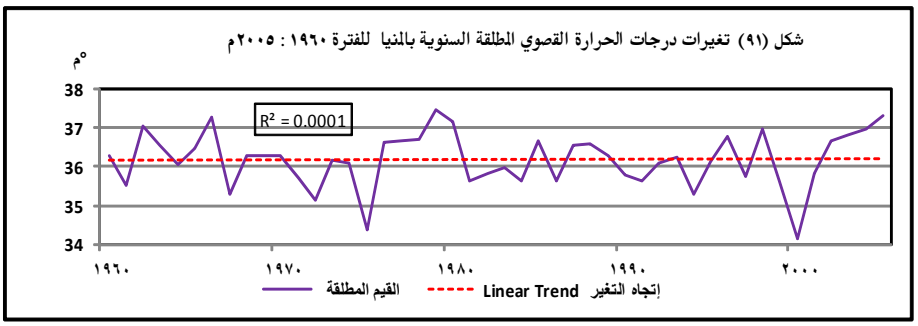


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

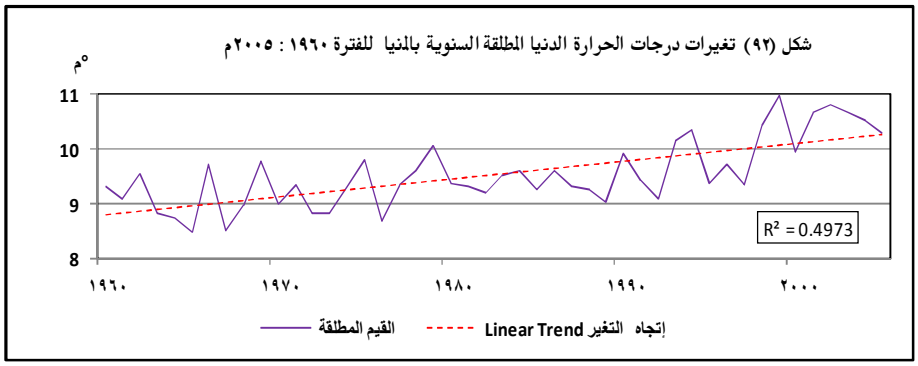
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

د –التغير في قيم درجات الحرارة القصوى والدنيا المطلقة : بنظرة سريعة علي اتجاه **Linear Trend** كما يظهره الشكل (٩١) نجد أن درجات الحرارة القصوى المطلقة لم يطرأ عليها تغير يذكر سواء بالارتفاع أو الانخفاض فمحصلة التراكم الحراري محصلة صفرية ، وهو أمر يمكن استنتاجه من خلال التعاقب المنتظم لفترات الصعود والهبوط لمسار كما يظهره الشكل السابق .

في حين جاءت درجات الحرارة الدنيا المطلقة السنوية علي نقيض سابقتها لتسجل تغيراً حرارياً واضحاً نحو الارتفاع الملحوظ (شكل٩٢) بتراكم حراري بلغ ٠.٣°م.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ثانياً : عوامل التغير الحراري بالمنيا :

أ- التغير في مدة السطوع الشمسي وكمية الأشعة قصيرة الموجة الواصلة إلي الأرض :

يستعرض الجدول (٢) والشكل (٩٣) التغير في مدة سطوع الشمس الحقيقية (دقيقة) و كمية الإشعاع الشمسي (سعر حراري / سم ٢/ يوم) خلال فترة الدراسة ومنهما يتضح أن :-

* هناك زيادة سنوية في مدة سطوع الشمس الحقيقية بمحافظة المنيا صاحبها ارتفاع في كمية الإشعاع الشمسي وقد بلغ مقدار هذه الزيادة ٢٣٥ دقيقة علي مدار الثلاثين عاماً الممتدة من ١٩٨٩ : ٢٠١٩م أي ما يعادل ٧.٨ دقيقة سنوياً أدت إلي زيادة في كمية الأشعة الشمسية قصيرة الموجة الواصلة الي الأرض مقدارها ٤٠.١ سعر حراري/ سم٢/ يوم) ، مع ثبات نسبة تغطية السماء بالسحب والتي لم تشهد تغيراً يذكر بين فترتي الدراسة (١٢.٥%) [٢٥] ، لتشهد درجات الحرارة اليومية تغيراً حرارياً موجباً مقداره (٠.٩°م).

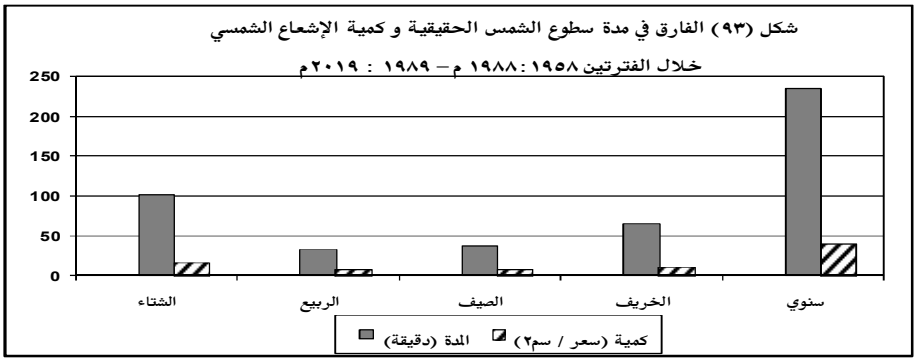
* شهد فصل الشتاء أكبر التغيرات الفصلية في مدة سطوع الشمسي الحقيقية بين فترتي الدراسة (١٠٢دقيقة) خلال الثلاثين عاماً أي ما يعادل ٣.٤ دقيقة شهرياً صاحبها ارتفاع في كمية الإشعاع الشمسي مقدار ١٥.٨ سعر / حراري / سم٢ /يوم وهو الأمر الذي أدي إلي تراكم حراري إيجابي انعكس علي تغير درجات الحرارة اليومية بالارتفاع لتسجل تغيراً بلغ (٠.٦°م) وانسحاب هذا الأثر

علي درجات الحرارة الصغرى لتسجل تغيراً حرارياً مقداره (١°م) ، وهو انعكس لارتفاع متوسط عدد أيام السماء الصافية من ٤٢ إلي ٤٤.٢ يوماً [٣٠]

جدول (٢) التغير في مدة سطوع الشمس الحقيقية (دقيقة/ يوم) و كمية الإشعاع الشمسي (سعر حراري / سم ٢/ يوم) خلال فترتي الدراسة

الفصل / العنصر	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	سنوي
المدة	102	32	36	65	235
الكمية	15.8	6.9	6.9	10.5	40.1

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٥٨: ٢٠١٩م.



