الخصائص المناخية واتجاهاتها المستقبلية باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي في العراق

م . د مروه خضير عباس العميدي
جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الانسانية

الملخص

يعد المناخ احد فروع الجغرافية الطبيعية التي يتكون من عدة عناصر وظواهر تشكل المظهر العام لمنطقة الدراسة (العراق) ، اذ تمتاز الخصائص المناخية بتغيراتها المستمرة ، اذ لا تسير على وتيرة واحدة بل تتغير قيم العناصر المناخية بالاتجاه نحو الارتفاع او الانخفاض تبعا للعوامل الطبيعية والبشرية التي يتكون منها النظام البيئي الحيوي ، وهذا ما يطلق عليه بالتغيرات المناخية التي اصبحت احد اهم التحديات التي تواجه العالم اليوم لكونها تهدد جميع المكونات الحية وغير الحية للبيئة وصعوبة التنبؤ بها وتحديد آثارها المتعددة الجوانب ، وبظهور تقنية الذكاء الاصطناعي التي تعد من التقنيات التي تم اكتشافها مؤخرا في منطقة (العراق) التي تستخدم لغرض التنبوء بالظواهر الطبيعية المناخية التي تشكل خطرا كبيرا على سطح الارض (منطقة الدراسة) من خلال امكانيته في تحليل البيانات الجغرافية المناخية بسرعة ودقة عالية فضلا عن توضيح طبيعة العلاقة بين الظواهر المناخية واسباب حدوثها ، ، وتم اخذ العناصر والظواهر المناخية لمنطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٤) وتطبيق عليها تقنية الذكاء الاصطناعي لمعرفة اتجاهاتها وتحديد آثارها التي تشمل جميع مكونات النظام البيئي ، مما يؤدي ذلك الى أتباع افضل الاساليب والطرائق العلمية لمواجهتها او التخفيف من آثارها او محاولة التكيف معها باستخدام تقنيات التقدم التكنولوجي الحديثة والمتطورة ولا سيما تقنية الذكاء الاصطناعي .

الكلمات المفتاحية : الخصائص المناخية ، الذكاء الاصطناعي

الاطار النظري

المقدمة

تمتاز الخصائص المناخية بتباين قيمها ومعدلاتها من مكان لأخر وفي نفس المكان من وقت لأخر ، ومنذ القدم كانت العناصر والظواهر المناخية تتغير قيمها بصورة طبيعية وبشكل بطيء لا ينتج عنه اي اضرار للبيئة ومكوناتها الحية وغير الحية ، فيما عدا بعض الكوارث الطبيعية التي تحدث بشكل مفاجئ كالبراكين والزلازل والفيضانات واضرارها تكون خطيرة ومدمرة على النظام البيئي ومكوناته ولا سيما الانسان ، ونتيجة للثورة الصناعية وما رافقها من اضافة غازات ومواد ملوثة للبيئة اثرت بشكل مباشر وخطير على تركيب الغلاف الجوي (الغازي)

وغيرت من نسب الغازات المكونة له فضلا عن اضافة غازات ومواد لم تكن موجودة في الغلاف الجوي سابقا ، مما اثر ذلك بصورة سلبية على قيم العناصر المناخية التي اخذ بعضها بالارتفاع بينما اتجه البعض الاخر منها نحو الانخفاض وهذا ما يطلق عليه حاليا ب (التغيرات المناخية) التي اصبحت مشكلة العالم اليوم ، وذلك لعدم تمكن الجهات المعنية التي عقدت العديد من الاتفاقيات والمعاهدات والمؤتمرات الخاصة بالتغير المناخي التي اخذت تهدد ملايين البشر على سطح الارض ولاسيما (منطقة الدراسة) فلم تتمكن من وضع حلول لمعالجة هذه الازمة والحد من اثارها الجسيمة ولا سيما مشكلة شحة المياه ورداءة نوعيتها الناجمة عن قلة الامطار تذبذبها التي تعد من ابرز الازمات التي تعاني منها منطقة الدراسة (العراق) ، كما ان ارتفاع درجات الحرارة بشكل غير طبيعي يؤثر على جميع مكونات النظام البيئي الحيوي مما يفقد توازنه الطبيعي ، ولذلك تم استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي لمعرفة الاتجاه العام للعناصر والظواهر المناخية لغرض ايجاد حلول اولية لمعالجتها والحد من آثارها ، فضلا عن التنبؤ باتجاهاتها المستقبلية لغرض اخذ الاحتياطات اللازمة لمواجهتها والتخفيف من تبعاتها المتعدد سواء كانت (بيئية ، اقتصادية ، اجتماعية وصحية) .

١-مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث الرئيسة بما يأتي :-

(هل تؤثر تقنية الذكاء الاصطناعي في الدراسات المناخية وتحديد اتجاهاتها المستقبلية ؟)

المشاكل الفرعية هي:-

-ماهي اكثر العناصر المناخية التي شهدت تغيرات سريعة في معدلاتها وقيمها الشهرية والسنوية؟

-هل تؤثر تقنية الذكاء الاصطناعي في الدراسات الجغرافية (المناخية) تأثيرا ايجابيا فقط ام لها تأثيرات سلبية ؟

٢-فرضية البحث

هي عبارة عن حل اولي لمشكلة البحث تتمثل بما يلي :-

١-تؤدي التقنيات الحديثة ولا سيما تقنية (الذكاء الاصطناعي) دورا فعالا في الدراسات المناخية وتحديد اتجاهاتها المستقبلية .

- تعد كل من (درجة الحرارة ، التبخر والامطار) من اكثر الخصائص المناخية التي شهدت تغيرات جوهرية في معدلاتها وقيمها .
- لا يقتصر دور تقنية الذكاء الاصطناعي على التأثيرات الايجابية فحسب بل هناك بعض التأثيرات السلبية عند تطبيقها في الدراسات الجغرافية .

٣-هدف البحث

تهدف الدراسة الى توضيح اهمية ودور تقنية الذكاء الاصطناعي في الدراسات الجغرافية ولا سيما الخصائص المناخية التي تمتاز بمعدلاتها المتغيرة نسبيا وآثارها التي تمس جميع مظاهر الحياة وتؤثر عليها تأثيرا مباشرا وغير مباشر ، اذ يستخدم الذكاء الاصطناعي في تحديد الاتجاهات المستقبلية للعناصر المناخية ، والتي تحدد على اساسها اتخاذ التدابير اللازمة للحد او التخفيف من حدت التغيرات المناخية وآثارها المتعددة الجوانب .

٤-منهجية البحث

اعتمد البحث على المنهج الوصفي (التحليلي) ، لوصف الظاهرة الجغرافية وصفا دقيقا وتوضيح جميع الجوانب المرتبطة بها اي (اسبابها وعوامل تكونها) ، لغرض الوقوف على اسباب حدوث التغيرات المناخية و تحليلها للحد منها ، وذلك من خلال استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي والاستفادة من توقعاتها المستقبلية في منطقة الدراسة (العراق) .

٥-اهمية البحث

تم اختياري لهذه الدراسة وذلك لكون التغيرات المناخية احدى اهم التحديات التي تواجه العالم في الوقت الحالي ، وعلى الرغم من عقد العديد من الاتفاقيات والمعاهدات الدولية الخاصة بشأن الدراسات المناخية الا انها لم توضع حلول نهائية لمعالجة التغيرات المناخية والتخفيف من حدتها ، لذلك تم استخدام احدى اهم وسائل التقدم التكنولوجي المتمثلة بالذكاء الاصطناعي وذلك لكونه ذات اهمية كبيرة وجوهرية في حل العديد من الازمات التي تواجه العالم من خلال وضع المقترحات والحلول المناسبة لمعالجتها والتخفيف من آثارها الفائقة .

٦-حدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة (العراق) فلكيا بين دائرتي عرض (٦ ̄ ٢٩ ̊ – ٢٧ ̄ ٣٧ ̊) شمالا ، وخطي طول (٤٥ ̄ ٣٨ ̊ – ٤٥ ̄ ٤٨ ̊) شرقا ، اما موقعها جغرافيا فهي تقع في الجزء الجنوبي الغربي من قارة اسيا ، اذ يحدها من الشمال تركيا ومن الشرق ايران ومن الجنوب الشرقي الخليج العربي والكويت ويحدها من الشمال الغربي سوريا ومن الغرب الأردن ، وتحدها السعودية من الجنوب الغربي ويحدها الكويت من الجنوب ، لاحظ الجدول (١) و الخريطة (١) .

