استخدام تقنية الـ GIS في تقدير العمق المكافئ المنتظم للهطول المطري وحجم الصفيحة المائية الناجمة عنه فوق العراق لأغراض التخطيط والتنمية

ا.م.د. حسن سوادي نجيبان الغزي

جامعة ذي قار/ كلية التربية / قسم الجغرافيا

المستخلص :

يهدف البحث الى تقدير العمق المكافئ المنتظم للهطول المطري (ملم) فوق العراق وحجم الصفيحة الناتجة منه (مليار م٣/سنة) وفق ثلاث طرائق علمية هندسية دقيقة (طريقة مضلعات ثيسن ،طريقة خطوط تساوي المطر ،طريقة المتوسط الحسابي)،لأغراض حصاد المياه والقيام بعمليات التنمية و التخطيط الامثل لإدارتها.

تم الاعتماد على اعماق التساقط الشهري المسجلة في ثلاث واربعون محطة مناخية للمدة (١٩٨٠-٢٠١٣)،استخرجت منها مجاميع اعماقها السنوية .كانت احدى وثلاثون محطة تقع داخل العراق واثنا عشر منها تقع خارجه في المناطق المجاورة له ،استخدمت لضمان دقة رسم الخرائط وتكوين الاسطح الاحصائية لتوزيع الامطار فوق العراق ،والتي يلتمس الباحث دقتها من خلال استخدامه للتقنيات الحديثة في تطبيقها والمتمثلة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية وقدراتها الفائقة في بناء ومعالجة قواعد البيانات واشتقاق نماذج التوليد المكاني منها.

خلص البحث الى جملة من النتائج من بينها ان اكثر الطرق ملاءمة لتقدير العمق المكافئ المنتظم للتساقط فوق العراق هي طريقة خطوط تساوي المطر وعدم كفاءة طريقتي مضلعات ثيسن والمتوسط الحسابي في هذا المجال ،وقد اشارت النتائج الى ان العراق يستلم في المعدل السنوي حجما من التساقط يقدر بـــ (٨٩,٠٧٣) مليار متر مكعب من المياه نتج من عمق مكافئ منتظم (٢٠٣,٧٦) ملم.

اولا: المقدمة.

إن التطبيق الجيد للطرائق الهيدرولوجية ،هو أساس لإدارة مصادر المياه وتنميتها. وكنتيجة للزيادة الطبيعية في سكان العراق، وقلة الوارد المائي لنهري دجلة والفرات في العقديين الماضيين نتيجة تحكم دول المنبع به وسوء ادارة المياه ،يجعل من الضغط المتواصل على المياه في ازدياد دائم، وهو ما يستدعي التفكير في تطوير طرائق البحث والتحليل والدراسة لمشكلة المياه ومواجهة هذا التحدي المستقبلي ،لإيجاد المصادر البديلة.

من المعروف ان التساقط المطري هو مصدر الايراد المائي الرئيس لاي نظام هيدرولوجي، وعليه فان تحليل الخصائص الهيدرولوجية لأي منطقة يحتاج الى تحليل بيانات التساقط فيها. وغالبا ما يواجه الهيدرولوجيون في المناطق الجافة وشبه الجافة ومنها العراق العديد من الصعوبات خصوصا فيما يتعلق بجمع المعلومات الهيدرولوجية لأغراض ادارة الموارد المائية او خطط التنمية والاستثمار المرتبط بها .اذ تتصف هذه المناطق بقلة المعلومات او صعوبة الحصول عليها فضلا عن العشوائية في حساباتها ،ومن اهم المعلومات الضرورية ما يتعلق بحساب او تقدير العمق المكافئ المنتظم للتساقط (Equivalent Uniform Depth). لقد ظهرت في السنوات الاخيرة الماضية العديد من التقنيات الحديثة ومنها تقنيات نظم المعلومات الجغرافية لتكون وسيلة فعالة في سرعة اتخاذ القرار السليم بناءً على معلومات صحيحة مخزنه في ذاكرة النظام العملاقة يقوم باستدعائها ومعالجتها بسرعة فائقة ومقارنتها بعضها ببعض وربط العوامل المختلفة والمتبادلة للوصول الى تصور شامل وواضح لجميع جوانب اي مشكلة مائية ،والخروج بتفسيرات وحلول منطقية بدقة كبيرة وفي وقت قصير نسبيا وبشكل الي.

ثانيا : مشكلة البحث

تتمثل مشكلة الدراسة في عدم وجود تقدير علمي دقيق مبني اسس علمية دقيقة للعمق المكافئ المنتظم للهطول المطري فوق العراق(ملم) ، وحجم المياه (مليار/ م٣) المتولده عنه فوق كل منطقة من مناطقه ، سيما وان العراق يعاني في الوقت الحاضر من ازمة مائية كبيرة القت بضلالها على العديد من الانظمة البيئية فيه، رغم استقباله معدل سنوي من الامطار يساوي (٨٩) مليار متر مكعب تقريبا، كما سيتضح لنا من خلال البحث .وهذا يتطلب التفكير الجدي في

ادارة وتنمية هذا المورد الطبيعي والاستفادة منه بالشكل الامثل الذي يعيد التوازن لتلك الانظمة البيئية المتدهورة و يلبي عمليات التنمية المختلفة في البلد.

ثالث :فرضية البحث

انطلق البحث من فرضية مفادها ان التوازن في تقييم منظومة معلومات هيدرولوجية متكاملة وشاملة هو القادر على ايجاد وتصميم جزء من الحل للمشكلة المائية القائمة في العراق. وان كفاءة تقنية نظم المعلومات الجغرافية(GIS) في بناء قواعد البيانات الهيدرولوجية وتطبيق الطرائق الهندسية، سوف يسهم في تقدير دقيق للعمق المكافئ المنتظم للهطول المطري وحجم الصفيحة المائية الناتجة منه فوق العراق ،وذلك لقدراتها الفائقة عبر ادوات التحليل المكاني(Spatial Analysis) ، بأدق النتائج وأقل الاوقات.

رابع: اهمية البحث

يكتسب البحث أهميته من كونه يقدم تقديرا دقيقا للعمق المكافئ المنتظم للتساقط المطري وحجم الصفيحة المائية الناتجة عنه فوق العراق لأغراض حصاد المياه والقيام بعمليات التنمية والتخطيط الامثل لإدارتها ، وفق طرائق علمية هندسية دقيقة كطريقة المتوسط الحسابي وطريقة مضلعات ثيسن وطريقة خطوط تساوي المطر ،التي يلتمس الباحث دقتها من خلال استخدامه للتقنيات الحديثة في تطبيقها والمتمثلة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية وقدراتها الفائقة في بناء قواعد البيانات و نماذج التوليد المكاني وإنتاج الخرائط الرقمية واستخراج القياسات منها بأقل الأوقات وارخص التكاليف وأدق النتائج.

خامسا : هدف البحث:

يهدف البحث الى :-

١- تقدير العمق المكافئ المنتظم للتساقط المطري فوق العراق (ملم)، وحجم الصفيحة المائية الناتجة عنه (مليار متر مكعب) وفق ثلاث طرائق مستخدمه لهذا الغرض وهي طريقة المتوسط الحسابي وطريقة مضلعات ثيسن وطريقة خطوط تساوي المطر وبيان ادقها في

تلك الحسابات واكثرها ملاءمةً للاتساع المساحي والوضع الطبوغرافي للعراق بعد اجراء المقارنات فيما بينها .

٢- إنتاج خرائط التوزيع المكاني للهطول المطري فوق العراق ،لدعم اتخاذ القرار لواضعي السياسات التنموية والعاملين في ادارة الموارد المائية لوضع خطط وتنفيذ مشاريع تنموية لأغراض حصاد المياه، كفيلة بتغيير واقع ومستقبل الوضع الهيدرولوجي الذي من شأنه ان يسهم بإعادة التوازن للأنظمة البيئة المتدهورة والقيام بعمليات التنمية الشاملة في العراق.

٣- تقييم الوضع الهيدرولوجي المتعلق بالتساقط فوق العراق وتقييم كفاءة تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تقدير العمق المكافئ المنتظم للهطول وحساب حجم المياه الناتجة منه فوق العراق ،وقدراتها في نماذج التوليد المكاني وانتاج الخرائط الرقمية في ذلك.

سادسا :منهجية البحث

اتبع الباحث المنهج التجريبي الكمي القائم على الطرق التجريبية في معالجة البيانات الهيدرولوجية وذلك من خلال تطبيق مجموعة من الطرق الهندسية المعدة لتقدير حجم وعمق المكافئ المنتظم للهطول فوق العراق ،والمستندة في نتائجها على تحليل قيم الامطار في (٤٣) محطة مناخية احدى وثلاثون منها في داخل العراق واثنا عشر اخرى خارجه استخدمت كمحطات ضابطة لضمان دقة رسم الخرائط الرقمية التي انتجت من خلال خوارزمات وعمليات التوليد المكاني (Spatial Interpolation) في نظم المعلومات الجغرافية. اذ ان الخريطة الرقمية تعد نظاما لانجاز المهام الخرائطية في بيئة الحاسوب عن طريق اخال البيانات ومعالجتها واخراجها بما يتماشى مع العرض الخرائطي الذي يساعد المستخدم على اتخاذ القرار(Campell, J. 1998,P.296).

سابعاً: خطوت العمل:

١- جمع بيانات التساقط لثلاث واربعين محطة مناخية داخل العراق وخارجه من مصادرها المختلفة وتبويبها واستخراج المعدلات الشهرية والسنوية منها للمدة (١٩٨٠-٢٠١٣) لجميع المحطات المستخدمة في البحث باستثناء محطتي بدرة والعزيزية اللتان ابتدأ القياس فيهما منذ سنه ١٩٩٤.