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا علي جدول (٢)

* أعقب الخريف الشتاء في زيادة مدة السطوع الشمسي الحقيقة مسجلاً (٦٥دقيقة) وكمية إشعاع شمسي بلغت (١٠.٥سعر حراري / سم٢ / يوم) حيث ارتفاع متوسط عدد أيام السماء الصافية من ٦٥.٤يوماً إلي ٦٥.٧يوماً [٣١] ما أدي إلي تغيراً حراري بلغ (١.٦ °م ، ٠.٤° م) لدرجتي الحرارة الصغرى والعظمي علي الترتب ، وفي درجات الحرارة اليومية بمقدار (١°م).

* سجلا فصلي الربيع والصيف أقل فترات التغير في مدة السطوع الشمسي لتبلغ (٣٢، ٣٦ دقيقة علي الترتيب) ، بزيادة في كمية إشعاع الشمسي بلغت (٦.٨ ، ٧ سعر حراري / سم٢/ يوم) ، ما أدت لارتفاع درجات اليومية في

كليهما لتسجل تغيراً إيجابياً مقداره (٠.٨°م ، ١.١°م) ، وارتفاع في درجات الحرارة الصغرى لكلا منهما (١.٤ ° م ، ١.٨° م) ، وافترق التغير في درجات الحرارة العظمي ليشهد ارتفاعا صيفاً (٠.٤°م) وانخفاضا ربيعياً (-٠.٢°م) .

ب- التغير العمراني بالمنيا : تُعد درجة الحرارة من أكثر العناصر الجوية تأثراً بالوضع الجغرافي ومتغيراته ، والتي من أهمها تلك التغيرات التي تطرأ علي النمو العمراني على حساب الأرض الفضاء (خاصة في ظل استخدام المواد الإسمنتية والحديدية في البناء) ما يؤدى إلى زيادة الأشعة المكتسبة فيزيد تسخين الأرض وارتفاع درجة الحرارة و يوقفنا الجدول(٣) والشكلان (٩٤، ٩٥) علي أهم التغيرات التي طرأت علي توزيع الغطاءات الأرضية الرئيسية بمحافظة المنيا خلال فترتي زمنيتين مختلفتين **أولهما عام ١٩٨٨م** وهي تمثل نهاية فترة الدراسة الأولي (١٩٥٨م : ١٩٨٨م) ، **والثانية** عام ٢٠١٩م وهي تمثل نهاية الفترة الزمنية الثانية(١٩٨٩م :٢٠١٩م) ويتضح منهما مدي الزيادة التي طرأت علي مساحة الكتل السكنية والتي سجلت تغيراً موجباً مقداره (٢٥%) وذلك علي حساب كلا من الأراضي الزراعية والمناطق الصحراوية و البور والتي شهدتا تغيراً سلبياً مقداره (- ٨.٤% ، - ٣٨.١ %) لكليهما علي التوالي ، وهو الأمر الذي ترتب عليه ارتفاع الحرارة خلال الفترة الزمنية الثانية مقارنة بالفترة الزمنية الأولي حيث يذكر **Richard** أن تقلص مساحات المناطق الصحراوية والأراضي الزراعية الخضراء من شأنه أن يؤدي إلي انخفاض معامل الأشعة المنعكسة(الانعكاس ليس له وحدة قياس ولكنه يوضح القدرة الانعكاسية النسبية للغطاءات الأرضية) من تلك المناطق نظراً للقدرة الكبيرة لهذين العنصرين علي عكس الأشعة الشمسية قصيرة الموجة الواصلة إلي الأرض والتي يتراوح معامل انعكاسها بين (٣٠ : ٦٠) للأراضي الصحراوية وبين (٥ : ٢٥) للنباتات الخضراء الأمر الذي يترتب عليه ارتفاع درجة الحرارة ، خاصة مع ارتفاع

مساحات المناطق العمرانية والمساحات المائية الأقل قدرة علي عكس تلك الأشعة والتي يتراوح معامل انعكاسها بين (١٧ :٢٧) للمناطق العمرانية ، وبين (١: ٨) للمياه وبالتالي الاحتفاظ بالحرارة في جو الأرض[٣٢].

جدول(٣) الغطاءات الأرضية الرئيسية(كم) بالمنيا لعامي ١٩٨٨م :٢٠١٩م

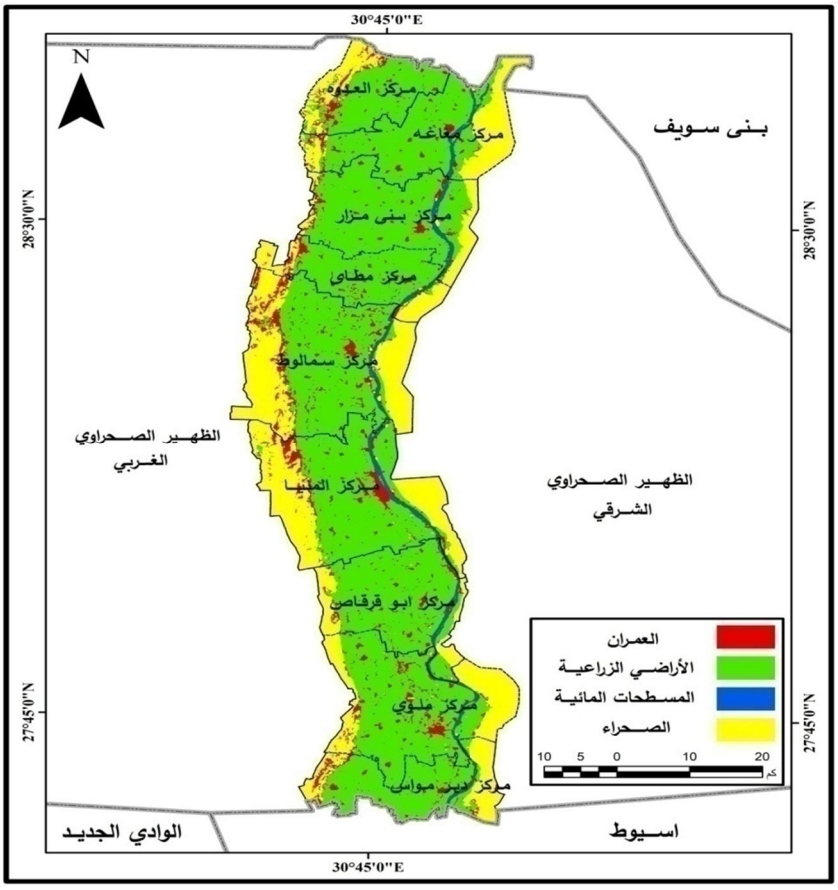
الاعوام	الزراعة	المباني	الصحراء	المياه
١٩٨٨	٢٠٤٢	٣٣٨	٧١١	٦٤
٢٠١٩	١٨٧٠	٤٢٣	٤٤٠	٧٢
نسب التغير (%)[٣٣]	٨.٤-		٣٨.١-	١٢.٥