جدول (١)

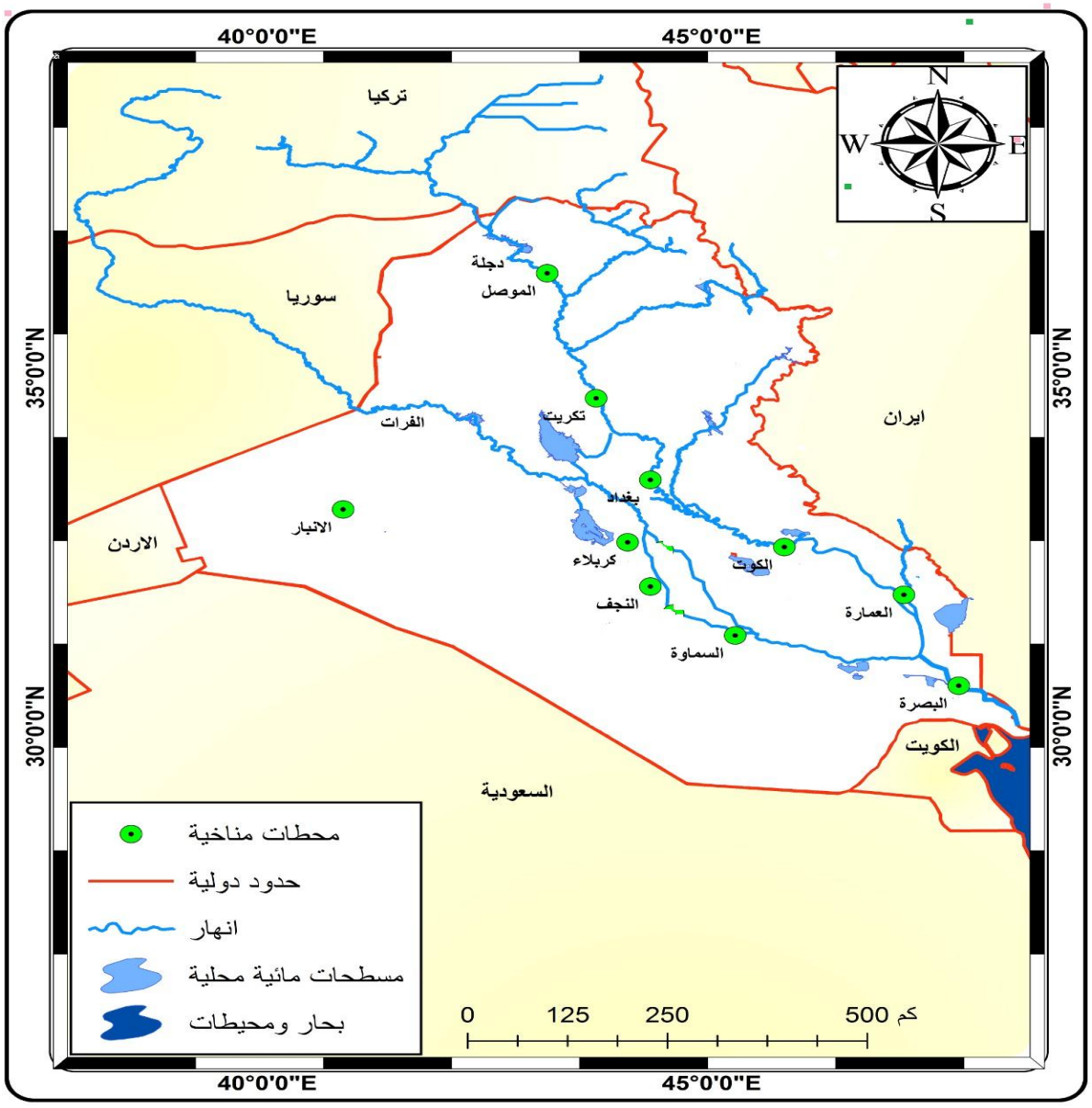
المحطات المناخية في منطقة الدراسة

المحطة	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع / م	موقع المحطة	مناخها
الموصل	43 09	36 19	223	شمالية	معتدل شبه جاف
تكريت	43 42	34 34	107	شمالية	معتدل شبه جاف
بغداد	44 24	33 18	31.7	وسطى	جاف
الانبار	41 36	32 54	45	غربية	صحراوي جاف
كربلاء	44 03	32 62	28	وسطى	جاف
الكوت	45 49	32 30	19	وسطى	جاف
النجف	44 19	31 57	53	جنوبية غربية	جاف
السماوة	45 17	31 19	9	جنوبية	جاف
العمارة	47 10	31 50	9.5	جنوبية شرقية	جاف
البصرة	47 47	30 31	2	جنوبية	جاف

المصدر : الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، اطلس مناخ العراق ، بغداد .

خريطة (١)

المحطات المناخية في منطقة الدراسة



المصدر : الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، اطلس مناخ العراق ، بغداد .

الخصائص المناخية واتجاهاتها المستقبلية باستخدام الذكاء الاصطناعي

يعد المناخ احد فروع الجغرافية الطبيعية الذي يأتي في مقدمة العوامل الطبيعية المؤثرة في تشكيل المظاهر البيئية للنظام الحيوي ، اذ تشكل الدراسات المناخية الركيزة الأساسية لمعرفة وفهم ما يحدث على سطح الارض (منطقة الدراسة) ، فالمناخ هو الذي يحدد الامكانيات المتاحة القابلة للاستخدام او تلك التي يمكن استغلالها فيما لو توفرت فيها بعض الظروف المناسبة التي تتمثل بالإمكانيات البشرية [1] (تقنية الذكاء الاصطناعي) الذي يعد من اهم وسائل التقدم التكنولوجي التي تم ادخالها مؤخرا الى منطقة الدراسة ، اذ يعد الذكاء الاصطناعي احد العلوم

الحديثة التي يتميز بإمكانياته المهمة والواسعة التطبيق في جميع العلوم والجوانب العلمية المتعددة .

حظي الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني ، الذي يطلق عليه غالبا (GeoAI) باهتمام كبير مؤخرا ، فهو مجال متطور يهدف الى المساعدة في تنظيم كيفية تفكيرنا في معالجة وتحليل البيانات الضخمة المكانية (الجغرافية) ، اذ يجمع بين الابتكارات في العلوم المكانية وطرق الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي والتعلم العميق واستخراج البيانات والحوسبة عالية الأداء ، وبما ان البيانات الجغرافية المكانية تنتشر على نطاق واسع في العديد من المجالات العلمية والتطبيقية مثل التغيرات المناخية والقدرة في مواجهة الكوارث الطبيعية وغيرها ، فيتمثل الهدف العام في تحسين جودة حياة الانسان على سطح الارض(منطقة الدراسة) ، لجعلها اكثر ملائمة لإمكانياته ونشاطاته المختلفة [٢] .

اولا : درجة الحرارة

يخضع مناخ الكرة الارضية على مر العصور الجيولوجية القديمة والى الآن للعديد من التغيرات المناخية الكبيرة سواء بزيادة الحرارة او في نقصانها ، الا انه لا يوجد أي تغيير طبيعي قوي كتغير في محور الكرة الارضية او نشاط أشعة الشمس ، بل ان نشاط الشمس يميل الى البرودة نوعا ما بينما درجة الحرارة ترتفع باستمرار ، وكل هذه مؤشرات للتغيرات المناخية التي حدثت نتيجة للنشاط البشري ، وهذا ما اكده العلماء من وجود زيادة في المعدلات العامة لدرجات الحرارة على سطح الارض (منطقة الدراسة) ، اذ ازدادت درجة الحرارة العظمى الى الضعف ، فمثلا ان معدل درجة حرارة سطح الارض هو (١٥) مْ وفي بعض الاحيان ترتفع في فصل الصيف لتتراوح تقريبا بين (٥٥ –٦٠) مْ ، اما في الماء فتتراوح درجة الحرارة بين (٢٠–٣٠) مْ تحت الصفر ، وكذلك ارتفاع معدل درجة الحرارة الصغرى بنسبة تعادل ضعف درجة الحرارة العظمى ، بشكل يعوض نقص الاشعاع الشمسي الذي يفقد ليلا بواسطة الاشعاع الارضي ، وعليه اخذت درجة الحرارة بالاتجاه نحو الارتفاع [٣] ، بشكل يسبب خطرا على بقية العناصر المناخية منها زيادة كل من التبخر و سرعة الرياح مقارنة بشحة الامطار وتذبذبها وانخفاض رطوبة الجو وما يترتب على ذلك من اخطار كبيرة على النظام البيئي .