٢- جمع الخرائط الادارية وخريطة الموارد المائية ونموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ومعالجتها من التشوهات وتصحيحها هندسيا(Geometric correction) لتكون جاهزة للعمل عليها في برنامج ArcGIS 9.3

٣-بناء قاعدة بيانات مكانية (Geo data Base) في برنامج ArcGIS 9.3 احد اهم نظم المعلومات الجغرافية، بعد ان تم تحديد نظام الاحداثيات في بيئة العمل ضمن البرنامج، اذ تم ربط مواقع المحطات المناخية ببيانات التساقط لاثني عشر شهرا ولكل محطة ومعالجتها واجراء العلاقات الرياضية والهندسية في جدول الخصائص (Attribute Table), وتوليد الاسطح الاحصائية منها (Statistics Surface) لاستنتاج الخرائط الرقمية (Digital Mopes) التي توضح تباين اعماق الهطول المطري بين مناطق العراق ،تبعا لكل طريقة من الطرق المستخدمة في البحث بغية المقارنة بينها والوصول الى تقدير دقيق للوزن المكافئ المنتظم للهطول المطري وحجم الصفيحة المائية المتولدة عنه فوق العراق.

٤-الوصول الى النتائج وكتابة التقرير

ثامنا :موقع منطقة الدراسة

يقع العراق في الطرف الجنوبي الغربي لقارة أسيا ، بين دائرتي عرض (ً٣٤ ٣ °٢٩) و (ً٥٠ ٢٢ °٣٧) شمالاً ، وبين قوسي طول (ً١٦ ٤٧ °٣٨) و (ً٥٤ ٥١°٤٧) شرقاً ، خريطة رقم (١). وهو بحكم موقعه شمال المنطقة المدارية الشمالية وجنوب المنطقة المعتدلة الشمالية حيث لا تنخفض المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة لأغلب محطاته عن (١٨°م) باستثناء بعض محطات المنطقة الجبلية الواقعة في الطرف الشمالي الشرقي منه وأمطاره من النوع الإعصاري المرتبطة بحركة المنخفضات الجوية المتوسطية التي تنعدم خلال فصل الصيف نتيجة لسيادة الضغط العالي شبه المداري ذي التيارات الهوائية الهابطة فتقل كل مظاهر التكاثف.أما العامل الثاني فهو ارتباطه بالجبهات الدافئة التي تأتي من الخليج العربي عند هبوب الرياح الجنوبية الشرقية.(العاني ومحمد،١٩٨٢،ص٢٢).

تاسعاً : تقدير العمق المكافئ المنتظم للهطول فوق العراق :

يعرف العمق المكافئ المنتظم للتساقط (Equivalent Uniform Depth) بأنه العمق الرأسي للتساقط بكافة اشكاله على سطح مستوي يمثل المساحة الكلية لمنطقة تجميع الامطار اذا ما بقيت هذه السواقط في مكانها .وقد ادخل هذا المصطلح لاول مره في علم الهيدرولوجيا منذ خمسين عاما من قبل العالمين جونستون وكروس(السلاوي ،١٩٨٩،ص٩٩)، ويستخدم لايجاد حجم مياه الهطول فوق منطقة معينة ليتم بعد ذلك مقارنة هذا الحجم بحجم مياه الجريان السطحي الخارج منها .وتبرز اهميته اذا ما علمنا انه يمثل الطرف الاول المدخلات(Input) من معادلة الموازنة المائية في اي اقليم او منطقة يراد لها عمل ذلك.

إن مقاييس المطر المعتمدة في المحطات المناخية لا تعكس معدل كمية الامطار الساقطة على المساحة الاجمالية للأحواض النهرية او المساحات المدروسة ،بل تعطي نتائج موقعية محدده لكمية الامطار تمثل مساحة اجهزة القياس والمنطقة المحيطة بها وبالتالي لا يمكن تقدير معدل كمية الهطول على كامل المنطقة وحساب حجم المياه المتولده عنه. وقد استخدمت ثلاث طرائق مختلفة لتقدير العمق المكافئ المنتظم للهطول فوق العراق وعلى ضوئه تم حساب حجم المياه الناتجة منه وهي:

١- **الطريقة الرياضية طريقة المتوسط الحسابي *(Arithmetic Average Method)***

يحسب عمق الهطول المكافئ المنتظم بهذه الطريقة وذلك بحساب المتوسط الحسابي لقراءات المقاييس المختلفة المنتشرة فوق منطقة الهطول وما يجاورها وكما في المعادلة الاتية :(Han,D.2010,P145)

$$E.U.D = \frac{\sum_1^N D}{N}$$

حيث ان :

E.U.D = عمق الهطول المكافئ المنتظم

N= عدد المحطات التي تم قياس عمق الهطول فيها

D= عمق الهطول في المحطة من ١ الى n

بتطبيق المعادلة اعلاه فان العمق المكافئ المنتظم للتساقط السنوي فوق العراق يقدر بـــ (٢٢٦,٢٤)ملم ،ينجم عنه حجما يقدر بـــ (٩٨,٩٠٣) مليار متر مكعب*. وتعد هذه طريقة غير دقيقة نسبيا وتستخدم عادة في المسوحات والمناطق الصغيرة وكذلك عندما تكون المعلومات المسجلة في المحطات قليلة وغير متوفرة بصورة دقيقة (الانصاري ،١٩٧٩،ص٢٢٢) .كما ذكر بعض الباحثين(السلاوي ١٩٨٩ ، ص١٠١والصالح ،١٩٩٢،ص٦) ان هناك عددا من المحددات عند استخدام هذه الطريقة وهي انه يجب ان تكون المنطقة منبسطة و ان لا تزيد مساحتها عن ٥٠٠ كم٢،و يجب ان تكون المحطات المطرية موزعة توزيعا منتظما، كما يشترط ان لا يزيد الفرق في اعماق الهطول من محطة الى اخرى عن ١٠%. الامر الذي يستدعي عدم الوثوق بنتائج هذه الطريقة ،لاحظ الخريطة (١) والجدول(١) ومنهما يتبين ان المحطات المناخية موزعة توزيعا غير منتظم على كامل مساحة العراق البالغة (٤٣٧١٥٠) كم٢ حسب القياسات المستخرجة من برنامج نظم المعلومات الجغرافية بعد عملية التصحيح الهندسي للخرائط الادارية للعراق. الى جانب تفاوت عمق الامطار الساقطة على المحطات ،اذ بلغ معامل الانحراف المعياري (Standard Deviation) ** (١٦٨,٥٣) وهو معدل عال . فبينما نجد ان بعض محطات الهضبة الغربية على سبيل المثال محطة السلمان سجلت عمقا للأمطار (٧٠,٧)ملم، سجلت محطة زاخو عمقا فاقه بإحدى عشر مرة تقريبا ، اذ سجلت عمقا قدر بـــ(٧٥٧) ملم . فضلا عن المساحة الكبيرة للعراق والتي تفوق عما محدد لهذه الطريقة، والتباين التضاريسي الكبير لسطح العراق الواقعة عليه تلك المحطات والذي توضحه الخريطة (٢).