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا علي **Change Detection Statistics** للشكلين (١٤١،١٤٢)

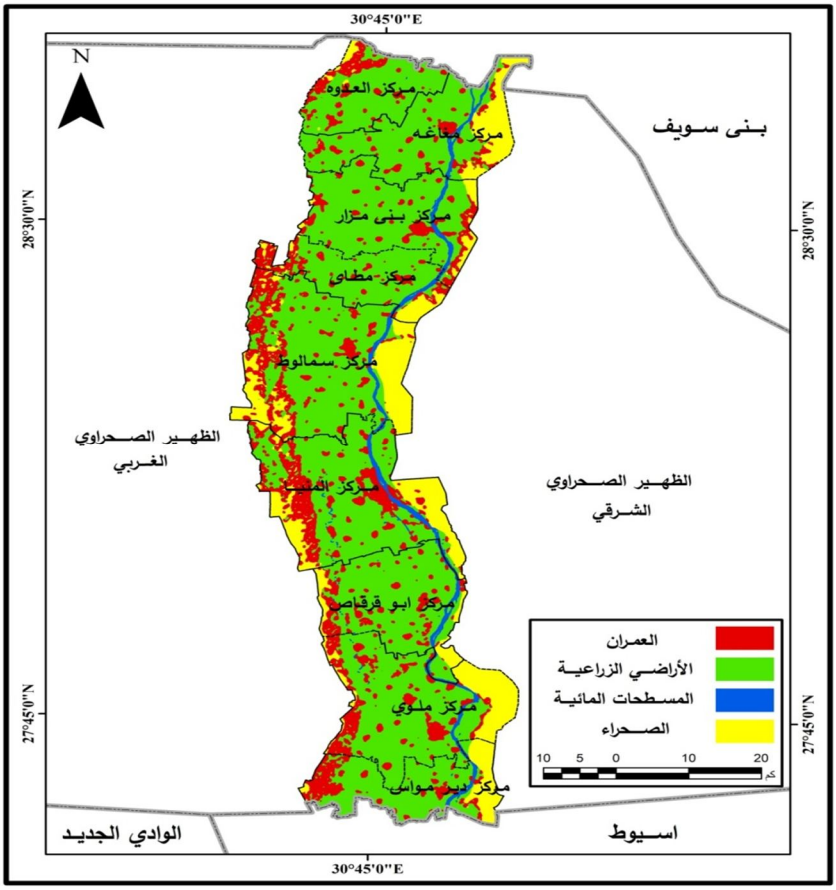
جـ – التلوث وغازات التدفيئة : أكد **Shindell** علي وجود علاقة وثيقة بين التلوث والتغير الحراري ، فانبعاثات الملوثات لها تأثير قوي علي توازن إشعاع الأرض ، كما إنها تعمل بمنزلة غازات دفيئة لفترة طويلة بما يكفي لإحداث بعض التغير الحراري العالمي غير المرغوب فيه[٣٤] ، **ومن أهم صور التلوث الهوائي بالمنيا :-**

١ – التلوث بالجسيمات الدقيقة (**Particulate Matter**) : يعرض الجدول (٤) والشكل (٩٦) تركيزات الجسيمات الدقيقة ذات القطر (PM.10) في محافظة المنيا لعام ٢٠١٥م مقارنة بمحافظات الوجه القبلي ، حيث تؤكد إيملي أنه المؤشر الرئيسي لتلوث الهواء بمصر وخاصة في المدن الكبرى ويشمل الدخان والغبار [٣٥] ، ومن تحليلهما يتضح ارتفاع تركيز التلوث بالجسيمات الدقيقة بالمنيا حيث سجلت ثاني أكبر قيم التلوث (٣٢٩ميكروجرام/ م٣) بعد محافظة بني سويف (٤١٠ميكروجرام/ م٣) بفارق زاد عن القيمة الحدية (٧٠ميكروجرام/م٣/ سنة) [٣٦] بما يقترب من خمسة أضعاف بقليل ، هذا وتعد

صناعة الاسمنت المسئول الأول عن تلوث الهواء بالجسيمات الصلبة الدخانية والغبارية .



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا شكل (٩٤) الغطاءات الأرضية الرئيسية بالمنيا عام ١٩٨٨م



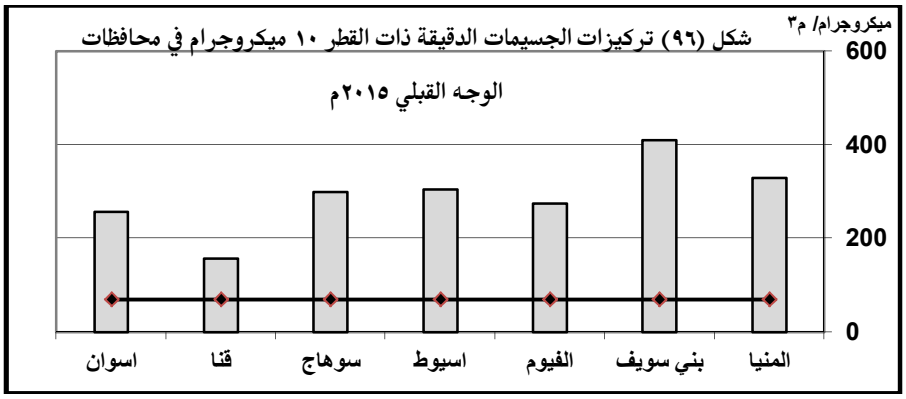
المصدر: عملية التصنيف الموجه لمرئيتين

شكل (٩٥) الغطاءات الأرضية الرئيسية بالمنيا عام ٢٠١٩م

جدول (٤) متوسط تركيز الجسيمات الدقيقة (١٠ ميكروجرام/م٣/سنة) في محافظات الوجه القبلي ٢٠١٥م