يظهر من تحليل الجدول (2) والشكل (1) تباين معدلات درجات الحرارة في منطقة الدراسة (العراق) تباينا شهريا وسنويا ، اذ سجلت محطة البصرة اعلى قيم لدرجات الحرارة بلغ (26.4) مْ ، بينما سجلت ادنى معل سنوي لدرجة الحرارة في (الموصل) ، اذ بلغ (20.7) مْ ، وهذا التبيان يرجع الى تباين موقع محطات منطقة الدراسة مما يترتب عليه تباين كل من كمية الاشعاع الشمسي الواردة الى سطح الارض الذ يؤثر تأثيرا مباشرة على درجة حرارة الهواء ، كما

تتباين شهريا ، اذ تبدأ بالارتفاع من شهر (آيار) اذ سجلت لكل من محطات (الموصل ، بغداد والبصرة) تقريبا (25.1. 29.5 , 33.3) مْ على التوالي ، وتأخذ بعدها بالارتفاع التدريجي لتسجل اعلى قيمها في شهر (تموز) لكل من الموصل ، بغداد والبصرة على التوالي ، اذ وصلت (34.5 , 36.0 , 39.0) مْ لمحطات الموصل ، بغداد والبصرة على التوالي ، ويرجع سبب ذلك الى انتقال الشمس بحركتها الظاهرية الى النصف الشمالي من الكرة الارضية (منطقة الدراسة) ، مما يترتب على ذلك عمودية اشعة الشمس وزيادة طول ساعات السطوع (الفعلي والنظري) ، فضلا عن قلة تغطية السماء بالسحب وبالتالي وفرة كمية الاشعاع الشمسي الواردة الى منطقة الدراسة (العراق) وارتفاع درجات الحرارة ، وبعد ذلك تأخذ بالانخفاض التدريجي لتصل الى ادنى معدلاتها في شهر (كانون الثاني) ، اذ سجلت لمحطات الموصل ، بغداد والبصرة على التوالي تقريبا (7.4 , 10.1 , 13.0) مْ على التوالي ، يتماشى هذا الانخفاض مع حركة الشمس ظاهريا باتجاه النصف الجنوبي من الكرة الارضية ، مما يترتب عليه ميلان اشعة الشمس ، قلة عدد ساعات السطوع الشمسي فضلا عن زيادة تغطية السماء بالغيوم وبالتالي انخفاض درجة الحرارة ، مما تقدم يتضح ارتفاع درجات الحرارة كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب نتيجة لتباين موقع محطات منطقة الدراسة فيترتب عليه تباين تعرضها للمنخفضات والمرتفعات الجوية المؤثرة على مناخ منطقة الدراسة (العراق) .

ثانيا : الرياح

يقصد بالرياح الهواء المتحرك بصورة افقية على سطح الارض ، نتيجة لتباين قيم الضغط الجوي ، اذ تتحرك من مناطق الضغط العالي الى مناطق الضغط الواطئ بسرعة يحددها انحدار الضغط الجوي ، اذ كلما ازداد الفراق ازدادت سرعة الرياح وشدتها ، وتؤثر في سرعة الرياح عدة عوامل تتمثل ب (تباين الموقع والخصائص التضاريسية) لمنطقة الدراسة ، ويترتب على ذلك تباين سرعة الرياح بين المحطات الشمالية ، الوسطى والجنوبية [٤] ،اذ يتضح من تحليل الجدول (٣) والشكل (٢) تباين المعدلات السنوية لسرعة الرياح في منطقة الدراسة (العراق) تباينا شهريا

جدول (٢)

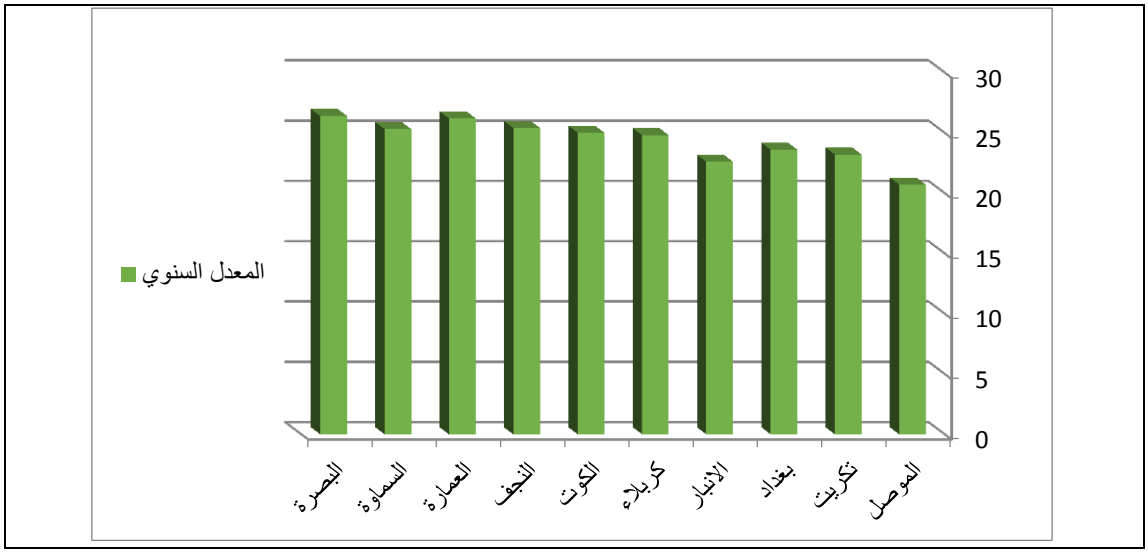
المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الاعتيادية (°م) للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م

الأشهر	ك2	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المعدل السنوي
الموصل	7.4	9.5	13.7	18.4	25.1	31.4	34.6	34.0	28.9	22.1	14.2	9.0	20.7
تكريت	9.1	11.8	16.1	22.9	28.7	34.2	36.4	36.1	31.5	24.5	15.9	10.9	23.2
بغداد	10.1	12.8	17.5	23.4	29.5	33.6	36.0	35.4	31.3	25.3	16.8	11.9	23.6
الانبار	9.9	11.4	15.6	21.5	28.2	32.5	35.0	34.3	30.1	24.7	16.4	11.5	22.6
كربلاء	10.8	13.6	18.3	24.6	30.6	35.2	37.6	37.2	33.1	26.5	17.8	12.5	24.8
الكوت	11.6	13.8	18.6	24.6	30.8	35.2	37.3	36.5	32.8	26.5	18.4	13.3	25.0
النجف	11.2	14.1	18.8	25.0	31.4	35.9	38.2	37.7	33.2	28.5	18.2	13.0	25.4
العمارة	11.8	14.4	23.9	25.0	32.1	36.9	38.5	38.0	34.1	27.6	18.8	13.5	26.2
السماوة	11.5	14.1	19.2	25.1	31.8	35.6	37.4	36.8	33.4	27.2	18.5	13.5	25.3
البصرة	13.0	15.5	18.4	24.2	33.3	37.4	39.0	38.4	34.7	28.7	20.1	14.5	26.4

المصدر :جمهورية العراق ،وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ .

شكل (١)

المعدل السنوي لدرجة الحرارة (م°) في منطقة الدراسة



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) .

وسنويا ، اذ سجلت اقصى سرعتها في محطة (الموصل) ادنى معدل سنوي لسرعة الرياح بلغ تقريبا (1.3) م/ثا ، وهذا الانخفاض يرتبط بارتفاع محطة الموصل وتباين سطحها بين الاودية والهضاب مما يعرقل من حركة الرياح وانخفاض سرعتها ، في حين سجلت البصرة اعلى معدل للرياح وصلت حوالي (3.8) م / ثا، نتيجة لانبساط سطحها الامر الذي يترتب عليه زيادة حركة الرياح وسرعتها .

تتباين سرعة الرياح شهريا وذلك تبعا لتباين كل من قيم الضغط الجوي ودرجات الحرارة في منطقة الدراسة ، اذ تأخذ بالارتفاع من شهر (ايار) ، اذ وصلت لكل من محطات (الموصل ، بغداد والبصرة) على التوالي تقريبا (1.8 , 3.4 , 4) م / ثا على التوالي ، وبعد ذلك تأخذ بالارتفاع التدريجي لتسجل اعلى معدل لسرعتها في شهر (حزيران) ، اذ بلغت في الموصل ، بغداد والبصرة حوالي (1.7 , 4.1 , 5.2) م/ ثا على التوالي ، وبعد ذلك تأخذ بالانخفاض التدريجي لتسجل ادنى قيمها في شهر (كانون الاول) ، اذ وصلت لمحطات الموصل ، بغداد والبصرة تقريبا (1 . 2.6 , 2.9) م/ ثا على التوالي .