---

* **يستخرج حجم الأمطار الساقطة (مليار متر مكعب) وفق الصيغة الآتية:**

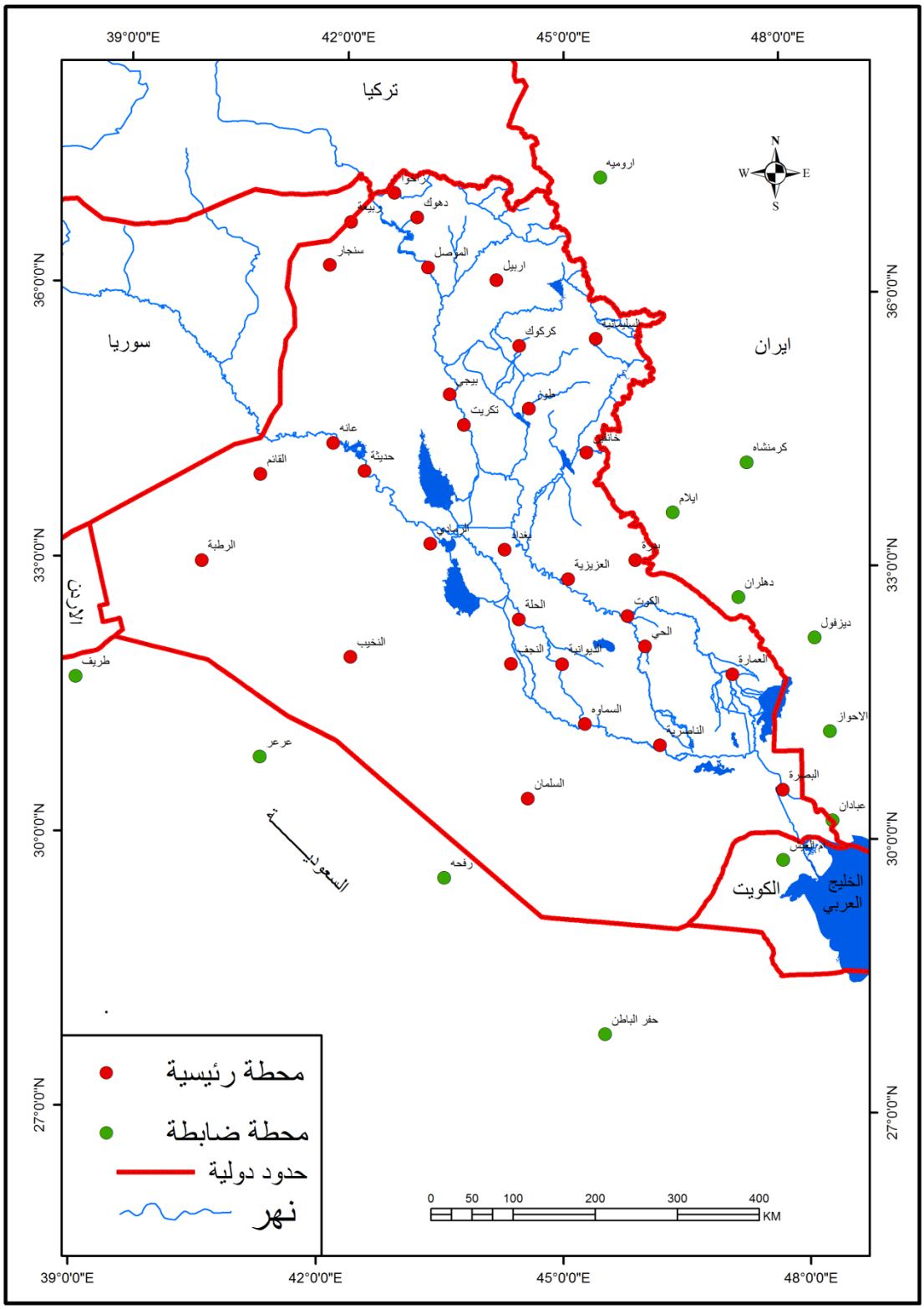
$$P.V=(P/10^3)*(A*10^6)/10^9$$

حيث أن: P.V = حجم الأمطار (مليار متر مكعب)
P= مجموع الأمطار الساقطة (ملم)
A= المساحة (كم٢)

** **الانحراف المعياري هو الجذر التربيعي لمتوسط مربعات انحرافات القيم عن وسطها الحسابي وكما في الصيغة الاتية:- (العتبي والطائي، ٢٠١٢، ص١١٥).**

$$S=\sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{n-1}}$$

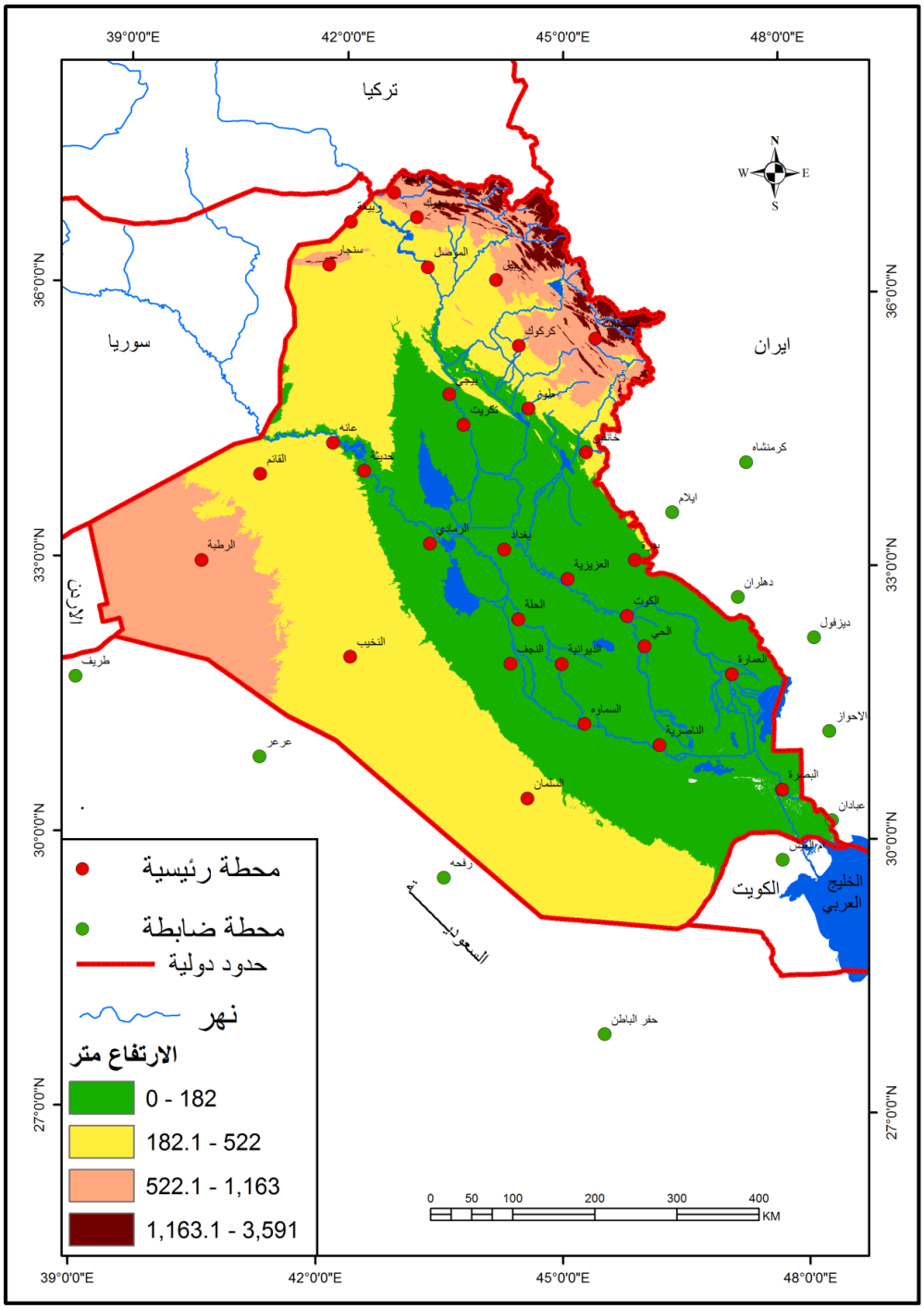
خريطة (١)موقع العراق مسقطا عليه المحطات المناخية المستخدمة في البحث



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على:

١- وزارة الموارد المائية، شعبة انتاج الخرائط والGIS ، خريطة الموارد المائية في العراق لسنة ٢٠١٣ بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠ .
٢- الموقع الفلكية للمحطات المناخية المستخدمة في البحث .

خريطة (٢) مستويات سطح العراق موزعا عليه مواقع المحطات المناخية المستخدمة في البحث



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- نموذج الارتفاع الرقمي بدقة مكانية ٩٠متر (Digital Elevation Model (DEM الذي تم الحصول عليه من هيئة المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS).
٢- المواقع الفلكية للمحطات المعتمدة في البحث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

الجدول (١) المحطات المناخية المستخدمة ومواقعها الفلكية ومجموع التساقط السنوي للمدة (١٩٨٠-٢٠١٣)*

المحطة المناخية	الموقع الفلكي		مجموع التساقط المطري (ملم)
	(X)	(Y)	
الاحواز	824000	3456780	238
اربيل	418080	4005410	428.9
اروميه	544342	41302529	293
ام العيش	767488	3299670	143
ايلام	632842	3722420	447
بدرة	587381	3664560	193
البصرة	766630	3385240	138.6
بغداد	428256	3677050	118.72
بيجي	361174	3866330	196.8
تكريت	378675	3829110	168.87
حديثة	257293	3773040	134.3
حفر الباطن	550218	3087310	44
الحلة	445475	3592400	98.5
الحي	598997	3559760	141.08
خانقين	527607	3795460	292.23
دهلران	712582	3619300	308
دهوك	321700	4081860	549
ديزفول	805324	3570530	386.6

الديوانية	498110	3538220	118
ربيعة	241264	4076610	378.46
الرطبة	59022.8	3664530	115.1
رفحه	354288	3277800	43
الرمادي	337425	3684550	109
زاخوا	293912	4111810	757
السلمان	456131	3374380	70.7
السليمانية	538974	3934120	693
السماوه	525689	3465100	98.7
سنجار	214893	4024260	371.89
طريف	946773	3523910	57.2
طوز	457605	3849030	239.9
عانه	219518	3807400	154.05
عبادان	827290	3348050	164
عرعر	129673	3425840	41.1
العزيزية	505547	3641150	111.61
العمارة	705323	3525860	175.5
القائم	130495	3769380	200.3
كركوك	445564	3925330	351.75
كرمنشاه	722751	3783640	411
الكوت	577617	3596610	134.8
الموصل	334829	4021010	363.2
الناصرية	617329	3439120	121.8
النجف	435756	3538420	98.3
النخيب	240288	3547070	96.455

- محطتي بدرة والعزيزية ابتدأ الرصد فيها سنة١٩٩٤.

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على:

١. **وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، قسم المناخ ، إحداثيات مواقع المحطات المناخية (غير منشورة) بغداد ، ٢٠٠٨ .**
٢. **دولة الكويت ، دائرة الأرصاد الجوية وحماية البيئة ، الكويت ، ٢٠١٣ .**
٣. **المملكة العربية السعودية ، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ، المركز الوطني للأرصاد والبيئة ، الرياض ، ٢٠١٣ .**
4. **Islamic Republic of Iran Metrological Organization Archive Data,2013.**

٢-طريقة مضلعات ثيسن (*Thiessen Polygon Method*)

جاءت هذه الطريقة لتلافي بعض المحددات التي تحد من استخدام الطريقة السابقة ، اذ يمكن تطبيقها على المناطق التي تزيد مساحتها عن ٥٠٠ كم٢. كما اخذت بنظر الاعتبار عدم انتظام توزيع المحطات المطرية فوق كامل مساحة المنطقة وذلك عن طريق إعطاء معامل وزني لكل محطة من المحطات ،من خلال التوصيل بين ثلاث محطات متجاورة بحيث يتكون بذلك مثلث ،ثم تنصف هذه الاضلاع باعمدة ثلاث تلتقي في نقطة مركزية داخل المثلث وبذلك ينقسم المثلث المتكون الى ثلاث مساحات ،كل مساحة يتوقع ان يسقط فيها المعدل السنوي نفسه للامطار المحسوبة في المحطة المتصلة بها . وبأكمال التوصيل بين كل المحطات الموجودة واكمال تنصيفها بالاعمدة الملتقية بالنقاط المركزية داخل المثلثات ستحاط كل محطة بمجموعة من الاشكال الهندسية المنتظمة والمتجاورة. ومن مجموع هذه الأشكال يتكون مضلعا يحيط بالمحطة المقصودة يسقط على مساحته المعدل السنوي نفسه للأمطار والمأخوذ قراءته في المحطة المعينة (Kevin,M. Hiscok,2010,P.148. Sen,Z,2008,PP5-72)، الخريطة (٣).