المحافظة	المنيا	بني سويف	الفيوم	اسيوط	سوهاج	قنا	اسوان
التركيز	٣٢٩	٤١٠	٢٧٤	٣٠٤	٢٩٩	١٥٧	٢٥٦

المصدر: https://eipr.org/publications/



المصدر : : من عمل الباحث اعتمادا علي الجدول (٤)

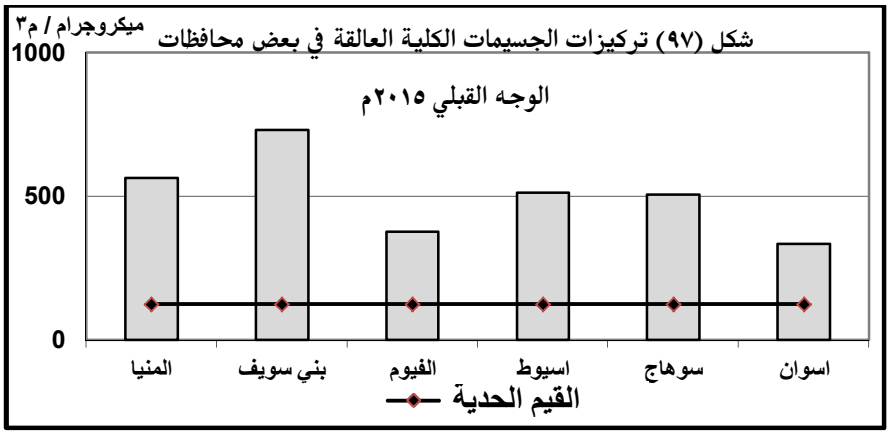
٢- الجسيمات الكلية العالقة (Total suspended particles) :-

بتحليل معطيات الجدول (٥) والشكل (٩٧) يتضح حدوث تغيراً كمياً كبيراً في التلوث بمحافظة المنيا فقد ارتفاع متوسط تركيزات الجسيمات الكلية العالقة (T.S.P) فوق قيمها المعيارية (١٢٥ميكروجرام / م٣/السنة) بأكثر من ٤٠٠ميكروجرام وأن ظلت تحتل المركز الثاني – بعد بني سويف أيضا– بين محافظات الوجه القبلي .

جدول (٥) متوسط تركيز الجسيمات الكلية العالقة (T.S.P) في محافظات الوجه القبلي ٢٠١٥م [٣٧]

المحافظة	المنيا	بني سويف	الفيوم	اسيوط	سوهاج	قنا	اسوان
التركيز	٥٦٣	٧٣٠	٣٧٦	٥١٣	٥٠٥	– – –	٣٣٥

المصدر: : https://eipr.org/publications/



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا علي الجدول (٥)

٣ – غازات التدفيئة (الملوثات الغازية) : تعد بعض العناصر الغازية من الملوثات الخطرة التي تؤدي زيادة نسبتها إلي ارتفاع درجات الحرارة نتيجة أثرها في حدوث ظاهرة الصوبة الزجاجية **Green House** ومن هذه العناصر أول أكسيد الكربون (**CO= Carbon monoxide**) ثاني أكسيد الكربون(**CO2=Carbon dioxide**) ، ثاني اكسيد النتروجين / **النيتروز** (**NO2=Nitrogen dioxide**) ، ثاني اكسيد الكبريت (**SO2=Sulphur dioxide**) ، الألدهيدات (**HCHO=Aldehydes**)، كبريتيد الهيدروجين(**H2S =Hydrogen Sulphide**) .

استعراض الجدول التالي (٦) والشكل (٩٨) يوضحان أن متوسطات تركيز تلك العناصر الغازية بمحافظة المنيا ما زالت أقل من القيم الحدية المسموح بها(**- Threshold Limit Values of gaseous air pollutants (TLVs**) غير المؤثرة بعد علي الصحة العامة – الإ أن تأثيرها مباشر وسريع علي رفع درجة الحرارة نظراً لدورها في حدوث ظاهرة الصوبة الزجاجية في جو المنيا خاصة في ظل التغيرات الحادة والسريعة في نسبها ، والتي يوقفنا عليها أعلي تركيز يومي لها والتي تجاوزت الحدود المسموح بها لأغلبها مثل أول أكسيد

الكربون (١٢.٣٢ملليجرام/ م^{٣}) وثاني أكسيد النتيروجين (٢٥٤.٦٢ميكروجرام / م^{٣}) والألدهيدات (١٦٦.٠٤ميكروجرام / م^{٣}) و كبريتيد الهيدروجين (٢١٥.٤٤ ميكروجرام/ م^{٣}) وثاني أكسيد الكبريت (١١.٤١ ميكروجرام/ م^{٣}) علاوة علي الفارق الكبير بين متوسط بعض غازات التدفئية وأعلي تركيز يومي لها كثاني أكسيد الكربون والذي يبلغ متوسطه ١٥.٨٦ ملليجرام / م٣ ، في حين بلغ أعلي تركيز له ٨٠ ملليجرام / م٣ .

هذا وتشهد بعض تلك الغازات ارتفاعا كبيراً عن القيم الحدية في مدينة المنيا عاصمة المحافظة والجدول (٧) والشكل (٩٩) يوقفنا عن إحدى تلك التغيرات الحادة في قيم غاز ثاني أكسيد الكبريت والذي يُعد من أهم غازات التدفيئة و ترتفع تركيزاته داخل المدن بشكل خاص [٣٨] حيث يؤكد شرف أنه من أخطر ملوثات الهواء على النظام البيئي لعلاقته بالأشعة فوق البنفسجية الضارة فمعامل امتصاصه أقوى من معامل امتصاص الأوزون لهذه الأشعة الضارة [٣٩] .