جدول (٣)

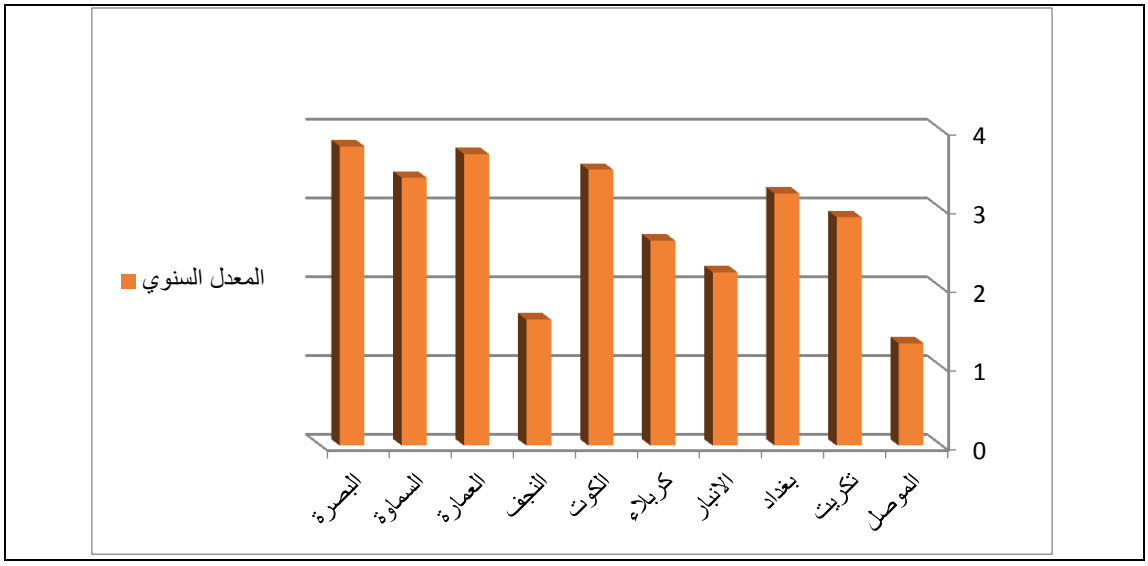
المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لسرعة الرياح (م/ثا) للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م

الأشهر	ك2	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المعدل السنوي
الموصل	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.7	1.6	1.4	1.2	1.0	1. 0	1	1.3
تكريت	2.5	2.6	2.8	3	3.1	3.4	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.4	2.9
بغداد	2.7	2.9	3.4	3.3	3.4	4.1	4	3.6	2.9	2.7	2.5	2.6	3.2
الانبار	1.9	2.2	2.4	2.5	2.5	2.8	2.7	2.2	2	1.8	1.8	1.7	2.2
كربلاء	2.0	2.4	2.9	2.9	3.0	3.6	3.6	2.9	2.2	1.8	1.7	1.8	2.6
الكوت	2.8	3.2	3.4	3.4	3.5	4.8	4.9	4.4	3.5	2.8	2.7	2.7	3.5
النجف	1.1	1.5	1.9	1.8	1.9	2.3	2.3	1.8	1.4	1.2	1.0	1.0	1.6
العمارة	2.8	3.3	3.7	3.8	3.9	5.3	5.3	4.5	3.7	2.8	2.7	2.6	3.7
السماوة	2.7	3.1	3.5	3.7	3.8	4.3	4.1	3.7	3.2	2.9	2.5	2.7	3.4
البصرة	3.3	3.6	4	4	4	5.2	4.9	4.3	3.7	2.8	3	2.9	3.8

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزال .

شكل (٢)

المعدل السنوي لسرعة الرياح (م/ثا) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) ملم



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٣) .

ثالثا : الرطوبة النسبية

تعد الرطوبة النسبية مقياسا مناسبا لرطوبة الهواء ، وذلك لكونها تعبر عن درجة اقتراب الهواء من التشبع ببخار الماء ، فتعرف الرطوبة النسبية بأنها عبارة عن النسبة بين كتلة بخار الماء الموجودة فعلا في حجم معين من الهواء الى كتلة بخار الماء اللازمة لتشبع حجم الهواء هذا عند درجة حرارة معينة ، ويعبر عنها بشكل نسبة مئوية ، ومما تجدر الاشارة اليه يخضع توزيع الرطوبة الجوية الى كل من درجة حرارة الهواء وعملية التبخر التي تزود الهواء ببخار الماء [٥] .

تتباين معدلات الرطوبة النسبية تباينا شهريا وسنويا في منطقة الدراسة (العراق) لاحظ جدول (٤) ، اذ سجلت السماوة ادنى قيم للرطوبة النسبية بلغت (39.5%) ، بينما وصلت اعلى قيم الرطوبة النسبية في محطة الموصل ، اذ بلغت (52.2%) ، وهذا التباين يرجع لتباين درجات الحرارة وقيم التبخر بين محطات منطقة الدراسة (العراق) ، كما تتباين شهريا فتبدأ بالارتفاع من شهر (تشرين الاول) اذ سجلت لكل من (الموصل ، بغداد والبصرة) على التوالي تقريبا (38 , 43 , 41%) على التوالي ، ثم تأخذ بالارتفاع التدريجي لتسجل اعلى قيمها في شهر (كانون الثاني) لمحطات (الموصل ، بغداد والبصرة) على التوالي ، فسجلت (80 , 69 , 66 %) وهذا الارتفاع يتزامن مع انخفاض درجات الحرارة وزيادة سرعة الرياح ، وبعد ذلك تأخذ معدلات الرطوبة النسبية بالانخفاض التدريجي لتسجل ادنى معدلاتها في شهر (26 , 24 , 22%) لمحطات الموصل ، بغداد والبصرة على التوالي وهذا الانخفاض يتماشى مع ارتفاع درجة الحرارة

وزيادة سرعة الرياح وزيادة قيم التبخر مما يساعد على زيادة رطوبة الهواء في منطقة الدراسة (العراق) .

جدول (٤)

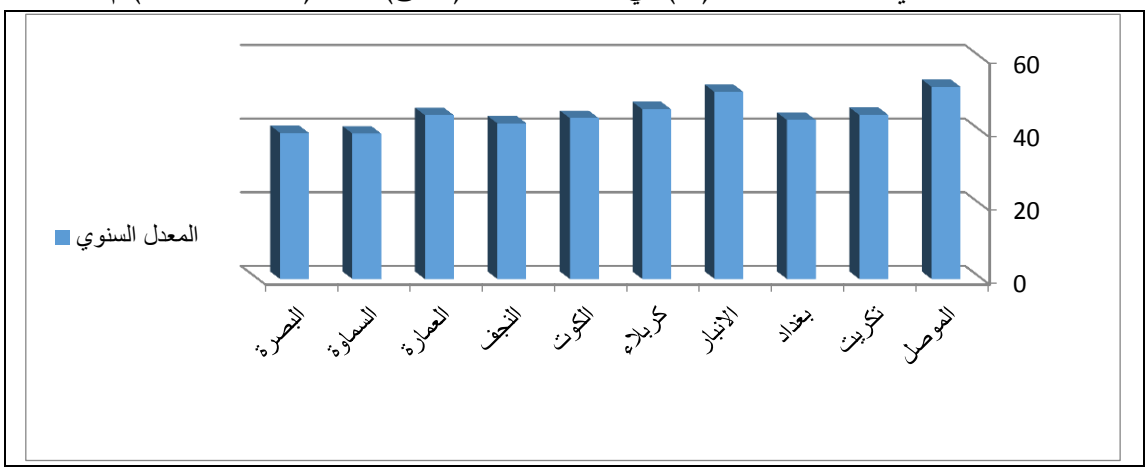
المعدلات الشهرية والمجموع السنوي للرطوبة النسبية (%) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م

ك2	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1
80	73	67	62	44	30	26	28	32	43	64	77
72	65	51	42	34	23	31	33	32	40	55	57
69	58	49	41	31	24	24	25	30	41	58	68
76	65	54	48	40	33	31	34	39	51	64	75
71	60	50	42	33	28	29	30	35	44	61	70
72	61	53	43	31	23	22	24	27	38	59	71
68	58	47	41	31	25	23	24	29	40	57	65
71	63	53	46	34	24	22	24	28	40	58	71
64	55	46	37	27	22	22	23	26	36	53	63
66	57	42	35	26	20	22	23	27	38	54	66

المصدر :جمهورية العراق ، وزارة النقل ،الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .

كل (٣)

المعدل السنوي للرطوبة النسبية (%) في منطقة الدراسة (العراق) للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٤)

رابعا : الامطار

تؤثر الحركة الجوية السائدة تأثيرا كبيرا على كمية التساقط وتوزيعها ، كما ان للتضاريس والظروف المحلية دورا كبير في التأثير على التساقط ، ومما تجدر الاشارة اليه ان نسبة التغير في كمية الامطار من سنة لأخرى ومن مكان لأخر تفوق بكثير نسبة التغير في درجة الحرارة ، وكلما كانت المنطقة اقل تساقطا كما هو الحال في منطقة الدراسة (العراق) ، كانت نسبة التغير في التساقط اكبر ، مما يترتب عليه العديد من المخاطر الكبيرة ولا سيما المياه السطحية ، الزراعة بالإضافة الى الاثار البيئية الاخرى ، فالتغير في مستوى المياه لنهري دجلة والفرات ورداءة نوعيتها هي احد الادلة على التغيرات المناخية [٦] .

يظهر من تحليل الجدول (٥) والشكل (٤) تباين المعدل الشهري والمجموع السنوي للأمطار الساقطة في منطقة الدراسة (العراق) ، اذ سجلت اقصى مجموع لها في محطة (الموصل) فبلغت (341.7 ملم) ، في حين سجلت محطة (النجف) ادنى مجموع سنوي للأمطار ، فبلغت (89.4 ملم) ، ومن هذا يتضح تناقص كمية الامطار كلما اتجهنا من الشمال نحو الجنوب نتيجة لتعرض المناطق الشمالية للمنخفضات الجوية للبحر المتوسط المسببة لسقوط الامطار ، فضلا عن ارتفاع المنطقة وتضرسها مما يسبب سقوط الامطار التضاريسية ، بينما تمتاز المناطق الوسطى والجنوبية بانبساط سطحها ، كما تتباين معدلات الامطار شهريا ، اذ تبدأ بالارتفاع من شهر (تشرين الاول) لكل من المحطات (الموصل ، بغداد والبصرة) على التوالي ، اذ بلغت (11.1 , 6.8 , 5.8 ملم) على التوالي ، وبعدها تأخذ بالانخفاض التدريجي لتسجل ادنى القيم في شهر (أب) فبلغت في جميع محطات منطقة الدراسة (0.0 ملم) وهذا نتيجة لعمودية أشعة الشمس ، وارتفاع درجات الحرارة ، زيادة سرعة الرياح وارتفاع قيم التبخر في منطقة الدراسة (العراق) .