ويحسب المكافئ المنتظم للهطول كما في المعادلة الاتية (الصالح ،١٩٩٢،ص٨):

$$E.U.D = \frac{(A1*P1)+(A2*P2)+(A3*93)+\cdots}{A1+A2+A3....}$$

حيث ان : *E.U.D* = *عمق الهطول المكافئ المنتظم*

P1,P2,P3 = *كميات الأمطار في محطات القياس*

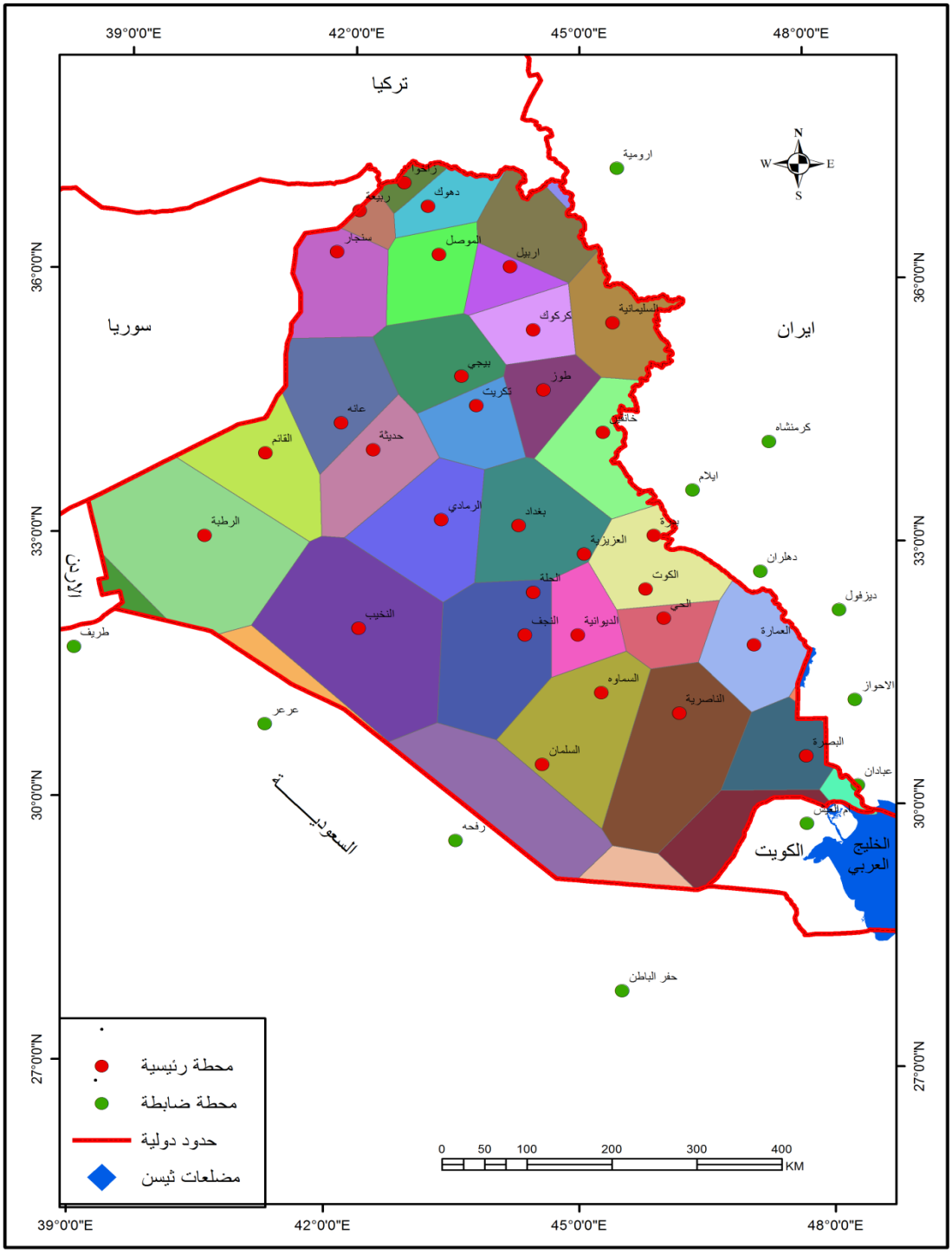
A1,A2,A3 = *مساحات مناطق التأثير لمحطات القياس*

عد بعض الباحثين(الأنصاري ،١٩٧٩،ص٢٢٣) هذه الطريقة ادق الطرائق المستخدمة في تقدير العمق المكافئ المنتظم للهطول، خصوصا عند توفر قراءات مكثفة وموزعة بدقة وعلى ابعاد منتظمة في المساحة. فيما اشار بعض الباحثين (السلاوي ،١٩٨٩،ص١٠٣-Tim.Davie,2008,p.28. Taesombat,2009,p.270-271.

31. Kevin.M. Hiscock,2011,p.148-149) الى ان هذه الطريقة غير قادرة على استيعاب التأثير الطبوغرافي. وبالفعل فأن هذه الطريقة لم تأخذ في حساباتها التباين التضاريسي لسطح العراق الذي وضحته الخريطة (٢) عند تقدير الوزن المكافئ المنتظم للهطول.

تم تطبيق الخطوات السابقة في برنامج Arcgis 9.3 احد اهم برامج نظم المعلومات الجغرافية عبر صندوق ادوات التحليل المكاني (Arc toolbox)(Esri.2004) وانتجت الخريطة (٣) ومنها استخرجت القياسات الموضحة بالجدول (٢).ومن خلال ذلك يتضح ان الوزن المكافئ المنتظم للتساقط المطري يقدر بـــ (١٨٧,٤٥)ملم وهذا يولد حجما مقداره (٨١,٩٤٤) مليار متر مكعب.

خريطة(٣) مضلعات ثيسن للمحطات المستخدمة بعد قطعها على الحدود الادارية للعراق



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (١) باستخدام ادوات التحليل المكاني لبرنامج ArcGIS 9.3

الجدول (٢) المحطات المناخية والمساحات الوقعة تحت تأثيرها (كم٢)ومعاملها الوزني حسب طريقة مضلعات ثيسن

ت	اسم المحطة	الامطار (R) (ملم)	مساحة التأثير في العراق لكل محطة (A) (كم٢)	المعامل الوزني R*A =
١.	الاحواز	238	167.6764	39906.98
٢.	اربيل	428.9	14635.67	6277238
٣.	اروميه	293	1448.026	424271.5
٤.	ام العيش	143	8913.147	1274580
٥.	ايلام	447	61.74862	27601.63
٦.	بدرة	193	6467.019	1248135
٧.	البصرة	138.6	10774.74	1493379
٨.	بغداد	118.72	11501.4	1365446
٩.	بيجي	196.8	12645.47	2488629
١٠.	تكريت	168.87	9496.857	1603734
١١.	حديثة	134.3	13476.41	1809882
١٢.	حفر الباطن	44	2906.728	127896
١٣.	الحلة	98.5	7343.767	723361.1
١٤.	الحي	141.08	8334.541	1175837
١٥.	خانقين	292.23	10398.71	3038814
١٦.	دهلران	308	2708.13	834103.9
١٧.	دهوك	549	7557.591	4149118
١٨.	ديزفول	386.6	24.81024	9591.638
١٩.	الديوانية	118	6477.613	764358.3
٢٠.	ربيعة	378.46	2639.964	999120.6
٢١.	الرطبة	115.1	35368.47	4070911
٢٢.	رفحه	43	7783.969	334710.7

٢٣.	الرمادي	109	17518.15	1909478
٢٤.	زاخوا	757	2359.574	1786197
٢٥.	السلمان	70.7	32712.5	2312774
٢٦.	السليمانية	693	12746.49	8833318
٢٧.	السماوه	98.7	10816.12	1067551
٢٨.	سنجار	381.89	13751.41	5251524
٢٩.	طريف	57.2	2162.567	123698.8
٣٠.	طوز	239.9	8629.346	2070180
٣١.	عانه	154.05	15363.02	2366673
٣٢.	عبادان	164	1578.444	258864.9
٣٣.	عرعر	41.1	4006.552	164669.3
٣٤.	العزيزية	111.61	8058.917	899455.7
٣٥.	العمارة	175.5	12076.94	2119503
٣٦.	القائم	200.3	15488.07	3102260
٣٧.	كركوك	351.75	8331.429	2930580
٣٨.	الكوت	134.8	5361.1	722676.3
٣٩.	الموصل	363.2	11126.31	4041077
٤٠.	الناصرية	121.8	22305.69	2716833
٤١.	النجف	98.3	15503.36	1523980
٤٢.	النخيب	96.455	36129.53	3484874
	المجموع		437150	81966792
	الوزن المكافئ المنتظم للتساقط المطري $E.U.D$			187.45
	حجم الصفيحة المائية (مليار متر مكعب) $P.V=(P/10^3)*(A*10^6)/10^9$			81.944

المصدر:عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (٢)

٣- طريقة خطوط تساوي المطر *(Isohyets Method)*

يمكن عد هذه الطريقة من ادق الطرائق المستخدمة لحساب العمق المكافئ المنتظم للهطول ،وذلك لان طريقة مضلعات ثيسن مبنية على افتراض ان محطة القياس تمثل المنطقة المحيطة بها بدرجة كبيرة ،لكن هذا الشرط لا يتوفر دائما .لذا تستخدم هذه الطريقة في حالة عدم توفر انتظام انتشار المحطات في المنطقة المطلوب حساب العمق المكافئ المنتظم للهطول فيها وهي لا تهمل الجانب الطبوغرافي في حساباتها كما اهمل في الطريقتين السابقتين، اذ تستخدم في الاحواض والمناطق التي تتميز بتعقيد كبير فيما يتعلق بالمظاهر الطبوغرافية (Tim.Davie,2008,p.31 والسلاوي ،١٩٨٩،ص١٠٤) وهذا ما يجعل هذه الطريقة توافق الطبيعة الطبوغرافية للعراق عند تقدير العمق الكافئ المنتظم للهطول المطري فوقه كما سيتضح لنا من خلال البحث .