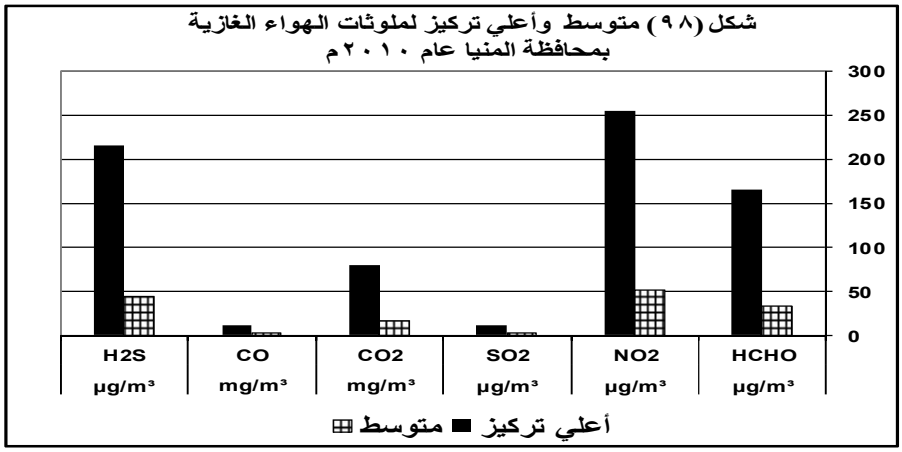
جدول (٦) متوسط و أعلي تركيز للملوثات الغازية بالهواء الخارجي بمدينة سمالوط والمنطقة الصناعية ببني خالد عام٢٠١٠ م

القيم	HCHO µg/m³	NO2 µg/m³	SO2 µg/m³	CO2 mg/m³	CO mg/m³	H2S µg/m³
المتوسط	33.2	50.92	2.29	15.86	2.46	43.09
أعلي تركيز	166.04	254.62	11.41	79.29	12.32	215.44
القيم الحدية **	-	١٥٠	١٥٠	-	(١٠	-

SOURCE: National Research Center, 2010, P. 10

*** * طبقالقانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤م والمعدل برقم ٩ لسنة ٢٠٠٩م**

- لم تذكر في القانون

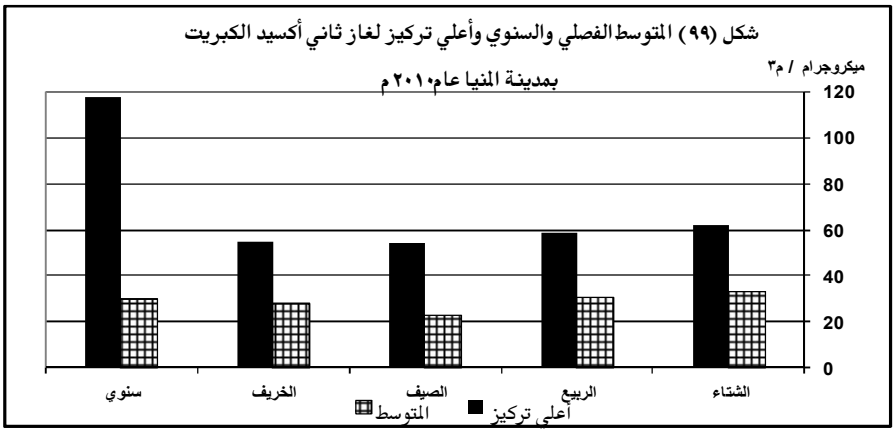


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا علي الجدول السابق (٦)

جدول (٧) المتوسط الفصلي والسنوي لنسبة تركيز ثاني أكسيد الكبريت (SO2) (ميكروجرام/م ٣) في هواء مدينة المنيا عام ٢٠١٠م

الفصل	المتوسط	أعلي تركيز
الشتاء	33.6	62.0
الربيع	31.0	58.9
الصيف	23.1	53.9
الخريف	28.1	55
سنوي	30.0	117.8

المصدر: وزارة الصحة ، مركز الرصد البيئي ، ٢٠١٠م



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا علي الجدول السابق (٧)

ومن الجدول السابق يتضح مدي الفارق الكبير بين نسب هذا الغاز في مدينة المنيا مقارنة بمدينة سمالوط وضواحيها والذي بلغ ١٠٦.٤ ميكروجرام / م^{٣} ، حيث أن ارتفاع نسبه تعود إلي التركز السكاني بمدينة المنيا وارتفاع مستوى استهلاكهم من الطاقة ، وكنتيجة لتحلل مخلفاتهم العضوية وما ينبعث من محركات المصانع ومركبات النقل من غازات وأبخرة علاوة علي قلة المساحات النباتية مقارنة بالمدن الأقل تحضراً أو بالريف(٤٠).

٤- عوامل غير مباشرة : -

- **تباين سرعة الرياح** : تعتبر سرعة الرياح العامل المحدد والمؤثر في توزيعات بعض الملوثات الغازية ، والجدول (٨) والشكل (١٠٠) يستعرضان النسب الفصلية لتركز أحد تلك الملوثات الغازية(غاز ثاني أكسيد الكبريت(SO_2) ميكروجرام/م ٣)عند نسب تكرار سرعات رياح معينة(كم/ الساعة) للفترة من ٢٠٠٥- ٢٠٠٨م حيث يتبين وجود زيادة مضطردة في نسب التركز كلما انخفضت سرعة الرياح والعكس صحيح ، هو ما أكدته علاقة الارتباط بين نسب

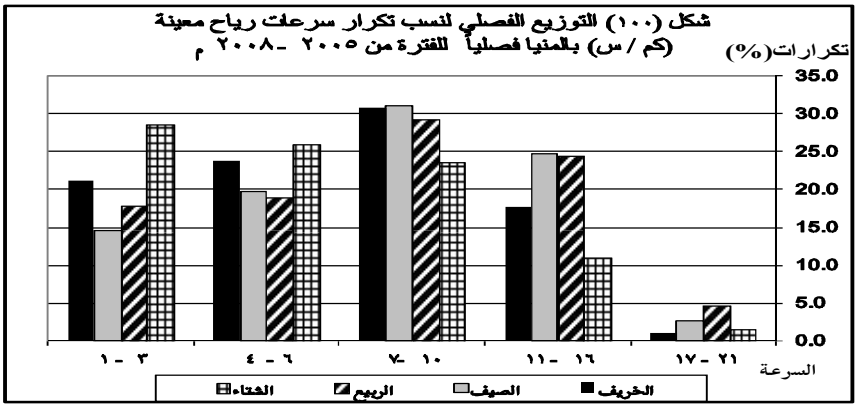
تركز SO_2 ونسب تكرار الرياح عند سرعات معينة حيث بلغت(٠.٨٨ ،٠.٥٣، ٠.٨٨- ،٠.٦٦- ، ٠.٠٣) لكل من (١-٣كم/ الساعة ، ٤-٦كم / الساعة ، ٧-١٠كم / الساعة ، ١١-١٦كم/ الساعة ، ١٧-٢١ كم / الساعة)علي الترتيب ، كما تتناسب نسب تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت فصلياً مع إجمالي سرعة الرياح السائدة خلال كل فصل حيث بلغت درجة الارتباط (٠.٦٩، - ٠.٩٠، -٠.٦٢، ٠.١٢) لكل من (الشتاء ، الربيع ، الصيف ، الخريف)علي التوالي ،وهو ترتيب يتفق مع سرعة الرياح بكل منهم التي سجلت (٣م/ ث ، ٤.٢م / ث، ٤م/ث، ٣.٥م/ ث) لنفس ترتيب الفصول السابقة .