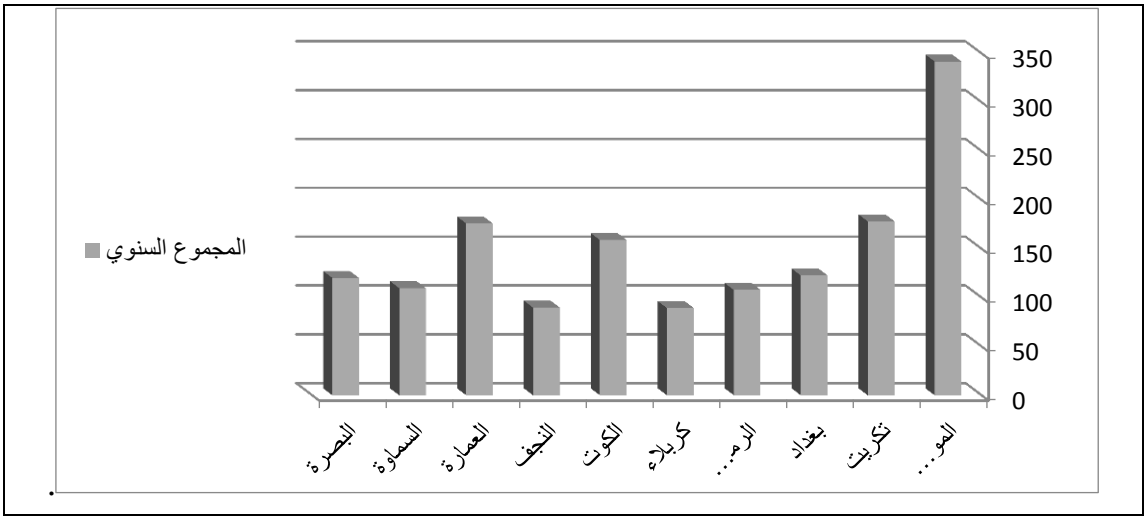
جدول (٥)
المعدلات الشهرية والمجموع السنوي للأمطار الساقطة (ملم) للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م

الأشهر	ك2	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المجموع السنوي
الموصل	62.4	52.3	57.8	43.1	15.6	1.1	0.2	0.0	0.5	11.1	37.3	60.3	341.7
تكريت	35.6	34.3	28.7	14.4	6.8	0.0	0.0	0.0	0.4	10.7	20.4	26.8	178.1
بغداد	24.2	16.1	17.0	15.3	3.0	0.0	0.0	0.0	0.1	6.8	23.1	17.1	122.7
الرمادي	19.5	20.3	15.0	15.1	3.8	0.0	0.0	0.0	0.3	5.8	15.0	13.1	107.9
كربلاء	16.7	13.4	14.1	11.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.3	3.8	14.3	13.5	89.4
الكوت	30.1	18.3	20.3	16.6	7.6	0.0	0.0	0.0	0.1	3.4	27.5	35.0	158.9
النجف	16.3	11.1	9.3	14.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	18.1	12.3	89.8
العمارة	28.2	20.8	30.8	16.0	7.1	0.0	0.0	0.0	1.1	8.3	32.8	30.8	175.9
السماوة	21.0	14.8	18.0	11.5	3.8	0.0	0.0	0.0	0.2	4.8	20.0	15.5	109.6
البصرة	24.1	16.3	16.5	11.5	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	18.5	23.7	120.1

المصدر :جمهورية العراق، وزارة النقل والهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي

شكل (٤)

المجموع السنوي للأمطار الساقطة (ملم) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٥) .

خامسا : التبخر

يعد قياس التبخر من اصعب العناصر المناخية ، بسبب طبيعته الحساسة وتأثره بمجموعة عوامل تتمثل ب (الاشعاع الشمسي ، درجات الحرارة ، سرعة الرياح ، طبيعة منطقة الدراسة ، نسبة التغييم ، بخار الماء ومقدار الرطوبة في الجو) ، ولا سيما سرعة الرياح التي تؤثر تأثير كبير في حجم التبخر ، فضلا عن ذلك يتم التبخر من مساحات واسعة على سطح الارض (منطقة الدراسة) ، اذ يشمل المسطحات المائية مثل (الانهار والبحيرات) ، كما يتم التبخر من اليابسة ايضا ، مما يترتب على ذلك صعوبة في اجراء قياسات التبخر من كل تلك المصادر ولا تحظى تلك القياسات بالدقة المطلوبة حتى وان كانت لمنطقة محددة [٧] .

نلاحظ من تحليل الجدول (٦) والشكل (٥) تباين التبخر تباينا شهريا وسنويا في منطقة الدراسة (العراق) ، اذ سجلت اعلى قيم للتبخر في محطة (الكوت) فوصلت (3771.6) ملم ، في حين سجلت محطة (كربلاء) ادنى قيمه فبلغت (224.5) ملم ، كما يتباين التبخر شهريا فتبدا قيم التبخر بالارتفاع في شهر (آيار) لكل من محطات الموصل ، بغداد والبصرة على التوالي ، اذ سجلت (233.8 ، 354.3 ، 384.7) ملم على التوالي ، وبعدها تأخذ بالارتفاع التدريجي لتسجل اعلى القيم في شهر (تموز) فبلغت (360.8 ، 512.2 ، 613.0) ملم على التوالي ، وبعد ذلك ينخفض تدريجيا ليصل الى ادنى معدلاته في شهر (كانون الثاني) لكل من الموصل ، بغداد والبصرة على التوالي ، اذ وصلت تقريبا (32.1 ،68.8 ، 72.4) ملم على التوالي ، مما تقدم نلاحظ انخفاض قيم التبخر كلما اتجهنا من الجنوب نحو الشمال ، وهذا يتماشى مع درجات الحرارة وسرعة الرياح .

جدول (٦)

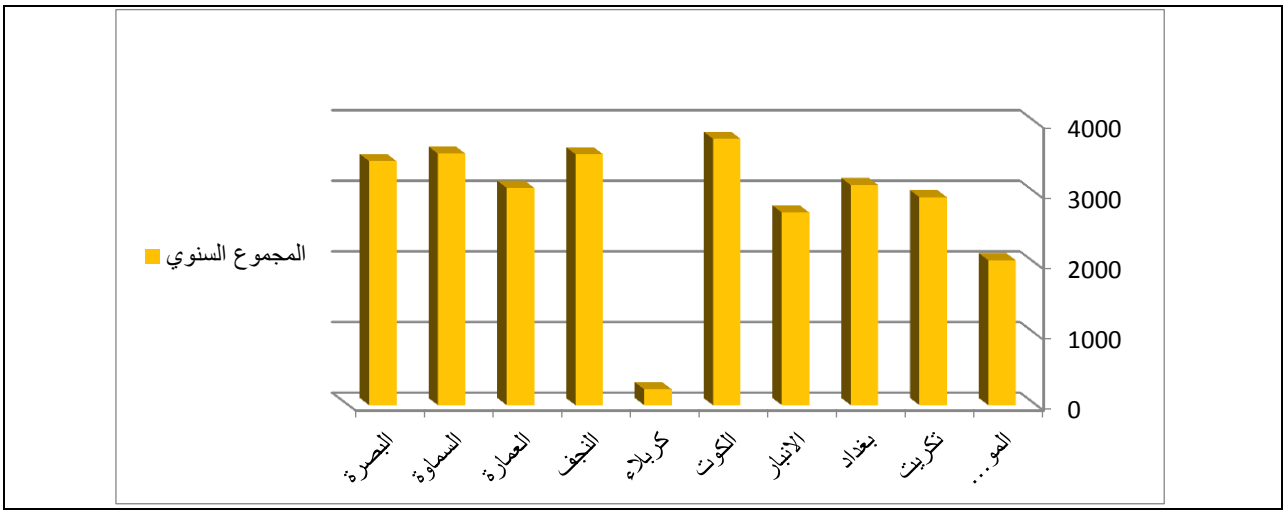
المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لقيم التبخر (ملم) للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م

الأشهر	ك2	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المجموع السنوي
الموصل	32.1	50.1	95.7	143.9	233.8	318.2	360.8	328.6	239.5	149.0	65.7	34.1	2051.5
تكريت	61.1	81.9	150.0	220.3	340.2	443.1	488.6	442.3	333.2	216.6	105.4	62.0	2944.7
بغداد	68.8	98.0	174.7	245.8	354.3	468.7	512.2	454.0	338.0	218.2	109.7	75.9	3118.3
الانبار	59.2	85.1	150.1	202.4	280.0	382.2	432.5	421.4	320.5	215.5	109.9	69.2	2728.0
الكوت	84.9	112.8	203.2	272.2	411.2	550.3	620.2	560.1	431.4	286.0	141.3	98.0	3771.6
كربلاء	58.6	87.2	159.0	224.1	315.1	393.1	429.4	387.5	289.5	192.3	96.3	61.3	224.5
النجف	91.3	125.3	207.3	283.9	401.8	499.3	554.0	519.3	378.3	264.3	136.8	92.5	3554.1
العمارة	61.4	86.7	155.8	221.6	348.4	478.1	508.2	468.0	350.3	220.8	106.5	70.6	3076.4
السماوة	92.3	125.0	214.2	279.4	401.8	489.9	536.0	516.4	396.6	281.4	135.4	93.7	3562.1
البصرة	72.4	103.3	181.7	258.7	384.7	556.7	613.0	501.8	365.5	226.9	116.5	74.1	3455.3

المصدر :جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .

شكل (٥)

المجموع السنوي للتبخر (ملم) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٣) م



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٦) .

الاتجاهات المستقبلية للخصائص المناخية باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي لسنة (١٩٩٠-٢٠٣٠) م في منطقة الدراسة (العراق) .

أ- درجة الحرارة

تشير الدراسات المناخية والابحاث العلمية والعديد من الاتفاقيات والمعاهدات والمؤتمرات الدولية التي عقدت بشأن التغيرات المناخية بان درجة الحرارة تغيرت قيمها نحو الارتفاع في السنوات الاخيرة من هذا القرن [٨] ، وعند تطبيق تقنية الذكاء الاصطناعي على معدلات درجة الحرارة اثبتت ذلك ، وكما تم التنبؤ بالاتجاهات المستقبلية لدرجات الحرارة حتى سنة (٢٠٣٠) ،ويتضح عند ملاحظة الشكل (٦) ان درجة الحرارة ارتفعت بشكل بطيء وتدريجي وليس بشكل مفاجئ ، ويشير ايضا ان درجة الحرارة تستمر بالزيادة مع مرور الوقت ، اذ سجلت سنة ٢٠٠٠ ، تقريبا (١٦) م$^{\circ}$ ، في حين وصلت سنة (٢٠٢٠) م$^{\circ}$ حوالي (١٧) م$^{\circ}$ ، ويتوقع ان ترتفع درجة الحرارة لتصل سنة (٢٠٣٠) بحدود (١٧,٩) م$^{\circ}$ ، وهذ يؤكد ان درجة استمرار درجات الحرارة بالارتفاع التدريجي وهذا جزء من التغيرات المناخية التي شهدها العالم ولا سيما منطقة الدراسة (العراق) .

*مما تجدر الاشارة اليه توضيح بعض الرموز والالوان الموجودة في المخطط البياني كما يلي:-

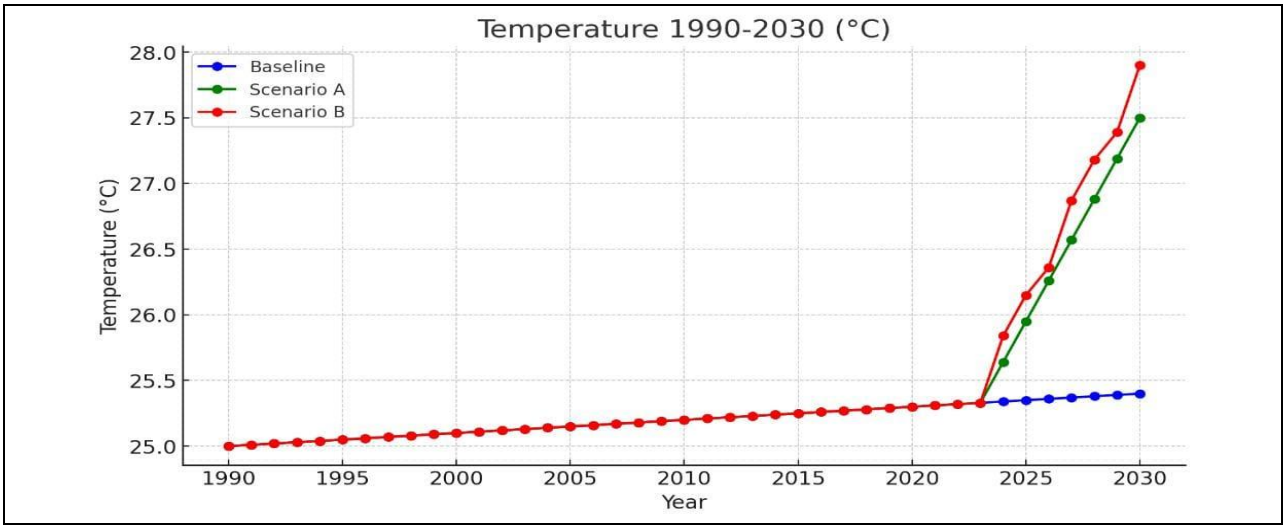
١- الون الازرقBaseline : يمثل هذ الخط السيناريو الذي لا يتغير فيه معدل ارتفاع درجة الحرارة بشكل كبير ، اذ تبقى درجة الحرارة ثابتة تقريبا بعد عام ٢٠٢٥ .

٢-الون الاخضر Scenario A : يمثل هذا الخط ارتفاعا سريعا في درجة الحرارة من عام (٢٠٢٥-٢٠٣٠) لتصل تقريبا (٢٧) م$^{\circ}$.

٣-الون الاحمر Scenario B : يمثل هذا الخط ارتفاعا كبيرا في درجة الحرارة يبدأ ايضا من (٢٠٢٥-٢٠٣٠) ، اذ ترتفع درجة الحرارة حوالي (٢٧,٥) م °.

شكل (٦)

الاتجاهات المستقبلية لدرجات الحرارة حتى عام (٢٠٣٠) م



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٢) .

ب-الرياح

يظهر من تحليل الشكل (٧) ان التوقعات المستقبلية لمعدل سرعة الرياح في منطقة الدراسة (العراق) تشير الى اتجاه سرعتها نحو الزيادة ، نتيجة لتغير معدلات درجة الحرارة نحو الزيادة ، لان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة سرعة حركة الهواء بالقرب من سطح الارض (منطقة الدراسة) ، وهذا دليل اخر على التغيرات المناخية ، اذ تم التنبؤ بمعدلات سرعة الرياح لحد سنة (٢٠٣٠) ، اذ تشير تقنية الذكاء الاصطناعي بزيادة سرعة الرياح زيادة طفيفة وبطيئة تصل تقريبا (٥,٢) م / ثا لحد سنة (٢٠٣٠) .

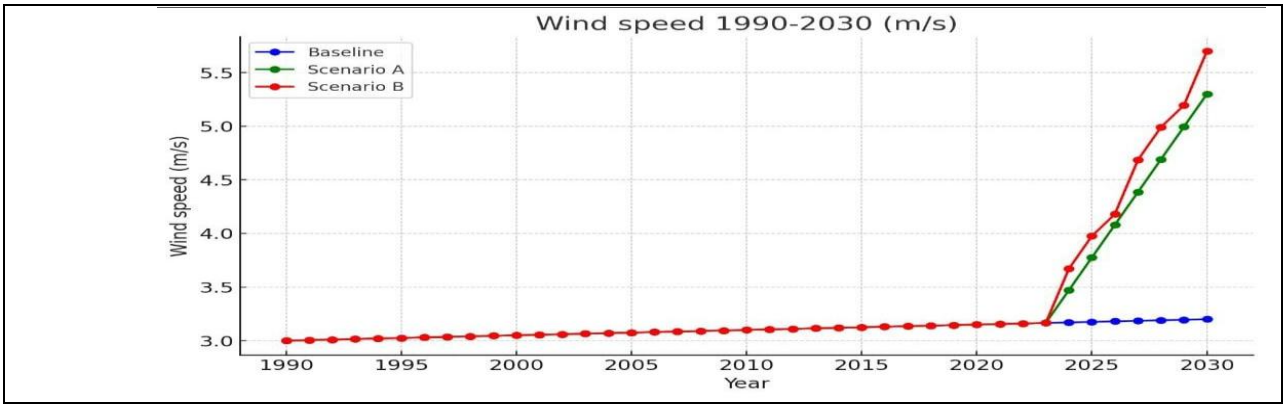
١- الون الازرقBaseline : يمثل هذ الخط السيناريو الذي لا يتغير فيه معدل سرعة الرياح بشكل كبير ، اذ تبقى سرعة الرياح بطيئة بصورة اعتيادية .

٢-الون الاخضر Scenario A : يمثل هذا الخط ارتفاعا بوتيرة عالية في سرعة الرياح الهابة في منطقة الدراسة (العراق) اذ بلغ الارتفاع بحدود (٥,٣) م / ثا .