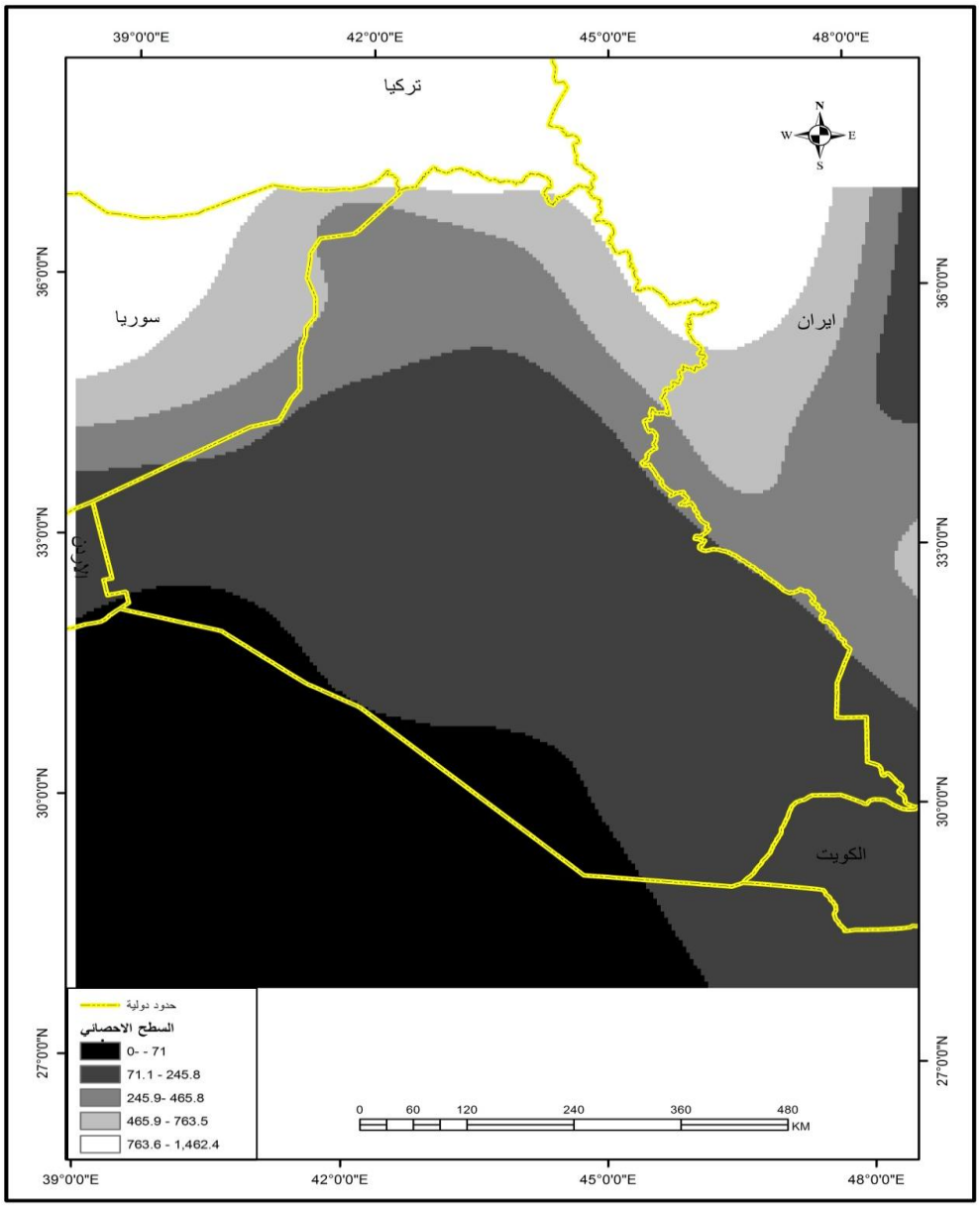
تتلخص هذه الطريقة بإيصال النقاط المتساوية القيم بخطوط كنتورية بالاستعانة ببرنامج ArcGis 9.3 الذي عن طريقة امكن توليد سطحا احصائيا * متصلا يغطي العراق من الطبقة النقطية المنفصلة (المحطات المناخية) وذلك من خلال تطبيق احدى خوارزميات (Algorithm) التحليل المكاني وهي خوارزمية (spline) التي لمس الباحث دقتها بعد معايرة نتائجها بنتائج خوارزميات التحليل المكاني الاخرى (, IDW, Kriging Natural Neighbor)(Anderson ,S. 2001,P.104) خريطة (٤).ومن السطح الاحصائي تم اشتقاق خطوط المطر المتساوية (**isohyets**) .الخريطة (٥).

من الخريطة (٦) التي توضح المطابقة المكانية لخريطة مستويات سطح العراق مع خريطة خطوط المطر المتساوي المنتجة وفق هذه الطريقة (خريطة ٤) يتضح التطابق الكبير بين ارتفاع قيم خطوط المطر المتساوي مع ارتفاع سطح العراق عن مستوى سطح البحر ،حيث تتناقص الامطار من الشمال والشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي متوافقة مع انحدار سطح العراق عدا بعض المناطق التي تحور التضاريس فيها هذا النمط المنتظم للتوزيع. اذ ان التساقط يتزايد مع زيادة الارتفاع عن مستوى سطح البحر حتى مستوى

*** ا ن كل الظاهرات على سطح الارض ومنها الظاهرات ذات الامتداد المستمر تشغل احجاما في الفراغ ،ولكي ندرك الحجم بأعيننا ،فلا بد من ان نرى السطح الخارجي المحيط بهذا الحجم. اذ ان كل ظاهرة ذات توزيع مساحي مستمر وتختلف في الكم من مكان الى اخر سواء كان وجود هذه الظاهرة حقيقيا او مفترضا ،تؤلف سطحا احصائيا (Statistical Surface) ويمكن تمثيل اختلافاته الكمية على الخرائط باستخدام طريقة خطوط التساوي .ينظر (سطيحة ،١٩٧٢،ص٢٣٥-٢٣٩).**

(٦٠٠٠ قدم)، بعده تتناقص كميته فوق تلك المستويات اذ يكون الهواء قد فقد معظم رطوبته.(الشلش واخرون،١٩٨٨،ص٤٦) وهذا ما يعزز الثقة بدقة هذه الطريقة والوثوق بنتائجها.

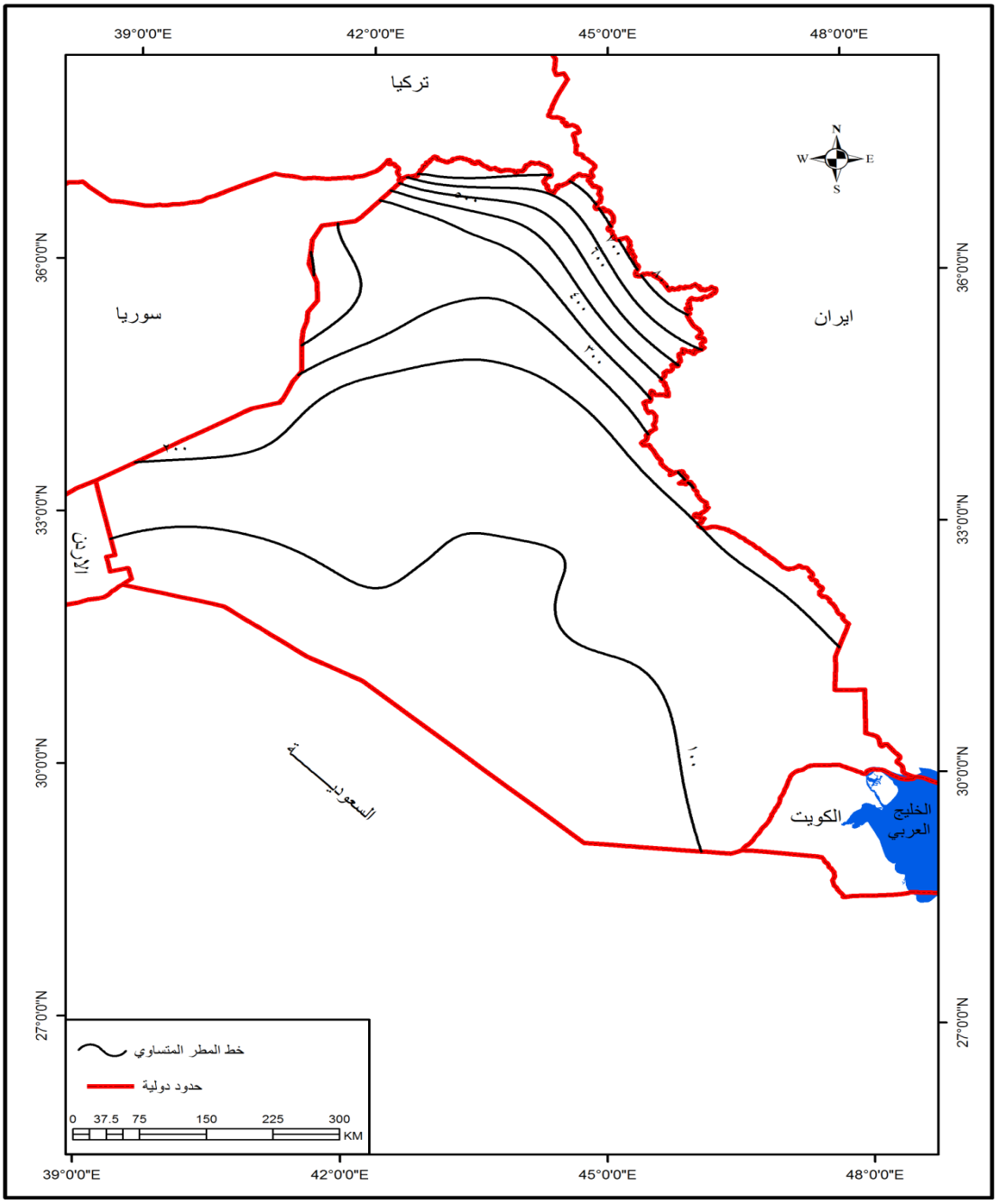
الخريطة (٤) السطح الاحصائي المنتج من الاعماق السنوية للتساقط المطري فوق العراق والمناطق المجاورة له وفقا لخوارزمية (Spline)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (١) باستخدام ادوات التحليل المكاني لبرنامج ArgGIS 9.3