جدول (٨) النسب الفصلية لتركز غاز ثاني أكسيد الكبريت عند نسب تكرار سرعات رياح معينة في المنيا للفترة ٢٠٠٥ -٢٠٠٨م

الفصول	SO_2 *	سرع الرياح (كم / السرعة) **				
		1 - 3	4 - 6	7- 10	11 - 16	17-21
الشتاء	31	28.6	25.9	23.6	11.0	1.6
الربيع	28.4	17.8	18.9	29.3	24.5	4.7
الصيف	20.5	14.7	19.7	31.1	24.7	2.6
الخريف	25.5	21.1	23.8	30.8	17.6	1.0

المصدر : *وزارة الصحة ، مركز الرصد البيئي ، ٢٠٠٩م.

** الهيئة العامة لرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة للفترة ٢٠٠٥ -٢٠٠٨م



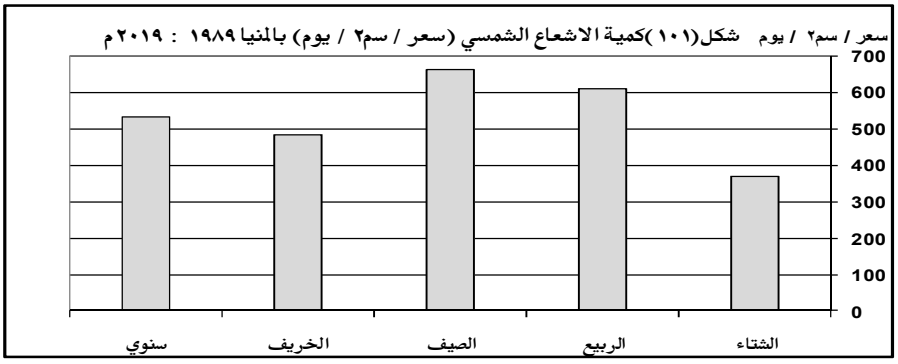
المصدر : من عمل الباحث اعتمادا علي الجدول السابق (٨)

– **شدة الإشعاع الشمسي** : من العوامل الجوية التي يؤدي شدتها إلي تركز ثاني أكسيد الكبريت في الجو[٤١] ، ،ويوقفنا الجدول (٩) والشكل (١٠١) علي كمية الإشعاع الشمسي الفصلية بالمنيا خلال الفترة من ١٩٨٩: ٢٠١٩م وهي الفترة التي شهدت زيادة مقدارها ٤٠.١سعر / سم٢ / يوم في شدة الإشعاع الشمسي مقارنة بالعقود الثلاثة السابقة ومنهما يتضح تمتع المنيا بكمية كبيرة في شدة الإشعاع الشمسي بلغت ٥٣٢ سعر / سم٢ / يوم ، وأن فصل الصيف أكثر الفصول في كمية الإشعاع الشمسي التي يستقبلها ٦٦٢ سعر / سم٢ / يوم ، ولذا بلغت درجة الارتباط بين كمية الإشعاع الشمسي التي استقبلها خلال الفترة المذكورة وبين نسب تركز ثاني أكسيد الكبريت (٠.٦٥) وهي علاقة طردية متوسطة.

جدول (٩) كمية الإشعاع الشمسي (سعر / سم ٢/ يوم) فصلياً خلال الفترة ١٩٨٩: ٢٠١٩م

الفصل	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	سنوي
كمية الإشعاع	369	612	662	483	532

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٥٨: ٢٠١٩م.



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا علي الجدول السابق (٩)

_ كثافة السيارات :تسهم كثافة السيارات في زيادة نسب غازات التدفيئة خاصة تلك التي مازالت تستخدم البنزين كوقود لها ، والتي قُدر عددها بمدينة المنيا عام ٢٠١٠م بحوالي ٣٢٠(سيارة سرفيس) موزعة علي ١٨ موقف[٤٢]، يتلقى هواء المنيا منها ١.اطناً من أول أكسيد الكربون ، ٤٠كجم من أكسيد النيتروجين ،وكميات أخري أقل من ثاني أكسيد الكبريت ، حيث اكدت الدراسات أن تشغيل ١٠٠٠ سيارة تعمل بالبنزين ينتج عنها يومياً ٣,٢ طن من أول أكسيد الكربون ،٤٠ – ١٢٠ كجم من أكسيد النتروجين ، علاوة على كميات أخرى أقل من الكبريت ، كما ينبعث ٦٠ مترا مكعبا من الغازات السامة نتيجة احتراق البنزين من عوادم السيارات الصغيرة و١٢٠ مترا مكعبا من السيارات الكبيرة كل ساعة تشغيل[٤٣] .

وتعد تلك المواقف بؤر حرارية في وسط المدينة باعثة للحرارة والتلوث [٤٤] ،هذا وقد بلغت درجة الارتباط بين عدد السيارات ونسبة التلوث بمدينة المنيا (٠.٥١) وهي كم نري علاقة ارتباط طردية متوسطة لكن من المتوقع أن ترتفع بإضافة عدد سيارات الخاصة وغيرها من سيارات النقل العام.

خلاصة المبحث :اتجهت درجات الحرارة السنوية (العظمي والصغرى واليومية) نحو الارتفاع مسجلة (٠.٣°م ، ١.٥°م ،٠.٩°م) لكل منهم علي الترتيب ، وقد

جاءت درجات الحرارة الدنيا المطلقة مؤيدة لاتجاه نظيرتها (الحرارة الصغرى) ومؤكدة علي معنوية تغيرها ، في حين التزمت قيم درجات الحرارة القصوى المطلقة الحياد (صفر تغير حراري) فلم تؤكد ولم تنف الارتفاع الحراري البسيط لنظيرتها العظمي (٠.٣°م) ، وقد وقفت عدة عوامل وراء التغير الحراري الإيجابي (ارتفاع) أهمها زيادة مدة السطوع الشمسي وكمية الأشعة الشمسية ، زيادة النمو العمراني ، ارتفاع تركز كل من الجسيمات الدقيقة والكلية والتركز اليومي لغازات التدفئة .

النتائج والتوصيات :

أولاً : النتائج :-

١- حتمية التغير الحراري الإيجابي (ارتفاع) بالمنيا .

٢- التغير الحراري لدرجات الحرارة الصغرى أكبر مقداراً و اًكثر وضوحاً (١.٥ °م سنويا) .

٣ - سجلت درجات الحرارة الصغرى والمتوسط اليومي ارتفاعاً لجميع الشهور والفصول دون استثناء.

٤- شهدت شهور (نوفمبر، ديسمبر، مايو ، يونيه ، يوليو ،أغسطس ،سبتمبر) تغيراً حرارياً موجباً (ارتفاع) لدرجات الحرارة العظمي ، في حين شهدت باقي الشهور تغيراً حرارياً سالباً(انخفاض) .

٥- خالف اتجاه التغير الحراري لدرجات الحرارة العظمي لفصلي الشتاء والربيع(انخفاض) نظيره لفصلي الصيف والخريف (ارتفاع).

٦- اتجهت درجات الحرارة العظمي السنوية بالمنيا نحو التغير الحراري طفيف (٠.٣ °م).

٧- اتجهت درجات الحرارة اليومية بالمنيا نحو الارتفاع الحراري (٠.٩°م).

٨- يمثل العقد الأخير من القرن العشرين والعقدين الأول والثاني من القرن الحادي والعشرين فترات الارتفاع الحاد لدرجات الحرارة بالمنيا.

٩- التغير الحراري للقيم المتطرفة سواء القصوى أو الدنيا المطلقة طفيف بلغ (٠°م ، ٠.٣°م) .

١٠- أدت زيادة مدة السطوع الشمسي وكمية الأشعة الشمسية ونسبة النمو العمراني علاوة علي ارتفاع تركز الجسيمات الدقيقة والكلية ونسبة التركز اليومي لغازات التدفئة في حدوث التغير الحراري بالمنيا.

ثانياً :التوصيات:

١- استنباط سلالات زراعية لها القدرة علي تحمل ارتفاع درجات الحرارة .

٢- حتمية زيادة نسب المساحات المفتوحة الخضراء(الحدائق) في خطط التنمية العمرانية المستقبلية بالمنيا مع ضرورة استخدام مواد بناء والوان لها القدرة علي عكس الأشعة الشمسية الواصلة للأرض.

٣- العمل علي خفض نسب التلوث بالجسيمات الدقيقة والكلية وانبعاثات غازات التدفيئة.

٤- ضرورة التحول الي الصناعات النظيفة غير الملوثة للبيئة.

٥- إحلال الغاز الطبيعي محل البنزين في وسائل النقل والمواصلات.

٦-إستخدام بدائل الوقود الأحفوري (الطاقة المتجددة) في الصناعات وغيرها.

الحواشي :

١- يوسف (٢٠٠٢، ص٤) ٢- Douglas & Englehart (2003,P.1253)

٣- McCarthy (2009,p.1646) ٤- Wilbanks and Kates (1999،P.603)

٥- عبد الراضي (٢٠٠٩، ص٣٢٩) ٦- شرف (١٩٩٦) ٧- يوسف (١٩٨٢)

٨- National Geophysical Data (https://www.ngdc.noaa.gov) center

٩- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ،الفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م)

١٠-El-tantawy (2005.p.123)

١١- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ،الفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م)

١٢-IPCC (الهيئة الدولية المعنية بالتغيرات المناخية) (2001,p.21)

١٣-Nicholls (2014,P20) ١٤- El-Asrag (1999, p.90)

١٥- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ،الفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م)

١٦- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ،الفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م)

١٧- National Geophysical Data (https://www.ngdc.noaa.gov) center

١٨- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ،الفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م)

١٩- National Geophysical Data (https://www.ngdc.noaa.gov) center

٢٠- قناوي (٢٠١٥، ص١٤٥) ٢١- (٢٠٠٩، ص٣٢٩)

٢٢- قناوي (٢٠١٥م ، ص ٨٩) ٢٣- (IPCC,2007)

٢٤- National Geophysical Data (https://www.ngdc.noaa.gov) center

٢٥- الطنطاوي (بدون تاريخ ، ص ٦) ٢٦-Hansen (1996)

٢٧- National Geophysical Data (https://www.ngdc.noaa.gov) center

٢٨- National Geophysical Data (https://www.ngdc.noaa.gov) center

٢٩- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ،الفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م)

٣٠ - (الهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م) .

٣١- (الهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م) .

٣٢- Richard (1992, p.102)

٣٣- نسب التغير ((السنة اللاحقة- السنة السابقة) /السنة السابقة)*١٠٠ (أبو راضي ، ٢٠٠٢،ص ٥٠). ٣٤- Shindell (2009, p. 716) ٣٥- إيملي (٢٠٠٠م، ص٢)

٣٦- قانون حماية البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤م والمعدل بالقانون رقم ٩لسنة ٢٠٠٩م.

٣٧- الجسيمات العالقة هي تلك الجسيمات الصلبة التي يقل قطرها عن ١٥٥ ميكرون وتنتج عن الغبار والضباب والهباب وأتربة الأسمنت (جهاز شئون البيئة ، ٢٠١٦، ص٩).

٣٨- (مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا (سيداري) ،٢٠١٧م، ص٢١).

٣٩- شرف (٢٠٠٧، ص٥٧) ٤٠- شرف (٢٠٠٠ ، ص٢١٥)

٤١- شرف(٢٠٠٧ ، ص٥٧) ٤٢- (مركز المعلومات بالمنيا، ، ٢٠١٠ م)

٤٣- https://www.kuna.net.kw. ٤٤- أسماء (٢٠١١م ، ص)

قائمة المراجع والمصادر

اولا: المراجع العربية:

١ – أبو راضي، فتحي عبد العزيز (٢٠٠٢):" مقدمة الأساليب الكمية في الجغرافيا باستخدام الحاسب الآلي "،ط ٢، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٢– الطنطاوي ، عطية محمود محمد (بدون تاريخ) :"التغير المناخي في مصر ، شبكة المعلومات الدولية (www.gaicas.com).

٣– أسماء ، محمد أحمد (٢٠١١م) "المناخ الحضري لمدينة المنيا، دراسة في المناخ التطبيقي" رسالة ماجستير، غير منشورة ، جامعة المنيا ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا.

٤– الهيئة العامة للأرصاد الجوية – قسم المناخ – بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٥٨ : ٢٠١٩م ، جمهورية مصر العربية ، القاهرة .

٥ – ايملي ، محمد حلمي (مارس ٢٠٠٠م): "تلوث الهواء بالجسيمات العالقة (الدخان والغبار) في مصر"، دراسة جغرافية، جامعة المنوفية – كلية الآداب ،مركز البحوث الجغرافية ،سلسة الجغرافيا والتنمية – شعبة البحوث الجغرافية.

٦– وزارة الدولة لشئون البيئة (٢٠١٦) ، جهاز شئون البيئة ،الشبكة القومية لرصد ملوثات الهواء المحيط، التقرير الشهري ، نوعية الهواء في مصر.

٧– عبد الراضي ، وليد عباس (٢٠٠٩) " التغير في بعض عناصر المناخ بدلتا النيل خلال القرن العشرين دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " رسالة ماجستير ، غير منشورة ، جامعة عين شمس ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا.

٨- قناوي ، أحمد حسين(٢٠١٥): " التغيرات المناخية وأثرها على بعض المحاصيل الزراعية في وادي النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة سوهاج ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا.

٩- شرف ، محمد إبراهيم حسن (١٩٩٦) " المخاطر المناخية علي الزراعة في واحة الأحساء ، مجلة كلية الآداب ،جامعة الإسكندرية.

١٠- شرف ، محمد إبراهيم محمد (٢٠٠٠م) " ظاهرة الاحتباس الحراري آثارها البيئية وأبعادها الاقتصادية والسياسية في الحاضر والمستقبل"، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

١١- شرف ، محمد إبراهيم محمد (٢٠٠٧م) " المشكلات البيئية المعاصرة، (الأسباب، الآثار، الحلول)"، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية

١٢- عبد الله ، محمد (٢٠٢٠) " تغير المناخ وأثره علي بعض المحاصيل في مصر " رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بني سويف ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا.

١٣- قانون حماية البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤م والمعدل بالقانون رقم ٩لسنة ٢٠٠٩م.

١٤- ديوان المحافظة المنيا ، مركز المعلومات ، إدارة المواقف(٢٠١٠م) "بيانات عدد السيارات المعتمدة" .

١٥- وزارة البيئة ، جهاز شئون البيئة (٢٠٠٥ م) "تقرير رصد نوعية الهواء" ، برنامج المعلومات والرصد البيئي، قطاع نوعية البيئة القاهرة .

١٦- وزارة الدولة لشئون البيئة ، جهاز شئون البيئة ،الشبكة القومية لرصد ملوثات الهواء ، قطاع نوعية البيئة ،٢٠١٣م.

١٧- مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا (سيداري) (٢٠١٧م)" تقرير حالة البيئة "القاهرة.

١٨- وزارة الصحة ، مركز الرصد البيئي (٢٠٠٩) "محطة المنيا " للفترة من ٢٠٠٥- ٢٠٠٨م ، إمبابة.

١٩- يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف(١٩٨٢) "الخصائص المناخية لعنصر الحرارة خلال القرن العشرين ، دراسة فى الجغرافية المناخية " رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة عين شمس – كلية الآداب .

٢٠- يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (٢٠٠٢) "الاتجاهات الحديثة في المناخ التطبيقي" حولية ادآب عين شمس ، مج ٣٠، جامعة عين شمس ، كلية الآداب .

المراجع الأجنبية :

1- IPCC Report (2007):" Climate Change" , Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK: Cambridge University Press for the Intergovernmental Panel on Climate Change.

2- IPCC (2001):"Adaptation and Vulnerability" , IPCC Third Assessment "Impacts, Working Group II.

3- Nicholls, R.J.(2014):"The impacts of climate change across the globe" University of Nottingham , England.

4- Douglas. A. V. AND Englehart, P. (2003) Urbanization and Seasonal Temperature Trends: Observational Evidence from a Data-Sparse Part of North America, International Journal of Climatology, USA.

5- El-tantawy, A. M. (2005), Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain Using G.I.S. and R.S.,

Mainz University.

6- Wilbanks TJ, Kates RW.(1999) Global change in local places: how scale matters.Climatic Change.

7- James J. McCarthy,(2009) "Reflections On: Our Planet and its Life, Origins ,and Futures," Science, Vol. 326, December 18, University of Texas, Austin ,USA.

8- Richard. A. Anthes,(1992) Meteorology , macmillan publishing company. new York.

9- National Research Center , Consultant Unit For Evaluation Of Air Environment Quality(2015):" Baseline Study of Air Quality In Areas Surrounding The Project of Transmission Line Connecting The Wind Farm At Gebel El-Zeit To The Electrical Network At Samalut", Cairo.

10- https://eipr.org/publications/

11- https://www.kuna.net.kw.

12- .Hansen, J. E. et al, 1996, http//www.cdiac.ornl.gov.

13- National Geophysical Data Center: (https://www. .ngdc.noaa.gov).

"**The thermal change in Minya, a study in climate geography**"

Abstract

The research deals with the case of thermal change at the local level because of the burden of mitigating and adapting to climate change will occur primarily at the local and regional scales. The research included the study of monthly, seasonal and annual thermal changes, and the factors that led to those changes .The study confirmed that there was a positive temperature change (rise) with a variation in its amount.The research included a study of the monthly, seasonal and annual thermal changes of the maximum, minimum and daily temperatures in addition to the extreme values (The absolute of maximum and minimum temperatures). The study confirmed that there was a positive temperature change (rise) with a variation in its amount from one element to another, although it was more clear for minimum temperatures than others. The study presented some of the factors that cause this temperature change, the most important of which is the change of solar radiation for a period and a quantity. , The variation in the number of sunspots, the increase in the percentage of greenhouse gases, the increase in the urban area, the change in building materials, and other factors. The study recommended the necessity of reducing greenhouse gas emissions, replacing gasoline with natural gas in transportation and transportation, using renewable energy, and developing agricultural strains that bear high temperatures, with The necessity to expand green spaces, and many other recommendations contained in the body of the research.

Key words: Thermal change, maximum and minimum temperatures, air pollution.