٣-الون الاحمر Scenario B : يمثل هذا الخط ارتفاعا بوتيرة عالية جدا في معدل سرعة الرياح بشكل يفوق السيناريوهات السابقة ، اذ وصل حوالي (٥,٧) م/ ثا .

الشكل (٧)

التوقعات المستقبلية لاتجاه سرعة الرياح (م /ثا) لسنة ٢٠٣٠



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٣) .

ج–الرطوبة النسبية

تعد احد العناصر المناخية التي أثرت فيها التغيرات المناخية من خلال اتجاه معدلاتها المستقبلية نحو الانخفاض ، اذ تناقصت رطوبة الجو بشكل تدريجي وبطيء ، فعند ملاحظة الشكل (٨) يظهر اتجاه مؤشر الرطوبة لسنة (٢٠٣٠) نحو الانخفاض .

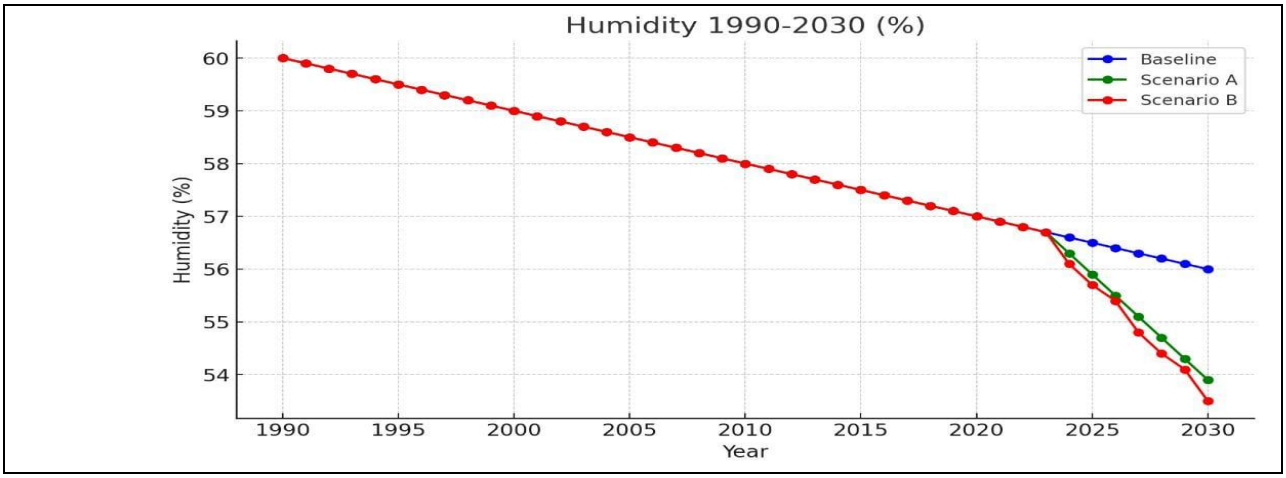
١– الون الازرق الاساسيBaseline : يمثل هذ الخط السيناريو الاساسي الذي تنخفض فيه معدل الرطوبة بصورة بطيئة مقارنة بالسيناريوهات الاتية .

٢–الون الاخضر Scenario A : يمثل هذا الخط انخفاضا سريعا في معدل الرطوبة النسبية من عام (٢٠٢٥–٢٠٣٠) لتصل تقريبا (٥٤%) .

٣–الون الاحمر Scenario B : يمثل هذا الخط انخفاضا سريعا جدا في معدل الرطوبة النسبية ، اذ يبلغ تقريبا (٥٢%) .

شكل (٨)

الاتجاهات المستقبلية للرطوبة النسبية (%) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠–٢٠٣٠) م



المصدر عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٤) .

ح–الامطار

هي احد اهم مؤشرات التغير المناخي في منطقة الدراسة (العراق) ، اذ يشير الشكل (٩) الى اتجاه المعدل العام للأمطار نحو الانخفاض بصورة تدريجية وبطيئة ، مما يؤثر ذلك على مكونات النظام البيئي الحيوي ، ولا سيما المياه .

- الون الازرق الاساسيBaseline : يمثل هذ الخط السيناريو الاساسي الذي يمثل المجموع السنوي الاعتيادي للأمطار.

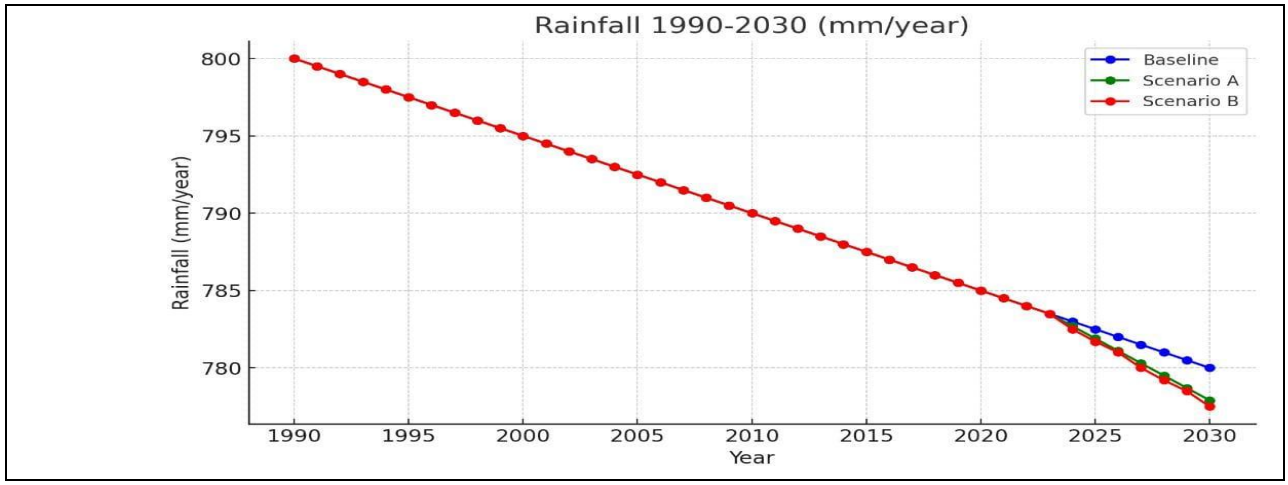
٢-الون الاخضر Scenario A : يمثل هذا الخط انخفاضا في كمية الامطار الساقطة ، اذ ينخفض المجموع السنوي للأمطار حوالي (٧٧٣) ملم / سنة .

٣-الون الاحمر Scenario B : يمثل هذا الخط انخفاضا في معدل هطول الامطار ، اذ يبلغ (٧٧١) ملم / سنة.

فيمثل الاتجاه العام للأمطار الساقطة في منطقة الدراسة (العراق) في السيناريوهات الثلاثة انخفاضا تدريجيا في معدل هطول الامطار .

شكل (٩)

الاتجاهات المستقبلية للأمطار الساقطة في منطقة الدراسة (١٩٩٠-٢٠٣٠) م



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٥) .

خ- التبخر

يعد التبخر احد الخصائص المناخية التي تؤثر في تشكيل المظهر العام للبيئة الطبيعية ، فمن تحليل الشكل (١٠) نلاحظ اتجاه قيم التبخر نحو الارتفاع وذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض قيم الرطوبة النسبية وزيادة سرعة حركة الهواء الافقية الامر الذي ساهم بشكل فعال في ارتفاع كمية التبخر من المسطحات المائية (نهري دجلة والفرات) وكذلك التبخر من اليابسة ، فمن المتوقع زيادة التبخر بشكل تدريجي لحد سنة ٢٠٣٠ .

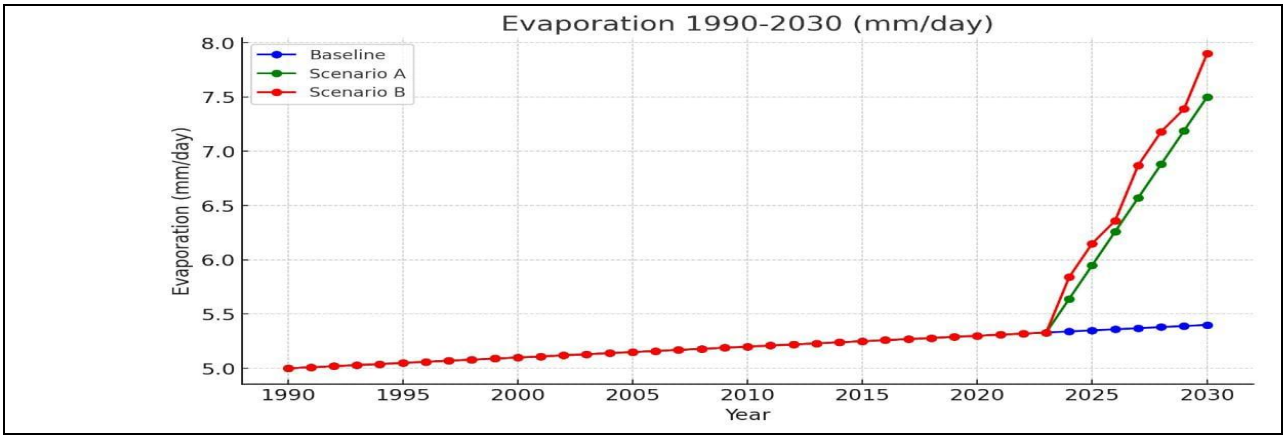
١- الون الازرقBaseline : يمثل هذ الخط السيناريو الذي لا ترتفع فيه قيم التبخر بشكل سريع ومفاجئ ، بل تتغير بالاتجاه نحو الارتفاع بنسب بطيئة وطبيعية .