خريطة (٥)

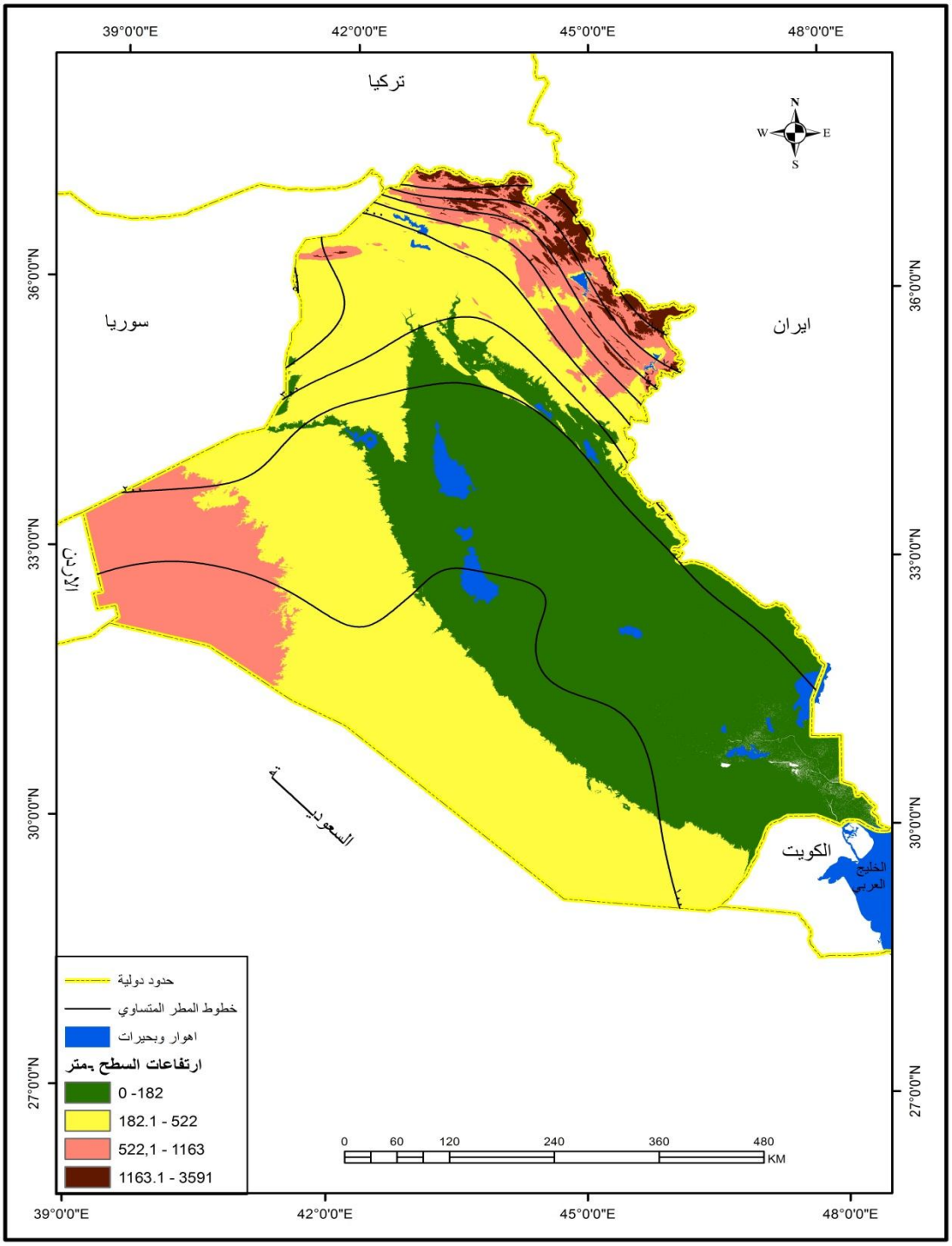
خطوط المطر المتساوي (ملم) في العراق المشتقة من السطح الاحصائي



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (٤) باستخدام ادوات التحليل المكاني لبرنامج ArgGIS 9.3

الخريطة (٦)

المطابقة المكانية بين مستويات سطح العراق(م) وخطوط المطر المتساوي (ملم)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على:

١- نموذج الارتفاع الرقمي بدقة مكانية ٩٠متر Digital Elevation Model (DEM) الذي تم الحصول عليه من هيئة المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS).

٢- الخريطة (٥).

بعد اشتقاق خطوط المطر المتساوية بالخطوات السابقة تم حساب الوزن المكافئ المنتظم بطريقة الايزوهيت من خلال الاجراءات الاتية (Darrell,R.W.Eyman,1975,p.22 والاسدي،٢٠١٤، ص٨٣) والتي مثلت نتائجها بالجدول (٣):

١- تحديد المساحة المحصورة بين كل خطين متتالين من خلال تحويل خريطة خطوط (sohyets) من النمط الخطي Vector الى النمط المساحي Raster

٢- يستخرج معدل كمية الامطار في كل مساحة محصورة بين خطين من خلال جمع قيمتي خط الكنتور وتقسيمها على ٢

٣- تستخراج المساحة المحصورة بين كل خطي مطر متساوي من خلال تحويل خريطة خطوط المطر المتساوي(isohyets) من النمط الخطي الى النمط المساحي في برنامج ArcGIS 9.3 الخريطة(٧)

٤- تضرب قيم معدل كمية الامطار المستخرجة وفق الفقرة ٢ في المساحة المتساقط عليها،الفقرة ٣.

٥- تجمع نتائج الضرب (الفقرة٤) وتقسم على المساحة الكلية للعراق.

او بطريقة اخرى من خلال تطبيق الصيغة الاتية(Taesombat, 2009,p.271) :

$$E.U.D = \frac{A1(p1+p2)+A2(p2+p3)+A3(p3+p4)+\cdots}{2(A1+A2+A3+A4\ldots.)}$$

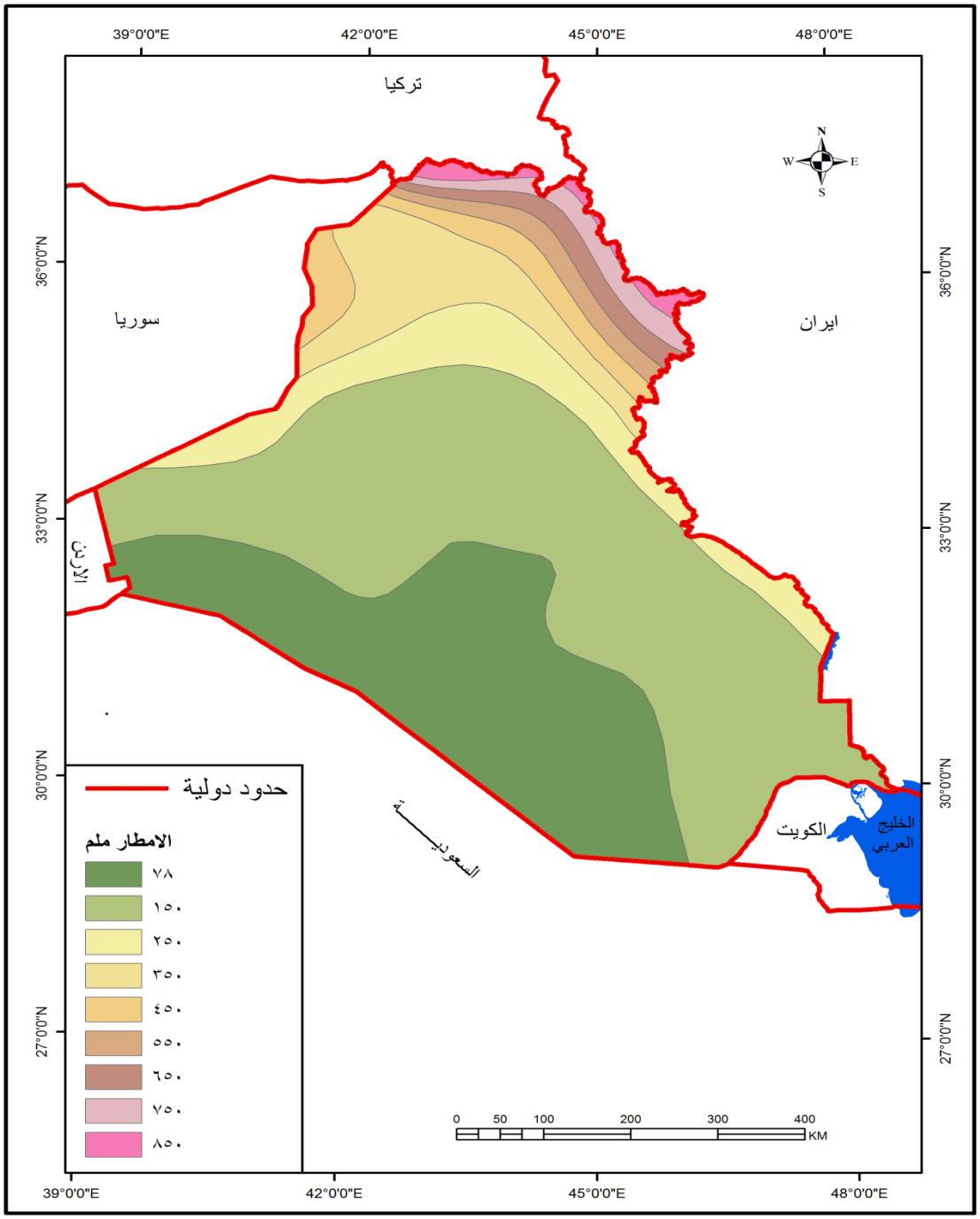
حيث ان :

E.U.D = عمق الهطول المكافئ المنتظم

P1,P2,P3 = قيم خطوط تساوي المطر التي تحد المناطق الثانوية

A1,A2,A3 = مساحات المناطق الثانوية (المحصورة بين خطي تساوي المطر)

خريطة (٧) كثافة العمق المكافئ المنتظم للهطول المطري (ملم) فوق العراق



المصدر:عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (٥) باستخدام ادوات التحليل المكاني في برنامج ArgGIS 9.3

يتضح من الجدول (٣) والخريطتين(٧ ، ٨) مجموعة من الحقائق التي تخدم عمليات التخطيط لمشاريع التنمية الشاملة وادارة الموارد المائية وتنميتها في العراق والتي يمكن ايجازها بالاتي:

١- ان الوزن المكافئ المنتظم للهطول المطري فوق العراق يقدر بـــ (٢٠٣,٧٦) ملم ، وان حجم الصفيحة المائية السنوية الناتجة عنه يقدر بـــ (٨٩,٠٧٣) مليار متر مكعب .وهذه الكمية تستدعي التفكير الجدي والجهد الكبير من الجهات ذات العلاقة في التخطيط لادارة الموارد المائية وتنميتها بما يتوافق مع خطط التنمية الشاملة في مناطق العراق.

٢- تبلغ مساحة الأراضي الديمية (التي تقع فوق خط المطر ٣٠٠) حوالي (٨١٢٤٤,٥) كم٢وبنسبة (١٨،٥٨ %) من المساحة الكلية للعراق والتي تشمل المحافظات (سليمانية واربيل ودهوك ونصف مساحة كركوك و٩٠% من مساحة نينوى تقريبا).يبلغ العمق المكافئ المنتظم للهطول فوق هذه المنطقة (٤٩٧,٥٦) ملم يولد صفيحة مائية يقدر حجمها (٤٠,٤٢) مليار متر مكعب سنويا.

٣- تبلغ مساحة الأراضي الواقعة دون خط الزراعة الديمية (خط ٣٠٠ ملم) الذي تنطوي تحته كل المحافظات العراقية الاخرى التي لم تذكر في الفقرة (٢) (٣٥٥٩٠٥,٥)كم٢ ، وتشكل نسبة (٨١.٤٢%) من مساحة العراق. يقدر الوزن المكافئ المنتظم للهطول فيها (١٣٦,٧)ملم ،ويشكل حجما (٤٨,٦٥)مليار متر مكعب من الماء.

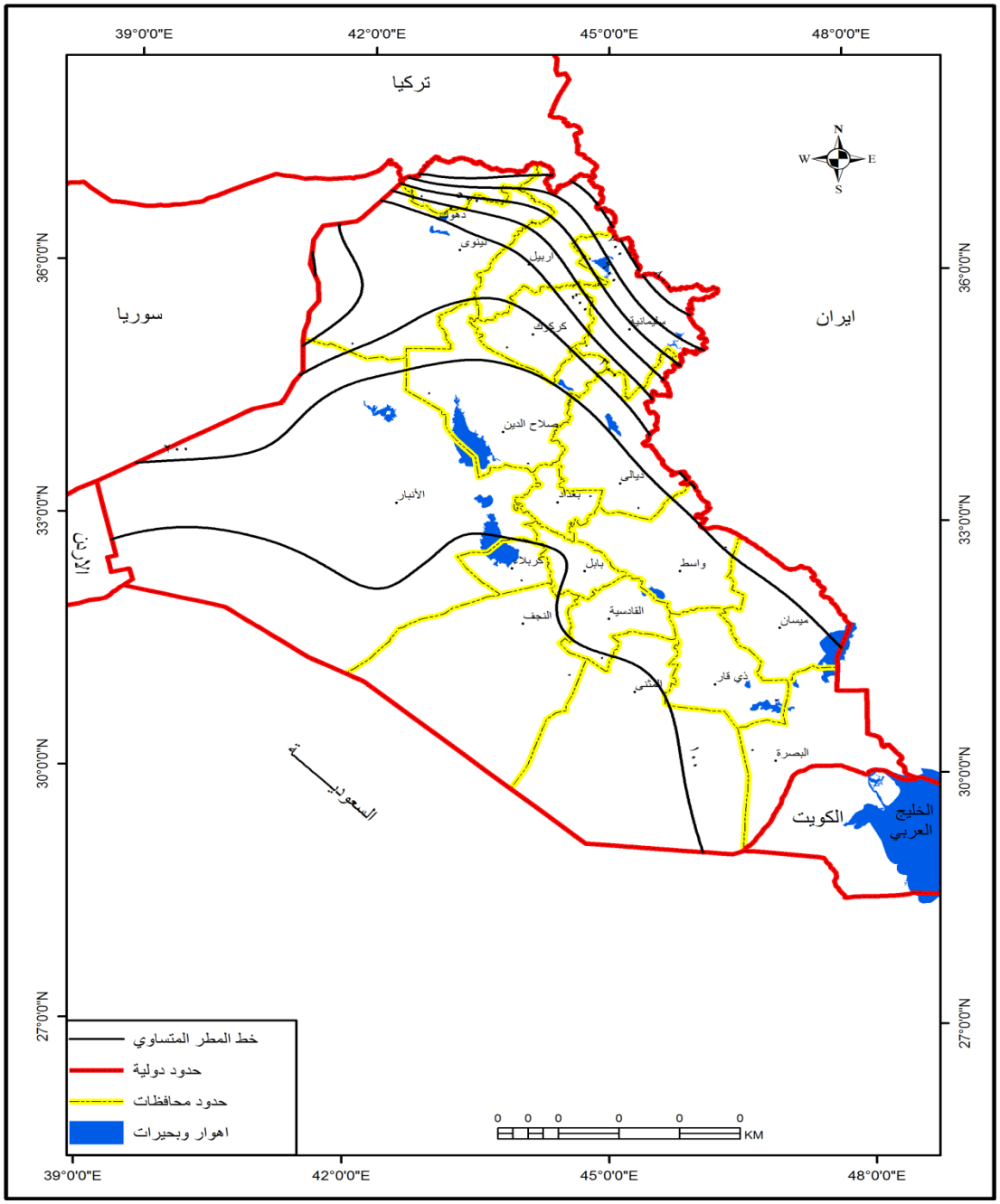
جدول (٣) المساحات المحصورة بين كل خطي مطر متساوي (كم٢) ومعدل المطر السنوي الساقط عليها (ملم) ونسبة ما تمثله من العراق(%) ومعاملها الوزني

رقم القطاع	معدل مجموع المطر السنوي (R) ملم	المساحة (A) المحصورة بين كل خطي كنتور كم٢	نسبة المساحة من العراق %	المعامل الوزني R*A	المعامل الوزني (%)	الوزن المكافئ المنتظم للهطول (ملم) E.U.D	حجم الصفيحة المائية (مليارم٣)
١	850	4912.795	1.123824	4175875	4.687969	497.56	40.42
٢	750	8552.673	1.956462	6414505	7.201125		
٣	650	8809.525	2.015218	5726191	6.428402		
٤	550	8953.559	2.048166	4924457	5.528351		
٥	450	16774.051	3.837139	7548322.95	8.473985		
٦	350	33241.96	7.604246	11634685	13.06146		
٧	250	40245.36	9.206304	10061341	11.29518	136.7	48.65
٨	150	194021.7	44.38332	29103261	32.67223		
٩	78	121638.4	27.82532	9487792	10.6513		
المجموع		**437150**	**100**	**89076428**	**100**		**89.07**
الوزن المكافئ المنتظم للتساقط المطري $E.U.D$					**203.76**		
حجم الصفيحة المائية (مليار متر مكعب) $P.V=(P/10^3)*(A*10^6)/10^9$					**89.07**		

المصدر: بالاعتماد على الخريطتين (٥ ، ٧)

خريطة(٨)

مطابقة خطوط المطر المتساوي مع الحدود الادارية لمحافظات العراق



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٥) وخريطة العراق الادارية باستخدام برنامج ArcGIS 9.3

عاشراً : <u>الاستنتاجات :</u>

١- اتضح من خلال البحث ان اكثر الطرق ملاءمة لتقدير العمق المكافئ المنتظم للتساقط فوق العراق هي طريقة خطوط تساوي المطر(isohyets) للأسباب المبينة في متن البحث وقد اشارت النتائج الى ان العراق يستلم في المعدل السنوي حجما من التساقط يقدر بـــ (٨٩,٠٧٣) مليار متر مكعب من المياه نتج من عمق مكافئ منتظم (٢٠٣,٧٦) ملم.

٢- عدم دقة نتائج طريقة مضلعات ثيسن عند تطبيقها على كامل مساحة العراق ،لعدم قدرتها على استيعاب التأثير الطبوغرافي لسطح العراق في العمق المكافئ المنتظم للتساقط فوقه، الامر الذي يدعونا الى تطبيقها على اقسام العراق الطبيعية (المنطقة الجبلية- المنطقة المتموجة –السهل الرسوبي- الهضبة الغربية) كل على حده ومن ثم استخراج حجوم التساقط لكل منطقة. فقد قدر الوزن المكافئ المنتظم للتساقط المطري وفق هذه الطريقة بـــ (١٨٧,٤٥) ملم يولد حجما مقداره (٨١,٩٤٤) مليار متر مكعب سنويا.

٣- اتضح من خلال البحث ان طريقة المتوسط الحسابي لا تصلح للتطبيق في تقدير المتوسط المكافئ للتساقط ولا في تقدير حجم الصفيحة المائية المتولده عنه فوق العراق، بسب عدم انتظام توزيع وكثافة المحطات المناخية في العراق ،الى جانب الفارق الكبير في اعماق التساقط بين المحطات المستخدمة في البحث، اذ بلغ معامل الانحراف المعياري (Standard Deviation) (١٦٨,٥٣) بين تلك المحطات فضلا عن اهمالها تأثير العامل الطبوغرافي لسطح العراق. لذلك فقد جاءت بنتائج عالية مقارنة بطريقتي مضلعات ثيسن وخطوط تساوي المطر، اذ بلغ الوزن المكافئ المنتظم للتساقط (٢٢٦,٢٤) ملم ،ينجم عنه حجما يقدر بـــ (٩٨,٩٠٣) مليار متر مكعب.

٤- اتضح من خلال خرائط المطابقة مع الحدود الادارية للمحافظات والمنتجة في البحث ان مساحة الأراضي الديمية بلغت حوالي (٨١٢٤٤,٥) كم٢وبنسبة (١٨،٥٨ %) من مساحة العراق الكلية، والتي تشمل المحافظات (سليمانية واربيل ودهوك والربع الشمالي الشرقي من ديالى ونصف مساحة كركوك و٩٠% من مساحة نينوى تقريبا).يبلغ العمق المكافئ المنتظم للهطول فوق هذه المنطقة (٤٩٧,٥٦) ملم يولد صفيحة مائية يقدر حجمها (٤٠,٤٢) مليار متر مكعب سنويا.

٥- اتضح من خلال البحث كفاءة تقنية نظم المعلومات الجغرافية في بناء قواعد البيانات والتوليد المكاني وتكوين الاسطح الاحصائية من الظاهرات النقطية (المحطات المناخية) وانتاج الخرائط الرقمية والتحويل بين صيغ الملفات (الخلوية الى الخطية او بالعكس) واستخراج القياسات منها بأقل الأوقات وارخص التكاليف وأدق النتائج.

الحادي عشر :<u>التوصيات:</u>

١- يوصي البحث باعتماد طريقة خطوط تساوي المطر في تقدير الوزن المكافئ المنتظم للهطول فوق العراق وعدم اعتماد طريقة المتوسط الحسابي في تقدير ذلك .

٢- يوصي البحث الجهات ذات العلاقة بأن تضع في حساباتها حجم التساقط السنوي (٨٩,٠٧) مليار متر مكعب عند القيام في مشاريع خطط التنمية الشاملة في العراق وفق التوزيع المكاني الذي وضحه البحث.

٣- ضرورة اعادة تشغيل المحطات المناخية المتوقفة عن العمل في الهضبة الغربية والبادية الجنوبية وهي (قصر الحلقوم ، حديدان، المعانية، بصيه، الشعيبة، العذيبة) لتعكس الواقع الهيدرومناخي لهذا الاقليم للقيام بدراسات التخطيط والتنمية ،اذا ما علمنا ان الاساس الرئيس لها يكمن في عمليات استثمار الموارد الطبيعية المتوفرة ،وان غياب المعلومات الشاملة عن طبيعة الموارد هو في الغالب العامل الاساسي الذي يعرقل تسخيرها الفعال لأغراض التخطيط والتنمية.

٤- القيام بمشاريع حصاد المياه خصوصا في المناطق ذات الوفرة المائية للاستفادة منها وسد النقص الحاصل بالمياه السطحية خلال الفصل الجاف من السنة او سنوات الجفاف.

٥- القيام بمشاريع تغذية المياه الجوفية وتنميتها في الهضبة الغربية والبادية الجنوبية من خلال اقامة السدود على الوديان الموسمية الجريان فيهما و الناجم من التساقط المطري.

مصادر البحث

١- المصادر العربية:

١- الاسدي صفاء عبد الامير رشم ، جغرافية الموارد المائية، الغدير للطباعة والنشر،العراق،٢٠١٤.

٢- دولة الكويت ، دائرة الأرصاد الجوية وحماية البيئة ، الكويت ، ٢٠١٣ .

٣- السلاوي محمد سعيد ، هيدرولوجية المياه السطحية، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والاعلان، ليبيا،١٩٨٩.

٤- سطيحة محمد محمد ، دراسات في علم الخرائط ،دار النهضة العربية ،لبنان، ١٩٧٢.

٥- الشلش علي حسين و محمد ماجد السيد ولي و كربل عبدالاله رزوقي ،مناخ العراق،جامعة البصرة، البصرة،١٩٨٨.

٦- الصالح محمد عبد الله ، بعض طرق قياس المتغيرات في احواض التصريف، كلية الاداب –جامعة الملك سعود ،الرياض،١٩٩٢.

٧- الأنصاري نضير ، مبادئ الهيدروجيولوجي ، مطبعة كلية العلوم، بغداد ،١٩٧٩.

٨- العاني حازم توفيق و ، محمد ماجد السيد ولي ، خرائط الطقس والتنبؤ الجوي ، البصرة ، مطبعة جامعة البصرة ، ١٩٨٥.

٩- العتبي سامي عزيز والطائي اياد عاشور ، الاحصاء والنمذجة الجغرافية ،دار الكتب والوثائق ،بغداد،٢٠١٢.

١٠- المملكة العربية السعودية ، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ، المركز الوطني للأرصاد والبيئة ، الرياض ، ٢٠١٣ .

١١- وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، قسم المناخ ، إحداثيات مواقع المحطات المناخية (غير منشورة) بغداد ، ٢٠٠٨ .

٢-المصادر الاجنبية :

1- Anderson ,S. An evaluation of spatial interpolation methods on air temperature in phoenix , Department of Geography, Arizona State University, 2001.

2- Campell John, map use and Analysis, Third Edition ,McGraw-Hill, New York.1998.

3- Darrell ,R.W .Eyman. Runoff processes and stream flow ode ling ,oxford University press.2010.

4- Dawei Han, concise Hydrology, ventuse publishing aps,2010.

5- Esri, ArcGIS_9.3 Redland California ESRI.Inc.USA.2004.

6- Islamic Republic of Iran Metrological Organization Archive Data,2013.

7- Kevin .M. Hiscock, Hydrology principles and practice, Blackwell publishing ,university of Anglia, united kingdom,2011.

8- Sen Z, Spatial Distribution of rainfall: Thiessen polygon In: Wadi Hydrology ,CRC Press Taylor &Francis Group, New York,2008.

9- Tim.Davie, fundamentals of hydrology ,second edition, out ledge Taylor & Francis ,group London and New York,2008.

10- United States Geological Survey , Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Topo documentation. ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/Documentation/srtm_Topo.txt

11- Wisuwat Taesombat, Areal rainfall estimation using spatial interpolation techniques, science Asia journal, Vol.35.2009.

Using the Technology of GIS in Estimating Equivalent Uniform Depth for Rainfall and Water Volume Resulted from this Rain Falling above Iraq for the Purposes of Planning and Development

Asst. Prof. Dr. Hassan Swadi Njeban Al-Ghizi

Thi Qar University/ College of Education for Humanities/ Geography

Abstract

The present study aims at estimating the systematically equal Depth for the rainfall (millim) above Iraq and the water plate that is resulted from this rainfall which is (3 milers cubic meters) every year according to three scientific, geometrical and precise ways which are the Methods of Thiessen polygons, Isohyetal Method and the Method of arithmetic average. Those ways are used for gathering water and doing operations of development and typical planning for its management. It was dependent upon the depths of monthly rainfall recorded in forty three meteorological stations for the period (1980- 2013). There were some groups that were elicited from those rainfalls. Thirty one stations were located in Iraq and twelve of them were located out of Iraq (they were nearby to Iraqi borders). Those samples were used for guaranteeing the precision of drawing topographies and making statistical superficies in order to allocate the rain above Iraq. The researcher attempts to get that precision by using the best and modern technologies in applying which are represented in the technology of geographical information systems and their ability that is highly used in the structuring, treating the data basics and deriving samples spatial generating resulted from those samples.

12- There are some results which are concluded in this research. One of them is the fact, that most of the ways are appropriate for estimating the equal and systematic depth for rainfall above Iraq, is the Isohyets Method and the two ways of Thiessen polygons and arithmetic average in this field are disable for estimating equal depth. In addition to what is mentioned above, the results refer that Iraq receive in the manual average a volume of rainfall which is 89, 073 milers cubic meters from water resulted from the equal and systematic depth which is 203, 76 milims.