٢-الون الاخضر Scenario A : يمثل هذا الخط تغيرا سريعا في قيم التبخر بالاتجاه نحو الارتفاع تماشيا مع معدل ارتفاع درجة الحرارة من عام (٢٠٢٥-٢٠٣٠) في منطقة الدراسة ، اذ سجل انخفاض وصل (٧,٥) ملم .

٣-الون الاحمر Scenario B : يمثل هذا الخط ارتفاعا كبيرا في قيم التبخر يبدأ ايضا من (٢٠٢٥-٢٠٣٠) ، اذ يصل حوالي (٧,٨) ملم في منطقة الدراسة (العراق) .

شكل (١٠)

الاتجاهات المستقبلية لقيم التبخر(ملم) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٣٠)



المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على (٦) .

السلبيات الناتجة عن استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي

تتمثل اهمية الذكاء الاصطناعي في امكانية تطبيقه في كافة المجالات والتخصصات العلمية على سطح الارض (منطقة الدراسة) ، اذ تم ادخال هذه التقنية مؤخرا في منطقة الدراسة (العراق) مقارنة بالبلدات المتقدمة التي اعتمدت هذه التقنية منذ سنوات عديدة لأهميتها في تحليل البيانات وتفسيرها وتصنيفها بالطرائق الاحصائية والرياضية الحديثة للحصول على نتائج صحيحة وموضوعية تمثل الواقع الذي نعيش فيه مع امكانيته في وضع مقترحات وحلول للمشكلة (موضوع البحث) ، فبالرغم من اهمية الذكاء الاصطناعية ولإيجابيات المتعددة التي يتمتع بها الا ان هناك بعض السلبيات التي تترتب على استخدامه ، يمكن اختصارها بما يلي :-

انخفاض التفاعل الانساني فالاعتماد على الذكاء الاصطناعي بشكل كبير في التعليم يؤدي الى قلة التفاعل بين المعلم والطالب ، وتباين في الوصول الى التكنولوجيا ، اذ لا يكون لدى جميع الطلاب بالوصول الى الاجهزة والاتصال والانترنيت الضرورية للاستفادة من الذكاء الاصطناعي ، كما يؤدي الاعتماد الزائد على التكنولوجيا الى اهمال الجوانب الانسانية والاجتماعية مثل التفاعل الشخصي والتعلم الجماعي ، فضلا عن ذلك يثير استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي في التعليم مخاوف بشأن الخصوصية والأمان ، اذ يتم جمع

وتحليل كميات كبيرة من البيانات الشخصية للطلاب مما يتطلب سياسات واجراءات صارمة لحمايتها كما يؤدي الى فقد الوظائف والاعتبارات الأخلاقية ، اذ يثير استخدامه في التعليم اسئلة اخلاقية حول المراقبة واستقلالية الطلاب ، ويجب معالجة هذه القضايا للحفاظ على سلامة التجربة التعليمية [٩] .

اهم الاستنتاجات التي توصلت اليها الدراسة هي :-

١-اثبتت ان منطقة الدراسة (العراق) تعاني من تغيرات مناخية لكل من (درجات الحرارة ، الرياح ، الرطوبة النسبية ، الامطار والتبخر) .

٢-بينت الدراسة من خلال استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي ان الخصائص المناخية التي تتمثل بكل من (درجات الحرارة ، الرياح والتبخر) اخذت بالارتفاع التدريجي منذ الثورة الصناعية والى الوقت الحالي ، اذ ازدادت خلال السنوات الاخيرة من القرن الماضي بسبب زيادة التلوث وتفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري .

٣- وضحت الدراسة بواسطة الذكاء الاصطناعي ان كل من (الرطوبة النسبية والامطار) اخذت قيمها بالاتجاه نحو الانخفاض في منطقة الدراسة (العراق) مما سبب زيادة نسبة التصحر وانخفاض كمية الايرادات المائية للمسطحات المائية السطحية مما أثر بشكل سلبي على فقدان التوازن البيئي الطبيعي للنظام الحيوي .

٤-اكدت الدراسة اهمية تقنيات التقدم التكنولوجي ولا سيما تقنية (الذكاء الاصطناعي) في اعطاء توقعات مستقبلية للخصائص المناخية التي تمثل طبيعة المنطقة البيئية ، لغرض اخذ الاحتياطات والتدابير اللازمة لمواجهتها والتخفيف من آثارها التي تطال وتمس مختلف مكونات البيئة الحية وغير الحية .

٥- اثبتت الدراسة ان الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة (العراق) ترتبط ارتباطا قويا فيما بينها ، والدليل على ذلك ان اي تغير في عنصر مناخي يرافقه تغيير في بقية العناصر المناخية الاخرى ، ومما تجدر الاشارة اليه ان العناصر مناخية بعضها يتغير نحو الزيادة مثل (درجة الحرارة ، التبخر والرياح) ، والبعض الاخر يتجه نحو الانخفاض كا (الامطار والرطوبة النسبية).

التوصيات

١-تعزيز التعاون الدولي من خلال عقد المؤتمرات والاتفاقيات الحكومية الدولية لغرض التعمق بموضوع التغيرات المناخية للوقوف على اسبابها الجوهرية ومحاولة ايجاد الحلول المناسبة لها

٢-زيادة التوعية البيئية والمراقبة المستمرة للمصانع باستخدام غازات اقل تلوثا او انشاء مصافي ذات نوعية جيدة للتخفيف من حدة تلوث الغازات والمواد الملوثة قبل اطلاقها للجو

٣-تعزيز وتشجيع المراكز البحثية المتابعة لمشكلة التغيرات المناخية لمعرفة اخر ما توصلت اليه من نتائج واخذها بعين الاعتبار.

٤-استخدام التقنيات الحديثة والمتطورة المتمثلة بتقنيات الذكاء الاصطناعي ومحاولة انشاء مراكز علمية خاصة بالتقنيات التكنولوجية تمتلك كادر علمي متخصص بالذكاء الاصطناعي لتدريب الكوادر التدريسية من

كيفية استخدام هذه التقنية والاستفادة منها في العديد من التخصصات العلمية ولا سيما الدراسات المناخية التي تمتاز بتغيراتها النسبية وعدم سيرها في وتيرة واحدة .

المصادر

١-عبد القادر عساج محمد ، الخصائص المناخية لمحمية عتمة الطبيعية ، مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية الآداب ، جامعة ذمار ، العدد ٣ ، ٢٠٠٧ .

٢-أشرف حسن شقفة وعبد الخالق الأول الأسطال ، تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي ومجالات تطبيقها في التخطيط والتطوير الحضري : المفاهيم والفرص والتحديات في المدن الذكية (الكويت) دراسة حالة ، مجلة تحليل البيانات ومعالجة المعلومات ، العدد ٢ ، المجلد ١٠، كلية الآداب ، الجامعة الاسلامية ، فلسطين ، ٢٠٢٢ .

٣- حيدر راضي كاظم الخزعلي ، التغيرات المناخية وآثارها البيئية ، الطبعة الاولى ، ٢٠٢٠ .

٤- أزهار فرحان منثر العتابي ، تأثير التغير المناخي في الخصائص المناخية لأيام الانقلابات و الاعتدالات الفصلية في العراق ، رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، جامعة واسط ، ٢٠٢٣ .

٥-علي حسن موسى ، أساسيات علم المناخ ، دمشق ، الطبعة الاولى ، ١٩٩٢.

٦-علي حسن موسى ، التغيرات المناخية ، الطبعة الاولى ، دمشق ، ١٩٨٦ .

٧-احمد لفته حمد البديري ،أثر التغيرات المناخية على اتجاهات التبخر – النتح الممكن وسيناريوهاتها المستقبلية في العراق ، اطروحة دكتوراه ، كلية التربية (ابن رشد) للعلوم الانسانية ، جامعة بغداد ، ٢٠١٨ .

٨-علي حسن موسى ، المناخ ومستقبل الأرض ، دمشق ، ٢٠٢٠ .

٩-ايمان حامد محمود ربيع ولمياء ابراهيم احمد عبد الفتاح ، ايجابيات وسلبيات الذكاء الاصطناعي في التعليم النوعي ، المجلة العلمية بحوث في العلوم والفنون النوعية ، العدد ٢١ ، المجلد ١٢ ، فبراير ، ٢٠٢٤ .

الدوائر الرسمية

١-الهيئة العامة للأنواء الجوية ، اطلس مناخ العراق ، بيانات غير منشورة ، ٢٠٢٢ .

٢- جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .