تحليل جغرافي لواقع الجفاف والعجز المائي المناخي والإمكانات المقترحة لمعالجتهما
(دراسة تطبيقية على محافظة النجف)

م. م. مثنى فاضل علي
جامعة الكوفة- كلية الآداب

المقدمة

يهتم الجغرافيون بـعدد من المواضيع الهامة والإستراتيجية التي تتعلق بحياة الإنسان و نشاطاته المتنوعة، لاسيما تلك المشكلات التي لها آثارها السلبية السيئة على بيئة الإنسان من (ماء، تربة، هواء .. الخ)، وبذلك فإن الجغرافي حاله حال الهيدرولوجي والبيولوجي والزراعي والاقتصادي ..الخ ، يهتم بالميادين الحيوية التي تمس الحياة الاقتصادية للإنسان وبيئته.

تعد مشاكل الجفاف والعجز المائي المناخي من أهم المشاكل التي تعاني منها اغلب مناطق العالم الجافة وشبه الجافة ومنها العراق، وهو ما تشهده اغلب مناطق محافظة النجف بوضوح، مما حفز ذلك المهتمين بهذه المجالات من الاختصاصات المذكورة آنفا الى النظر بعناية تجاه هكذا مشاكل خطيرة تظهر آثارها وتأثيراتها السيئة في المديين القريب والبعيد على البيئة التي تعاني من هذه المشاكل.

تعد دراسة هذه المشاكل من الدراسات الحديثة البالغة الأهمية، لاسيما مع ازدياد الطلب والتنافس على مصادر المياه لما يشكله الماء من عنصر حيوي في وجود البيئة الحية (الإنسان، الحيوان، النبات)، وقد اخذ الجغرافيون على عاتقهم الاهتمام الكبير بهذه الدراسات عن طريق دراسة مفاهيم الموازنة المائية المناخية والتصحر والجفاف والقيمة الفعلية للأمطار، وتحديد كميات الفائض والعجز المائي وتأثيراتها على الإنسان ونشاطاته وبيئته، ومن ثم وضع الحلول الملائمة لتقليل تلك التأثيرات والسبل الكفيلة في الاستفادة العظمى من الفائض المائي إن وجد، وهذا ما سيتم التطرق إليه بهذا البحث وفق دراسة متخصصة تناولت جوانب الموضوع من جميع نواحيه تقريبا.

تتضمن هذه الدراسة أربعة أبعاد رئيسة حددها الباحث بشكل مباحث متسلسلة وفق منهج وصفي تحليلي...

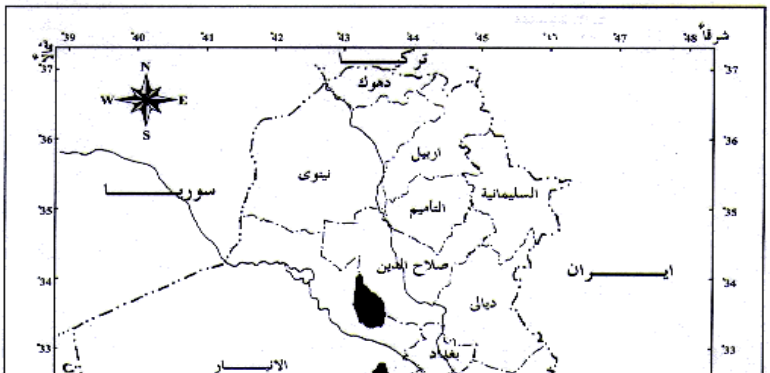
شمل المبحث الأول منها الخصائص المناخية لمحافظة النجف، وعرض الباحث فيه أهم الملامح الرئيسة للعناصر المناخية من (إشعاع شمسي ودرجة حرارة ورياح والرطوبة والأمطار والتبخر) وجاء ذلك وفقا لأحدث البيانات الطقسية، التي بينت إن المحافظة تقع ضمن المناطق الدفيئة القليلة المطر .

تطرق الباحث في المبحث الثاني إلى مفهوم الجفاف والعجز المائي المناخي في الدراسات المناخية الجغرافية والطرائق التي يمكن عن طريقها احتسابهما بشكل عملي مباشر عن طريق المعادلات التجريبية الخاصة بذلك.

تمكن الباحث في مبحثه الثالث من تطبيق المعادلات والطرائق التجريبية والعملية ضمن مناخ المحافظة، ومن ثم الوصول إلى النتائج، أي حجم الجفاف ومقدار العجز المائي المناخي في المحافظة. مستخدماً عدة معادلات من أهمها معادلات بليني كريدل و الإشعاع وخروفه وثورنثويت. والتي بينت إن المحافظة تعاني من عجزٍ مائي كبيرٍ ومن جفاف مناخي كبير أيضا ، استطاع الباحث ان يضع مجموعةً من الحلولٍ المقترحة والممكنة لمعالجة مشاكل الجفاف والعجز المائي المناخي التي يمكن تطبيقها عمليا ضمن أجواء المحافظة وظروفها الطبيعية، والتقنيات التي يمكن إتباعها في سبيل تحقيق تنمية مياه الأمطار وتحسين الظروف المناخية في المحافظة، وجاء ذلك في المبحث الرابع من البحث.

حدود منطقة الدراسة

يشتمل البحث على دراسة محافظة النجف التي تقع في الجزء الجنوبي الغربي من جمهورية العراق، وتأخذ المحافظة امتدادا شمالياً شرقياً- جنوبياً غربياً، وتحديداً لموقعها الفلكي فهي تقع بين دائرتي عرض (50 29 ْ– 21 32 ْ) شمالاً وبين قوسي طول (50 42 ْ - 44 44 ْ) شرقاً، بشكل قريب من الاستطالة، يشكل ضلعه القصير الحدود الجنوبية مع المملكة العربية السعودية ، ويحدها من الشمال محافظة بابل وكربلاء، ومن الشرق محافظتي القادسية والمثنى ومحافظة الأنبار غرباً، شكل (1).



المبحث الأول

المبحث الأول
الخصائص المناخية في محافظة النجف

تتباين الخصائص المناخية في محافظة النجف فصلياً وشهرياً تبعاً لتباين كميات الإشعاع الشمسي المستلمة ضمن أجوائها نتيجة لتباين عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية والفعلية والناتجة عن حركة الشمس الظاهرية بحسب موقع المحافظة بالنسبة لدوائر العرض، مما اثر ذلك في بقية عناصر المناخ، ومن ثم وضع الصورة النهائية لخصائص المناخ في المحافظة.

تتسلم المحافظة كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، مما يعني زيادة في عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية وما يرافق ذلك من ارتفاع قيم الإشعاع الشمسي،إذ يصل المعدل السنوي لتلك القيم الى (526.96ملي واط / سم2) متباينة شهرياً، وتصل أقل معدلاتها في شهر كانون الأول (260.6ملي واط/سم2) متوافقاً مع تسجيل اقل أعداد ساعات السطوع الشمسي النظرية والفعلية، التي بلغت (10.00، 6.36 ساعة) لكل منها على التوالي، اما أعلى كميات قيم الإشعاع الشمسي فبلغت (774.3 ملي واط /سم2) وذلك في شهر حزيران الذي سجلت فيه زيادة في عدد ساعات سطوع شمسي نظرية وفعلية والتي بلغت (14.0،11.70ساعة) لكل منهما وعلى التوالي، جدول(1).

جدول (1)

العناصر المناخية في محافظة النجف للمدة (1975-2006م)

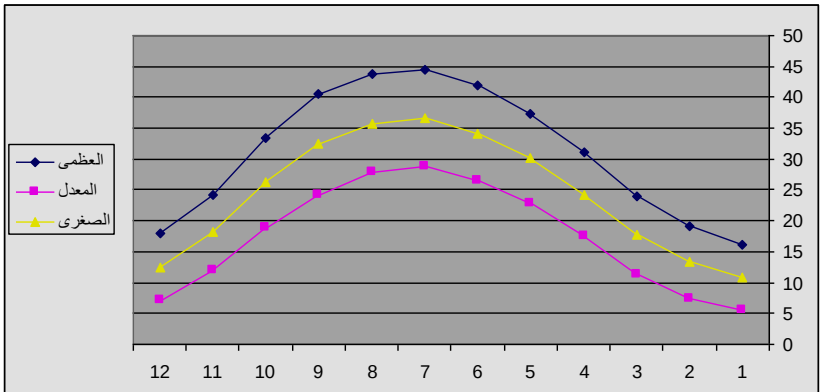
الأشهر	ساعات السطوع الشمسي ساعة		قيم الإشعاع الشمسي ملي واط/ سم 2 *	درجات الحرارة م°			المدى الحراري م°	الرطوبة النسبية %	كمية الأمطار ملم	سرعة الرياح م/ ثا *	كمية التبخر ملم *
	النظرية	الفعلية		العظمى	الصغرى	المعدل					
كانون الثاني	10.28	6.7	303.4	16.2	5.5	10.8	10.7	69	20.1	3.1	82.7
شباط	11.06	7.59	384.8	19.1	7.4	13.3	11.7	58	15.8	3.4	117.1
آذار	11.96	7.84	483.6	24.0	11.4	17.7	12.6	49	12.7	30.	195.6
نيسان	12.05	8.65	592.0	310.	17.5	24.3	13.5	41	12.4	2.9	285.4
أيار	13.45	9.6	676.0	37.4	22.7	30.1	14.7	31	4.6	3.1	406.4
حزيران	14.0	11.7	774.3	41.9	26.6	34.2	15.3	23	0.1	3.8	548.3
تموز	13.57	11.79	761.8	44.4	28.9	36.6	15.5	21	0	4.0	607.7
آب	13.19	11.72	705.2	43.7	27.9	35.8	15.8	22	0	3.4	546.9
أيلول	12.2	10.22	607.0	40.5	24.3	32.4	16.2	27	0	3.4	394.4
تشرين الأول	11.25	8.52	448.4	33.4	19.0	26.2	14.4	38	1.7	3.1	238.9
تشرين الثاني	10.28	7.33	326.5	24.1	12.0	18.1	12.1	55	9.9	3.0	144.05
كانون الأول	10.0	6.36	260.6	17.9	7.2	12.5	10.7	68	19.9	30.	88.02
المعدل/ المجموع	11.94	9.00	526.96	31.1	17.5	24.3	13.6	42	97.1	3.3	3655.57

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء والرصد الزلزالي في العراق، بيانات غير منشورة.

- أخذت هذه البيانات للمدة (1962-2001م).

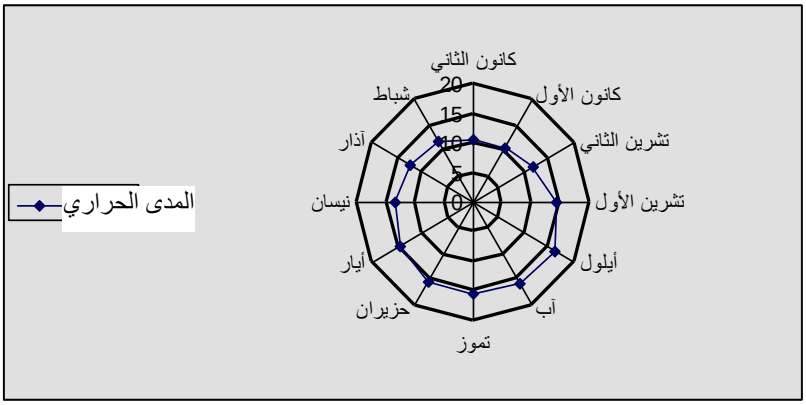
ترتفع معدلات درجات الحرارة في أجواء المحافظة بما يفوق ما تسجله المناطق البحرية في نفس دوائر العرض، ويبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة الاعتيادية (24.3 ْم) موزعة بصورة متباينة نتيجة لتباين معدل عدد ساعات السطوع الشمسي وكميات الإشعاع الشمسي الواصلة التي تزداد درجات الحرارة مع ازديادها.

تبدأ درجات الحرارة بالارتفاع تدريجياً ابتداءاً من شهر آذار (17.7 ْم) وحتى تصل الى أعلى معدلاتها وذلك في شهر تموز (36.6 ْم) الذي سجلت فيه أعلى درجة حرارة عظمى وصغرى (44.4 ْ م، 28.9 ْ م)على التوالي، وتستمر الحرارة مرتفعة خلال الأشهر أب وأيلول، ثم تب دأ بعد ذلك بالتناقص تدريجياً حتى تصل الى أدنى معدلاتها (12.5، 10.8ْم) والمسجلة في شهري كانون الأول وكانون الثاني على التوالي.شكل (2)



ترشدنا البيانات المسجلة في أجواء المحافظة والمتعلقة بكميات الاشعاع الشمسي والسطوع الشمسي ومعدلات درجات الحرارة الى إن المحافظة تعيش ضمن صيف طويل حار وجاف يصل طوله حوالي سبعة أشهر، ومما ساعد على رفع درجة حرارته هو تعرض المحافظة الى مرور الكتل الهوائية المدراية الحارة الجافة في هذا الفصل، اما فصل الشتاء البارد والقصير حوالي (اربعة أشهر) فيتميز بقلة الأمطار، رغم ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية التي تصل معدلاتها الى حوالي (68، 69، 58%) في الأشهر (كانون الأول، كانون الثاني،شباط) على التوالي. كما تتعرض المحافظة خلال هذا الفصل البارد الى كتل هوائية قطبية ومدارية تعمل على خفض درجات الحرارة وسقوط الأمطار فضلاً عن وصول تأثيرات البحر المتوسط من خلال منخفضاته المتوسطية المسببة لسقوط الأمطار وانخفاض معدلات درجات الحرارة.

كما يكون المدى الحراري المستخرج ضمن أجواء المحافظة كبير نسبياً على المستوى اليومي والشهري والسنوي، إذ يبلغ المدى الحراري السنوي (26.8 ْم) وذلك لعدم وجود مسطحات مائية قريبة تلطف وتعدل من درجات الحرارة، وتتراوح المديات الحرارية الشهرية في المحافظة بين (10.7 ْم) و المسجلة في الأشهر (كانون الأول وكانون الثاني) و (16.2 ْم) والمسجل في شهر أيلول، شكل (3). ويعني ذلك خضوع المحافظة امام المؤثرات الصحراوية فالمدى الحراري المتسع يعني إن المحافظة تقع ضمن المناخ القاري الجاف.

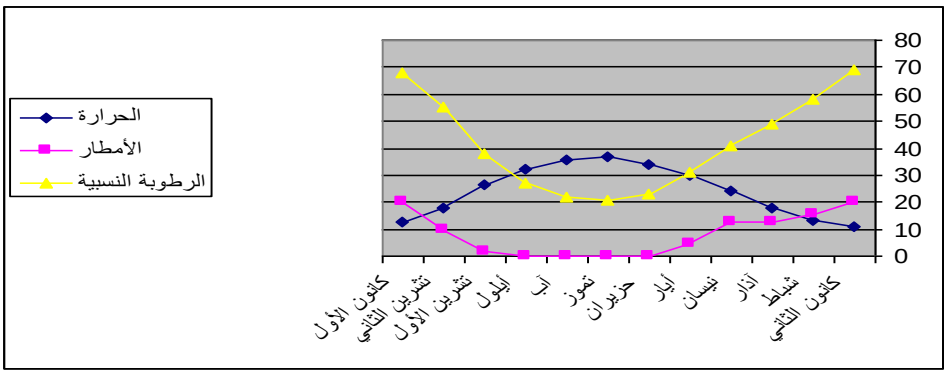


شكل (3)

تنشط الرياح في المحافظة صيفاً لتسجل لنا أعلى معدلات لسرعها في الأشهر الحارة (حزيران، تموز و آب) إذ تبلغ سرع الرياح فيها (3.8،4.0، 3.4 م/ثا) على التوالي، في حين تقل سرع الرياح عن معدلاتها خلال الأشهر الباردة لتصل الى (3م/ثا) في الأشهر (تشرين الثاني وكانون الأول و آذار) وتصل ادنى معدلاتها في شهر نيسان (2.9م/ثا)،جدول (1).

اما فيما يتعلق بالأمطار فنجد إن المعدل السنوي لكمياتها يصل إلى (97.1ملم)، وهي كمية قليلة جداً مقارنة مع أمطار المناطق الشمالية من القطر، ولا يمكن اعتبارها مورداً مائياً مناخياً، كما أنها تتصف بالتذبذب وعدم الثبات سواء اكان في كمياتها أم في مواعيد سقوطها، عموماً فأمطار المحافظة متباينة شهرياً وفصلياً وسنوياً، وهي في واقع الحال شتوية التساقط.

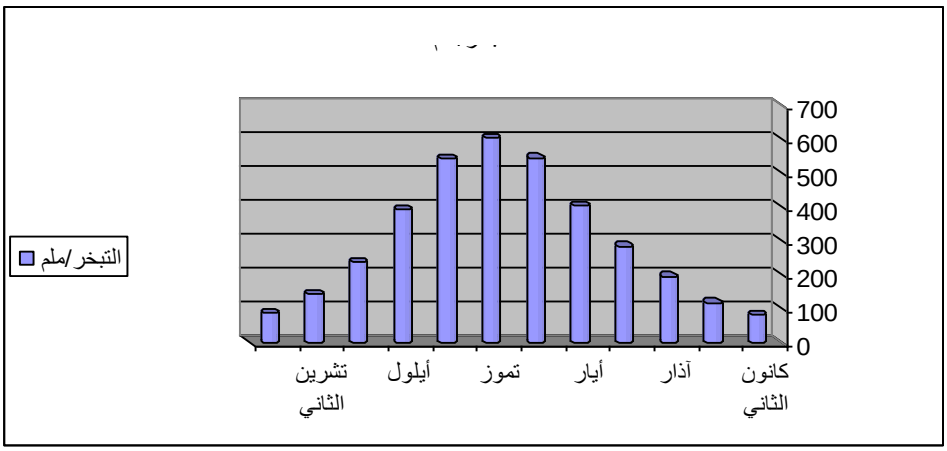
تبدأ الأمطار بالتساقط في أجواء محافظة النجف اعتباراً من شهر تشرين الأول، إذ تسقط بكميات قليلة جداً (1.7ملم)، تبدأ بعد ذلك بالزيادة تدريجيا حتى تصل الى اكبر كمية لها (20.1ملم) وذلك في شهر كانون الثاني الذي تسجل فيه ادنى معدلات درجات الحرارة واعلى معدلات الرطوبة النسبية ثم تبدأ الأمطار بالتناقص حتى تصل الى ادنى معدلاتها (4.6ملم) في شهر أيار لتنعدم مطلقاً خلال الأشهر الحار ة (تموز، آب وايلول)، والتي يتزامن انقطاعها مع عدم وصول تأثيرات المنخفضات الجوية،فضلاً عن الأرتفاع الكبير في درجات الحرارة وانخفاض معدلات الرطوبة النسبية الى ادنى مستوياتها،.إذ يغطى القطر خلال هذه الأشهر الهواء المداري القاري (CT) الحار الجاف المستقر.[1]



شكل (4)
العلاقة بين درجة الحرارة و الرطوبة النسبية و الأمطار في محافظة

تبين البيانات المناخية وجود ارتفاع كبير في معدلات التبخر في أجواء المحافظة، لاسيما خلال أشهر الصيف الحارة الجافة لتصل إلى (548.8، 607.7، 546.9ملم) في الأشهر (حزيران، تموز وآب) على التوالي، وما يعادل حوالي (47%) من مجموع التبخر السنوي الذي يبلغ (3655.47ملم)، شكل (5). ويتفق ذلك مع تسجيل طقس المحافظة أعلى معدلات درجات الحرارة في الأشهر الثلاث المذكورة اعلاه.في حين تنخفض معدلات التبخر خلال الأشهر (كانون الأول، كانون الثاني وشباط)، إذ تسجل حوالي (88.02، 82.7، 117.1 ملم) على التوالي . وهي الأشهر التي تسجل فيها أدنى معدلات الحرارة في المحافظة، جدول (1).

توضح الحقائق المذكورة أنفا إن المحافظة تشهد مستويات حرارية عالية وكمية أمطار قليلة وكميات تبخر مرتفعة جداً، مما يعني معاناة أجوائها من جفاف مناخي واضح وكما سيتم توضيحه.



شكل (5)
كميات التبخر الشهري في محافظة النجف
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على جدول (1)

المبحث الثاني
مفهوم الجفاف والعجز المائي المناخي وطرائق تقديرهما

تتظافر مجموعة من العوامل الطبيعية والبشريه في احداث فجوه مائي ة تقوم بين ما يصل منطقه ما من ايرادات مائية (تساقط) وبين ما يفقد منه ا بالاشكال المعروفه (تبخر، تبخر/ نتح، تسرب، استهلاك مائي...الخ). وفي كل الأحوال فأن الخصائص المناخية وخصائص التربة ونشاطات الانسان الزراعية منها على وجه الخصوص تعد من اكبر العوامل المتحكمة في تحديد قيمة الأمطار الفعلية ومستويات الجفاف والعجز المائي.

اولا .مفهوم الجفاف.

يعد الجفاف احد اهم المشكلات التي ماتزال تواجه الإنسانية، رغم التقدم العلمي والتكنولوجي الهائل الذي وصلت اليه، فالمناطق الجافة وشبه الجافة تمثل حوالي ثلث مساحة يابس الأرض ولم يسجل أي جهد جدي لإحداث تغير أساسي في هذه النسبة .

ويرجع سبب ذلك الى تشابك وتداخل مفردات الظاهرة وتنوعها، فالجفاف ظاهرة طبيعية وبشرية والمفاهيم حولها غير واضحة وغير محددة فالجفاف "محصلة العلاقة بين المطر والحرارة والتبخر".[2]

يعد المناخ هوالعامل الرئيس المؤثر في تحديد خصائص البيئة الجافة فهو الذي يتحكم في معامل السطح وخصائص النبات وملامح الحيوان وتركيب التربة...، ومن الضروري البحث عن اسباب قلة التساقطات في الأراضي الجافة التي تمثل ثلثي سطح الأرض.[3]

بين ثورنثويت اربعة انواع رئيسة من الجفاف (drought) الذي عرفه على انه "عدم قدرة الرطوبة الجوية أو رطوبة التربة على الانبات أو حيث تكون الرطوبة الجوية و رطوبة التربة غير كافية للعمليات اللازمة للانبات "، وهذه الأنواع هي[4]:

1. الجفاف الدائم- وهو النوع الذي تمثله الصحراء، إذ لا يوجد فصل ممطر يساوي كمية الماء اللازمة للإنبات، ولا يوجد في مثل هذه المواقع إلا الأنواع الشديدة التكيف ولا تقوم الزراعة إلا بعمليات الأرواء.

2.الجفاف الفصلي – يتميز هذا النوع باقتصا ر سقوط الأمطار على فصل وانعدامها في فصل أخر وتقوم الزراعة في الفصل المطير.
3. الجفاف الطارئ - ينتج هذا النوع من الجفاف عن عدم انتظام أو تقلب سقوط الأمطار ويقتصر هذا النوع على المناطق الرطبة وشبه الرطبة. فقد تمتد مدة طويلة دون سقوط المطر مما يؤدي الى هلاك المزروعات.. وهو من أخطر انواع الجفاف لصعوبة التنبؤ به.
4.الجفاف غير المنظور – تقل في هذا النوع من الجفاف الرطوبة (الجوية أو رطوبة التربة) عن حاجة النبات، وان انخفاض الرطوبة اليومية أو الشهرية عن الحد الذي يحتاج اليه النبات يؤدي الى موت النبات أو قلة كثافته أو قزميته.

يتبين من ذلك إن الجفاف هو ظاهرة طبيعية تتمثل في انخفاض كميات الأمطار الساقطة أو تناقصها عن معدلاتها الاعتيادية في أوقات معينة، والتي قد تستمر لفترات طويلة ، و يبدو أن المحافظة موضوع البحث تقع ضمن المفهوم الأول (الجفاف الدائم)، فالأمطار وأن اقتصرت على السقوط في فصل الشتاء فهي لا تسد حاجة النباتات من المياه.

أما المناخ الجاف والذي يرتبط اساساً مع مفهوم الجفاف بمفهومه العام – عموماً فأن اغلب علماء المناخ يتفقون على تحديد المناخ الجاف على انه "المناخ الذي تزداد فيه كميات التبخر على كميات التساقط أي المناطق التي تعاني من عجز مائي سواء اكان ذلك على المستوى الشهري أم الفصلي أم السنوي".

توجد بعض المصطلحات المهمة التي تتعلق بالجفاف والتي تنط بق على الوضع الموجود في المحافظة وهي:-
1.الجفاف الهيدرولوجي- يسود هذا النوع من الجفاف في المناطق التي تعجز كميات الامطارها الساقطة من توفير المياه الى المنخفضات الى الحد الذي يجعلها تفيض بمياهها وتنساب منها بشكل مجاري مائية صغيرة نسبياً.
.2الجفاف الزراعي – يتمثل في قلة سقوط الأمطار وعدم كفايتها لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها سواء اكانت تلك المحاصيل شتوية أم صيفية،لذا فالجفاف هو المدة الزمنية التي تكون فيها كمية المياه في التربة غير كافية لنمو المحصول وتطوره حتى موسم النضج، أي إن هذا النوع من الجفاف يحدث عندما تكون كمية المياه المطلوبة للتبخر والنتح اكثر من كمية المياه الموجودة فعلاً في التربة.[5]

ثانيا. مفهوم العجز المائي المناخي.

تعرف الموازنة المائية المناخية بأنها "العلاقة بين كمية الأمطار الساقطة (الواردات) ومقدار الضائعات المائية التي يعتمد في حسابها على مقدار التبخر

/النتح*، مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل المؤثرة فيها ".[6] في حين يرى ثونثويت (الذي يعد اول من استعمل مصطلح الموازنة المائية في الدراسات المناخية - 1948) بأن الموازنة المائية المناخية هي "العلاقة بين ما يدخل منطقة ما من مياه بشكل تساقط و بين الفاقد بالتبخر و النتح من النبات و كذلك أي تغييرات في المياه المختزلة (رطوبة التربة، المياه الجوفية، المسطحات المائية...الخ) وهو الذي يحدد الجفاف في أي مكان".[7] يجد بعض الباحثين إن تحديد وضع التوازن المائي المناخي يتم عن طريق ضرب معدلات الأمطار الساقطة في كل شهر بمعامل المطر الفعال** لذلك الشهر ومن ثم طرح الأمطار الفعالة المستخرجة من عملية الضرب من قيم التبخر/النتح الممكن لكل شهر.[8]

يحصل العجز المائي water deficit عندما تكون كميات التبخر و النتح الممكن ***اكبر من كمية الأمطار الفعالة، و بالعكس يكون هنالك فائضا مائيا water surpluse عندما تفوق كمية الأمطار الفعالة على كمية التبخر والتبخر/ النتح الممكن .

---

* **تعرف عملية انتقال جزيئات الماء من سطوحه وسطوح الترب و الأجسام الأخرى التي تحتوي على بعض منه بشكل بخار ماء الى الغلاف الجوي بالتبخر Evaporation بينما تعرف عملية انتقالها من ثغور أو مسام سطوح أوراق الحياة النباتية بالنتح Transpiration و تعرف العمليتان معا بالتبخر /النتح Evaportranpiration .**

انظر:– إبراهيم إبراهيم شريف، جغرافية الطقس– الكتاب الأول، جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة و النشر، بغداد –1991، ص 239.

** عرفت شركة سلخوزبروم الروسية في دراسة شاملة للموارد المائية والتربة في العراق معامل المطر الفعال بأنه "ذلك الجزء من الأمطار الساقطة والذي يغيض داخل التربة في ضوء نسجتها وتركيبها والمفقود عن طريق التبخر، لكل موقع من مواقعه على وفق تحريات التربة والمعلومات المناخية.

انظر :–

USSRV/o selkhoz prom ex port، General Scheme of water Resources and Land Development in Iraq، ministry of Irrigation، Vol. III، Book 1، 1982، p.33 .

*** يعرف التبخر/النتح الممكن (المحتمل) بأنه مقدار التبخر و النتح من ارض واسعة مغطاة بالنباتات مع توفر كمية وافرة من الماء في جميع الأوقات أي لا يعاني النبات نقصا في الماء.

انظر:– ليث خليل إسماعيل، الري و البزل، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل – 1988، ص 134.

ولان عنصر التبخر هو العنصر المشترك بين عمليتي التبخر/ النتح والمطر الفعال ، لذا وجد الباحث انه من الضروري استخراج الموازنة المائية المناخية بالطريقة المعتمدة على طرح كمية الأمطار الساقطة من كمية التبخر/ النتح الممكن، وهو ما تعتمد عليه اغلب الدراسات الجغرافية المهتمه بهذا الميدان.

المبحث الثالث
التطبيق الكمي لواقع الجفاف و العجز المائي المناخي في محافظة النجف

توجد علاقة متلازمة وواضحة بين مفهومي الجفاف والعجز المائي المناخي، فكلاهما يتعلق بالامطار و مقدار التبخر والتبخر / النتح الممكن، أي إن وجود عجز في التوازن المائي المناخي يعني نقص في كمية الأمطار على حساب التبخر / النتح ويعني ذلك وجود الجفاف في تلك ال منطقة ، لذا يجد الباحث إن المعايير و الطرائق المعتمدة في تحديد الجفاف المناخي يمكنها إن تعبر عن مقدار العجز المائي المناخي و العكس صحيح ايضا، فما يتوصل اليه من عجز مائي مناخي يمكن إن يعبر عن درجة الجفاف في هذه المنطقة أو تلك .

عموما وضع العلماء من هيدرولوجيين و مترولوجيين و جغرافيين .الخ، العديد من المعادلات التجريبية التي يمكن عن طريقها احتساب الجفاف والعجز المائي و هذا ما سيوضح في هذا المبحث.

اولا. قياس الجفاف.

1 .معادلة ثورنثويت لحساب الجفاف، و تأخذ الصيغة الآتية : [9]

$$\sum_{12} 1.65\left(\frac{r}{T+12.2}\right)^{10/9}$$

إذ إن : r = السواقط السنوية / ملم .
T = معدل درجة الحرارة السنوي / مْ .

ميز ثورنثويت خمسة مناطق مناخية حسب كفاية المطر، تقع محافظة النجف ضمن المنطقة (الجافة) ضمن ذلك التصنيف، إذ تبين بان ناتج المعادلة أعلاه عند تطبيقه على أجواء المحافظة هو (4.7) .

2. معامل لانج ، ويسمى ايضا بمعامل المطر، إذ يعتمد على العلاقة بين كمية الأمطار الساقطة و معدل درجة الحرارة وفق الصيغة الآتية : [10]

$$F = N / T$$

إذ إن : F = معامل المطر

N = كمية الأمطار الساقطة سنويا/ ملم .

T = معدل درجة الحرارة السنوي/ مْ .

تبين من تطبيق هذه المعادلة في أجواء المحافظة إن قيمة F هي (3.99) ووفقا لذلك فالمحافظة تقع ضمن المنطقة الشديدة الجفاف التي حددها لانج في معادلته *.

3. معادلة امبر جير– وضع العالم الفرنسي امبر جير معادلته للتعرف على نوع المناخ ومدى جفافه وهذه المعادلة:[11]

$$Q = \frac{P}{(M+m)(M-m)} \times 100$$

إذ إن Q = معامل الجفاف.

P = معدل الأمطار السنوي/ ملم.

M= معدل الحد الأقصى للحرارة في ادفىء شهور السنة بالدرجة المطلقة.

m= معدل الحد الأقصى للحرارة في ابرد شهور السنة بالدرجة المطلقة.

وكلما زادت قيمة Q دل ذلك على زيادة رطوبة المناخ وبنقصانها يكون المناخ جافاً.

تبين عن طريق تطبيق المعادلة أعلاه أن قيمة معامل الجفاف Q هي (0.027) وبذلك فالمحافظة تقع ضمن الأقاليم المناخية الجافة، بل الشديدة الجفاف لصغر قيمة Q بدرجة كبيرة جداً.

4. طريقة والتر.

وضع العالم الألماني والتر walter)) رسماً بيانياً للمناخ، يتضمن رسماً بين متوسط درجات الحرارة في الشهور المختلفة من السنة على المحور الرأسي

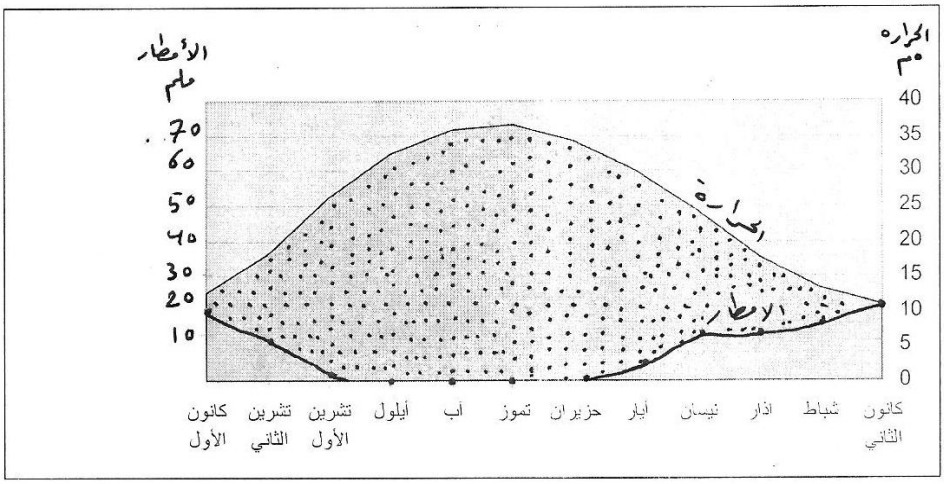
* قسم لانج نتائج المعادلة الى اربعة تصانيف يكون الحد (من صفر - 10) هو الاقليم الشديد الجفاف

ويقابله على المحور الرأسي الآخر ت درج يبين المطر، بحيث توازي العشر درجات المئوية في الحرارة عشرين مليمتراً من المطر الذي يرسم له هو الآخر منحنى في الشهور المختلفة.[12]

إذ يمكن التعرف على درجة الجفاف من الرسم البياني للمناخ بمدى المساحه الواقعة بين خطي المطر والحرارة على الرسم،وهناك عدة احتمالات لذلك: [13]

1. اذا تقاطع خطا المطر والحرارة عندئذ تكون المدة الواقعة في هذا التقاطع ممثلة بالرطوبة ونقص الجفاف، وكلما زادت المساحة التي تقع بين الخطين المتقاطعين دلت على قدر كبير من الرطوبة.
2. اذا كان الخط ين غير متقاطعين وخط المطر هو السفلي فعندئذ كلما زادت المسافة بينهما فأنها تدل على شدة الجفاف.

يتبين من تحليل الشكل البياني ووفقاً لطريقة والتر فأن محافظة النجف تقع ضمن المناطق الشديدة الجفاف، إذ يقع خط المطر الى أسفل خط الحرار ة ولا يتقاطع معه.



شكل (6)

الجفاف حسب طريقة والتر

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على جدول (1)

ثانياً. قياس العجز المائي المناخي.

يمكن تحديد كمية العجز في الموازنة المائية المناخية عن طريق طرح كمية الأمطار الساقطة في المحافظة من كميات التبخر/النتح الممكن المستخرجة من المعادلات التجريبية والتي من أهمها:

1.معادلة خوسلا:

وضع خوسلا في عام 1949 معادلة لحساب كمية الضياع المائي الشهري والسنوي بوساطة التبخر/ النتح، وذلك عن طريق استعمال صيغة تبادلية لتحديد التبخر/ النتح المحتمل، عند توفر رطوبة محتملة في التربة لتمويل غطاء نباتي متصل وبمستوى واحد من الأرتفاع، وتكتب المعادلة كالآتي[14]:

$$Lm = \frac{Tm-32}{9.5}$$

إذ إن:-

Lm= مقدار الضيلع المائي الشهري الممكن /بوصة.

Tm = معدل درجة الحرارة الشهرية/ ف˚.

2.معادلة بليني – كريدل:

اشتقت هذه المعادلة في ظروف مناخية جافة كالولايات المتحدة وقارية تشبه الى حد ما مناخ القطر العراقي، وتكتب المعادلة بالصيغة الآتية : [15]

$$Eo = kp\ (0.46\ c + 8.13)$$

إذ إن :-

Eo = التبخر/النتح الممكن/ ملم.

K= معامل تصحيح = (c +0.24 0.0311)

P = النسبة المؤية لمجموع ساعات النهار لايام الشهر كلها من مجموع ساعات النهار للسنة الكاملة وتؤخذ من جداول خاصة.

c = معدل درجة حرارة الهواء الشهري/ مْ .

لذا يمكن إن تكتب المعادلة بالصيغة الآتية:-

$$Eo = p(0.0311\ c + 0.24)\ (0.46 + 8.13)$$

3.معادلة ايفانوف:

تمكن العالم الروسي ايفانوف من ايجاد صيغة معادلة يمكن بوساطتها استخراج كمية التبخر الممكن عن طريق استعانته بعنصري درجة الحرارة و الرطوبة

النسبية المناخيين، ووضع لنا المعادلة الآتية:- [16]

$$E = 0.0018 (t + 25)^2 (100-a)$$

إذ إن :-

E = التبخر الممكن الشهري / ملم .
t = معدل درجة الحرارة الشهري / مْ.
a = معدل الرطوبة النسبية الشهري.

4. معادلة خروفه.

اجرى نجيب خروفة عام 1985 تعديلا على معادلة بليني كريدل متلافيا لاستعمال معامل التصحيح، عن طريق اجراء ترابط خطي بين درجة الحرارة وطول النهار من جهه و مقدار التبخر / النتح الممكن من جهه اخرى، وبافتراض تغاير خطي لعدد ساعات السطوع الشمسي وتغاير خطي لدرجة الحرارة، وتمكن من وضع المعادلة الآتية :- [17]

$$ETo = C. P. Tc^{1.30}$$

إذ إن :-

ETo = التبخر/ النتح الممكن/ ملم.
P = النسبة المئوية لعدد ساعات السطوع الشمسي الشهريۃ الى عدد ساعات السطوع الشمسي السنوية، وتؤخذ من جداول خاصة .
Tc = معدل درجة حرارة الهواء/ مْ.
C = معامل تصحيح موقعي يحسب من البيانات المناخية للأشهر(حزيران، تموز، آب) . وفق المعادلة الاتية :-

$$C = 0.22 (1+ n/N) (0.90+W/100) (1-0.5Rh) (0.97+ E/10.000)$$

إذ إن:

n = معدل عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلية.
N = معدل عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية.
W = معدل سرعة الرياح كم/سا .
Rh = معدل الرطوبة النسبية الشهري.
E = ارتفاع المنطقة عن مستوى سطح البحر/ م.

5. معادلة الإشعاع.

وضعت منظمة الغذاء والزراعة الدولية (F.A.O) معادلة يمكن عن طريقها احتساب كمية التبخر/النتح الممكن، عندما قامت بتحوير معادلة (ماكينك) المستعملة في المناطق الاستوائية والجزر الصغيرة . وتكتب المعادلة بالصيغة الاتية : [18]

$$ETo = C\,(W.\,Rs)$$

ETo = التبخر/النتح الممكن/ملم .

C = معامل تعديل يعتمد على الرطوبة النسبية وسرعة الرياح ويحسب من شكل خاص.

W = معامل وزني يعتمد على درجة الحرارة. جداول خاصة.

Rs= الاشعاع الشمسي الاضافي (ملم/يوم)- وقد وجد النقشبندي وكاينة إن قيمتة في أجواء العراق تساوي: [19]

$$Rs = Ra\,(0.200 + 0.467\ n/N)$$

Ra = الاشعاع المنعكس من اليابس، يؤخذ من جداول خاصة.

n/N = النسبة بين ساعات سطوع الشمس الفعلية (n) الى عدد ساعات السطوع النظرية (N) .

6. معادلة ثورنثوت.

وضع ثورنثويت معادلة لحساب كمية التبخر/ النتح ، تعد من اكثر المعادلات دقة في التعبير عن رطوبة التربة، وفق المعادلة الآتية :- [20]

$$ET = 16\left(\frac{10T}{I}\right)^{a}$$

إذ إن:

ET = كمية التبخر/النتح الشهري/ ملم .

T = معدل درجة حرارة الهواء /مْ.

I = معامل الحرارة ويساوي $\sum i$.

$i = (5/T)^{1.514}$ أو يستخرج من جداول خاصة.

a = قيمة ثابتة تحسب من جداول خاصة أو من المعادلة الآتية:-

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.7.2 \times 10^{-2} + 0.49239$$

ثم وضع ثونثويت جدولاً لتعديل قيمة التبخر ((ET بالنسبة الى كمية الاشعاع الشمسي، إذ تضرب قيمة التبخر ET بنسبة الاشعاع الشمسي لكل شهر، أي:-

المعدل $ET = N \times E T$

N = كمية الاشعاع الشمسي، وتستخرج من معاملات التصحيح الخاصة.

نتائج تطبيق معادلات التبخر/النتح الممكن.

تتباين كميات التبخر/ النتح الممكن تباينا ملحوظا وعلى مستويين، يشمل المستوى الأول التباين الشهري لتلك الكميات نتيجة لتباين معدلات العناصر المناخية المستعملة في تلك المعادلات على مدى أشهر السنة لاسيما ما يتعلق بمعدل درجة الحرارة و الرطوبة النسبية، إذا نلاحظ إن الأشهر التي سجلت أعلى مقادير التبخر/ النتح هي الأشهر التي سجلت فيها أعلى معدلات درجات الحرارة وأقل معدلات الرطوبة النسبية وهي الأشهر (حزيران،تموز،آب) فكانت المعدلات العامة لكميات التبخر/النتح فيها (317.2، 359.7، 333.4 ملم) وعلى التوالي . اما الأشهر التي سجلت فيها ادنى معدلات درجات الحرارة واعلى معدلات الرطوبة النسبية (كانون الثاني، شباط، كانون الأول) فقد سجلت فيها ادنى المعدلات العامة لكميات التبخر/ النتح فكانت (49.6، 67.2، 56.0 ملم) وعلى التوالي، جدول (2).

جدول (2)
كميات التبخر/النتح الممكن (ملم) في محافظة النجف للمدة (1975-2006 م)

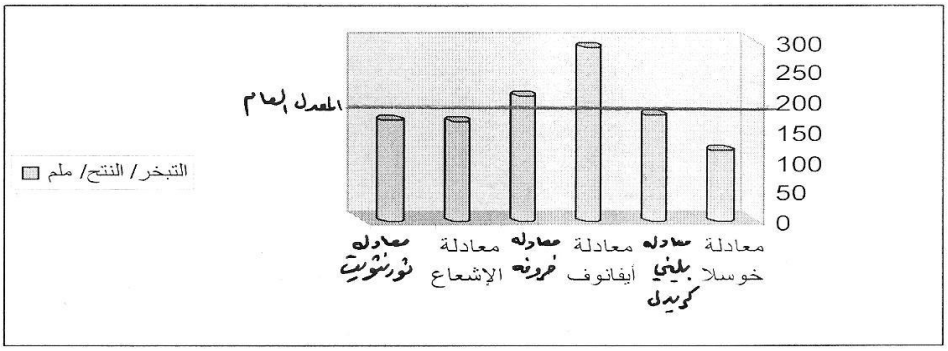
الأشهر	معادلة خوسلا	معادلة بلينـ - كريدل	معادل ايفانوف	معادلة خروفة	معادل الإشعا	معادلة ثورنثويت	المعدل العا
كانون الثاني	50.8	52.1	71.3	55.4	61.6	6.2	49.6
شباط	63.7	65.0	110.9	75.0	76.3	12.5	67.2
آذار	86.4	107.0	168.3	129.0	124.1	37.1	108.6
نيسان	116.8	163.1	259.6	197.6	187.5	102.1	171.1
ايار	144.8	241.0	379.5	289.3	223.2	225.3	250.5
حزيران	165.1	293.7	485.1	345.4	261.0	352.9	317.2
تموز	175.3	331.3	537.2	384.3	282.1	448.3	359.7
آب	172.7	304.9	514.8	355.0	256.0	397.0	333.4
أيلول	154.9	239.7	430.7	284.0	213.1	266.3	264.8
تشرين الأول	126.0	167.4	291.4	203.0	156.5	124.3	178.1
تشرين الثان	86.4	94.2	148.5	113.8	91.6	35.0	94.9
كانون الأول	60.9	61.7	80.0	69.7	53.0	10.5	56.0
المجموع	1403.8	2121.1	3477.	2501.5	1986	2017.5	2251.1

المعدل	117.0	176.7	289.8	208.4	165.5	168.1	187.6

المصدر: عمل الباحث من خلال تطبيق المعادلات.

يشمل المستوي الثاني تباين النتائج التي تم التوص ل لها من تطبيق المعادلات المتعلقة باستخراج كميات التبخر/ النتح الممكن،وهي بلا شك نتيجة لتباين المتغيرات المناخية المستعملة في كل معادلة وطريقة التعبير الرياضية الخاصة بكل معادلة ايضاً. فقد اظهرت النتائج إن مجموع كميات التبخر/ النتح الممكن انحصرت بين (3477.3 - 1403.8 ملم) والتي ظهرت من تطبيق معادلتي (خوسلا وايفانوف) على التوالي. كما اظهرت النتائج إن معادلة ثورنثويت شذت عن بقية المعادلات من خلال إظهارها إلى نتائج غير متوقعة وغير واقعية بالنسبة لكميات التبخر/النتح الممكن وذلك في الأشهر(كانون الثاني، شباط، تشرين الثاني وكانون الأول) والتي ظهرت قيمها(35.0،12.5،6.2، 10.5 ملم) وعلى التوالي. جدول (2).

تشير نتائج المعادلات المطبقة في هذا البحث على إن معادلة بليني – كريدل قد أعطت اقرب النتائج من المعدل العام لكميات التبخر/النتح الممكن وعلى حساب جميع المعادلات. فسجلت لنا معدلاً شهرياً بلغ (176.7 ملم) وبواقع اقل من المعدل العام لجميع المعادلات بحوالي (10.9 ملم) فقط. بينما سجلت بقية المعادلات قيماً ابعد عن ذلك وبلغت الفروق عن المعدل العام (70.6- ملم) في معادلة خوسلا و(102.2+ ملم) في معادلة ايفانوف و(123+ملم) وفق معادلة خروفة، و(22.1- ملم) بالنسبة لمعادلة الاشعاع، و(19.5-ملم) بالنسبة لمعادلة ثورنثويت. شكل (7).



شكل (7)
المعدلات السنوية لكميات التبخر/ النتح في محافظة النجف
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على جدول (2)

واقع العجز المائي المناخي.

تشير نتائج استخراج العجز في الموازنة المائية المناخية وكنتيجة متوقعة لارتفاع كميات التبخر/النتح الممكن وقلة كمية الأمطار الساقطة في المحافظة الى حدوث عجز مائياً كبيراً يبلغ مجموعه السنوي (2153.9 ملم) موزع بصوره متباينة على أشهر السنة، وعموماً فقد تراوحت معدلاته بين (359.7- - 29.5- ملم) والتي سجلت في شهري كانون الثاني وتموز وعلى التوالي. جدول (3).

يبدو إن قلة سقوط الأمطار وانعدامها في معظم الأشهر قد هيأ أجواء المحافظة الى الوضع المناخي الجاف وشبه الجاف، وتشير النتائج ايضاً الى عجز واضح وكبير في الموازنة المائية المناخية، لاسيما في الأشهر الحاره التي ينعدم سقوط الأمطار فيها، فنجد إن نسبة العجز المائي تصل إلى (70%) في الأشهر (ايار، حزيران، تموز، آب وايلول)، مجتمعة فيما لا تشكل الأشهر السبع الأخرى أكثر من (30%) من مجموع نسبة العجز المائي المناخي جدول (3).

جدول (3)
العجز المائي المناخي في محافظة النجف للمدة (1975-2006م)

الشهر	كمية الأمطار (ملم)	كمية التبخر/النتح الممكن (ملم)	مقدار العجز	النسبة المئوية للعجز (%)
كانون الثاني	20.1	49.6	29.5-	1.4
شباط	15.8	67.2	51.4-	2.4
آذار	12.7	108.6	95.9-	4.4
نيسان	12.4	171.1	158.7-	7.4
ايار	4.6	250.5	245.9-	11.4
حزيران	0.1	317.2	317.1-	14.7
تموز	0	359.7	359.7-	16.7
آب	0	333.4	333.4-	15.5
أيلول	0	264.8	264.8-	12.3
تشرين الأول	1.7	178.1	176.4-	8.2
تشرين الثاني	9.9	94.9	85-	4
كانون الأول	19.9	56.0	36.1-	1.7
المجموع	97.1	2251.1	2153.9-	%100

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الجدولين (1 و2)

المبحث الرابع
الإمكانيات المقترحة لتقليل الجفاف والعجز المائي المناخي

أولا. إسقاط الأمطار صناعياً.

تعاني المحافظة وكما بيناه في خصائصها المناخية من نقص كبير في كمية الأمطار الساقطة، لذا إن المهم في الأمر هو زيادة كمية الأمطار بأي شكل من الأشكال، وتعد تقنية إسقاط الأمطار صناعياً من التقنيات الحديثة التي يقتصر استعمالها في دول معينة تمتلك التكنولوجيا اللازمة لذلك، والتي يمكن عن طريقها تقليل الجفاف وزيادة الأمطار، ومن ثم إيجاد توازن مائي وربما فائضاً مائياً.

تكمن هذه التقنية في ثلاث ة جوانب رئيسة تتمثل في توجيه الغيوم من مناطق نحو مناطق أخرى يراد سقوطها فيها وتكثيف الغيوم صناعياً وتسريع تكاثف الغيوم الموجودة ومن ثم إسقاطها صناعياً .

تستعمل مواد كيمياوية مثل مسحوق ي (ثاني اوكسيد الكاربون الصلب وايوديد الفضة) في تهيئة نويات صغير للتكاثف واسقاط الأمطار صناعياً، وهي مواد غير قابلة للذوبان في الماء.[21] وتحقق هذه الطريقة سقوطاً للأمطار بكميات معينة في مكان معين وفي وقت معين.وقد أظهرت النتائج إن زرع بعض السحب الركامية في درجة الحرارة تصل إلى(20- مْ) قد انتج زيادة في التساقط مقدارها (2-10%)) ووصلت الزيادة إلى (10 – 15%) من زرع سحب تضاريسية شتوية.[22] كما تعمل هذه التقنية على حث وتعجيل تصادم القطرات المائية بصوره تتابعيه مما يسبب نموها أو تساقطها بشكل اكبر. كما تعمل هذه الطريقة في تقليل خصائص التذبذب في سقوط الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة كالمحافظة، كما تعمل على التغلب على مخاطر الفشل الزراعي الناتج عن الجفاف، ومن ثم رفع إنتاجية المحاصيل وإيجاد مناطق جديدة للزراعة عن طريق سد النقص في الاحتياجات المائية للنباتات،كما أنها تعد (الأمطار الساقطة صناعياً) مورداً مائية يرفع من مخزون المياه الجوفية.[23]

تعمل تقنية زرع الغيوم أو رشها بالمواد الصلبة المذكورة أنفا في إسقاط الأمطار من الغيوم التضاريسية والإعصارية ومن مختلف أنواع الغيوم وسواء اكانت تلك الغيوم مفرطة التبريد أم غيوم دافئة، إذ لا تحتاج هذه العملية سو ى القاء كميات من المساحيق الكيمياوية بوساطة الطائرات في أماكن تواجد الغيوم.

ومن الجدير بالذكر إن من محاسن استعمال ايوديد الفضة في هذه العملية هوان له القابلية على التبخر من سطح الأرض ثم يحمل إلى الأعلى بوساطة الرياح فيكون بصورة غيوم ملائمة لحصول المطر .[24] كما يمكن اطلاقة من الأرض نحو الجو أيضاً.

ثانياً. إتباع الوسائل الحديثة لتقليل التبخر والنتح.

تضيع كميات كبيرة من المياه نتيجة لعمليتي التبخر والنتح، وقد قدرت تلك الكميات المفقودة بفعل التبخر/النتح(33%) ضائعات مائية بالنسبة للزراعة الشتوية و(40%) بالنسبة للزراعة الصيفية، كما هو الحال بالنسبة لزراعة محصول الشلب .[25] والذي تحتل المحافظة مكانه متقدمة في زراعته وإنتاجه مما يعني ضائع ات

كبيرة في كمية المياه المستعملة في عملية الأرواء ، ومن الجدير بالذكر إن مجموع الضائعات المائية بفعل النشاط الزراعي في المحافظة بلغت (4854.3 مليون م^3) خلال السنوات (2001-1997م).[26] ومن الجدير بالذكر ايضا إن الضائعات المائية بفعل التبخر من البحيرات والخزانات والاهوار بحدود(16.8 مليار م 3 سنويا) من اصل (76مليار م^3) تمثل الايراد السنوي لانهار العراق. [27]، ويمكن تحقيق ذلك من خلال:

أ. تقنيات تقليل التبخر.

تستعمل بعض المواد الكيمياوية لتقليل التبخر من السطوح المياه الموجودة في المسطحات المائية والخزانات المفتوحة، كاستعمال أملاح وحيدة الجزيئة التي توضع على سطوح الخزانات المائية لمنع التبخر (بشكل أغشية)، رغم إن لهذه الطريقة عيوب منها كلفتها واحتمال استهلاك الغشاء من قبل بعض الاحياء الدقيقة أو تأثره بفعل الرياح والعواصف وانكماشه نتيجة لذلك. [28] كما يمكن استعمال مواد شمعية أو بلاستيكية اوبقايا النباتات لتقليل التبخر من التربة .

تستخدم المغطيات في تحسين الوضع المائي للترب الرملية عن طريق تغطية سطح التربة بالمواد المشار اليها ، بهدف التقليل من شدة التبخر للماء من سطح التربة . وتبين التجارب إن استعمال الحصى الناعم كمغطيات للترب الرملية في الصحراء الغربية من العراق قد زاد من كفاءة طريقة الري بالتنقيط التي استعملت لري بعض أشجار الفاكهه، و أشارت التجارب الى إن وضع طبقة من الحصى حجم (8-3 ملم) لسمك (2.5 سم) على سطح التربة وعلى الأعماق (5سم، 15سم، 25سم) من سطح التربة اظهرت انخفاض كمية الماء المفقود بالتبخر. كما إن نشر بقايا المحاصيل الزراعية أو ترك أعقابها يقلل كثيرا من فقدان الماء بوساطة التبخر. فقد وجد إن نشر قش الحنطة بمقدار (18طن للهكتار) على سطح التربة الرملية قد ادى الى تقليل ضائعات التبخر بمقدار (30%).[29] ومن جانب اخر فان الاغطية البلاستيكية تعمل على تخفيض درجة حرارة التربة ومن ثم تقليل التبخر منها، ووجد ان درجة الحرارة انخفضت بمعدل (7.2مْ) عند تغطية الأرض في الولايات المتحدة .[30]

تبين التجارب إن وضع طبقة رقيقة من كحول خاص الذي لا يختلط بسهولة بالماء على سطح المياه يقلل من معدل التبخر بنسبة (15%)، وتشير الدراسات في ذلك إلى أمكانية تخفيض التبخر بنسبة (% 24) باستعمال (898 كغم/هكتار) من المواد الكيماوية مثل(هيكسادونال وكروسول)، وأظهرت التجارب إلى إن إضافة المحلول الأسيتي إلى وعاء التبخر يقلل من كمية التبخر بن سبة (40%) تحت ظروف انوائية معينة.[31]

كما يمكن استعمال تقنية خزن أو حفظ الماء بوساطة خزانات جوفية للمياه بدل تعرضها (المياه السطحية) لمشكلة التبخر،لاسيما بالنسبة لمياه الأمطار الساقطة.

ب- تقنيات تقليل النتح.

تختلف النباتات في كمية ما تنتحه أوراقها من رطوبة،فهنالك نباتات تصل كمية النتح فيها إلى حوالي (100م^3) من الماء في اليوم الواحد،وإذا امكن التوصل إلى طريقة عملية لتقليل معدلات النتح دون التأثير على غلة النبات فأن ذلك يعني تقليل الطلب على الماء، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة (كما هو الحال في منطقة الدراسة)، ويمكن ذلك عن طريق:-

١. زراعة أصناف من النباتات قليلة النتح.
٢. إحاطة المحاصيل بمنشات تسمح بتجميع مياه النتح وإعادة استعمالها، أو تسمح برفع درجة الرطوبة وبالتالي وقف عملية النتح.
٣. تقليل حركة الهواء فوق وحول المحاصيل الزراعية باستعمال مصدات الرياح المتألفة من صفوف بينية من النباتات ذات المواصفات التي تخدم هذا الغرض.[32]
٤. توجيه المزارعين والمختصين بالابتعاد عن زراعة النباتات كبيرة النتح،والتي تكون ذات فائدة اقتصادية قليلة وإزالة النباتات قليلة الفائدة وإزالة الأوراق غير المنتجة من النباتات وزراعة السلالات النباتية قليلة النتح.
٥. يمكن استعمال مواد كيماوية مضادة للنتح ورش طبقة رقيقة منها على الأوراق مما يعمل على غلق ثغرات ومسام الأوراق.([33]ويمكن استعمال السوائل المخللة مثل (خلات فينيل الزئبقية وحامض الابسيك) في هذا الجانب،كما يمكن استعمال الأغشية من مستحلبات عصارة الأشجار وشموع البولي فينيل والبولي اثلين والكحولات العالية مثل الميكاديكانول التي توضع على سطح الورقة لتقليل النتح.[34]

إذ تعمل جميع تلك الأجرآت والتقنيات على تقليل العجز المائي، إذ ان النتح يعد عملية لها خطورتها لأنها تؤدي الى ضياع كميات كبيره من المياه المخزونة في التربة، إذ إن (5%) فقط من الماء الممتص من قبل النبات يستعمل في النمو، اما الباقي فيتبخر عن طريق النتح، كما يتبين ايضاً إن حوالي (60%) من الأمطار تعود مرة ثانية الى الجو بوساطة النتح.[35]

ثالثاً. توسيع وتكثيف الغطاء النباتي.

يعمل الغطاء النباتي بأشكاله من غابات واعشاب وحشائش دوراً واضحاً وتاثيراً ملحوظاً في عناصر المناخ، فالنباتات يمكنها تقليل التبخر وزيادة الرطوبة والأمطار وبذلك تقليل الجفاف و العجز المائي . ويمكن ذلك عن طريق:-

1 . يعمل الغطاء النباتي على تقليل شدة الاشعاع الشمسي الساقط ويتوقف ذلك على ارتفاع النباتات وشكلها العام وكثافة اوراقها، إذ تقوم الأشجار والشجيرات بأمتصاص الجزء الأكبر من الاشعاع الشمسي الساقط عليها وتستخدمه في عملياتها الحيوية، كما تقوم الأشجار بعكس الأشعة الشمسية وامتصاص ما يقرب بين (75-80%) منها، وتسمح النباتات في حالة التغطية الكاملة بمرور (4-10%) من الاشعاع الساقط، وتمتص الورقة الخضراء المفردة عند تعرضها

للأشعة الشمسية بكامل اطوالها الموجية ما مقداره (75%) وتعكس (15%) وتنقل (10%) من الاشعاع الشمسي .[36] لذا فان الغطاء النباتي يعمل على خفض درجة الحرارة وتقليل المديات الحرارية ضمن أجواء الأشجار نتيجة لتضليل الأشجار وحجب أشعة الشمس، إذ يصل الفرق في انخفاض درجات الحرارة ضمن المنطقة النباتية ولا سيما عندما تكون الأشجار كثيفة بين (5-10) مْ مقارنة مع ارض جرداء ضمن نفس المنطقة. [37]مل النباتات على خفض درجة الحرارة عن طريق تحويل معظم الطاقة الممتصة من قبل النبات الى طاقة كامنة تستخدم في التبخر/النتح . [38]

تلطف المناطق الخضراء الأجواء، لاسيما الحارة منها، إذ إن لها القدرة على امتصاص الحرارة وعدم إشعاعها مرة أخرى، وبينت الدراسات إن متوسط الانخفاض في درجة حرارة الحوائط المظللة بالأشجار والشجيرات خلال أيام الصيف الحارة يتراوح بين (15.5 - 13.5مْ)، اما المظللة بالنباتات المتسلقة فتتراوح درجة انخفاض حرارتها بين (12 - 10مْ). [39]

2ً. تضيف النباتات نسبة كبيرة من بخار الماء الى الهواء عن طريق عملية النتح مما يعني زيادة رطوبة الجو، إذ تزداد الرطوبة بشكل عام ضمن المنطقة المضللة وفوقها وبجوارها واظهرت احدى الدراسات إن الرطوبة النسبية تبلغ (53%) في حقل مزروع بقصب السكر في حين تكون الرطوبة النسبية (43%) في الأرض الجرداء في نفس الحقل . [40]

كما تعمل مصدات الرياح الخضراء على اعادة توزيع ماء التربة وحفظ رطوبتها، إذ يساعد الغطاء النباتي على اطالة فترة بقاء كمية الأمطار على السطح وتخفيف حدة المطر الشديد وبذلك نفاذ كمية من الماء تعادل اضعاف نفاذها في الترب المكشوفة، وبينت دراسة اخرى اجريت في الهند بان فقدان ماء الأمطار انخفض من (105 ملم) الى (35 ملم) حينما استعمل غطاء نباتي كبديل لعملية تبوير الأرض. [41] واظهرت نتائج دراسة منطقة قاروش الروسية إن الرطوبة النسبية في شهر تموز في ارض الغابة كانت (80%) بينما كانت (71%) في ارض جرداء . [42]

3. تقلل النباتات بشكل عام والاحزمة الخضراء من سرع الرياح ومن شدتها إذ تقل الرياح خلف المصدات وتبدو خفيفة جداً على بعد بين (5-10) اضعاف ارتفاع المصد . كما يحمي المصد الكثيف منطقة يعادل امتدادها الافقي (10-15) مرة بقدر ارتفاع المصد، وظهر بان تقليل سرعة الرياح بنسبة (25%) يقلل من التبخر بنسبة (5%) . [43] وتصل نسبة ما يمكن إن تقلله المصدات الخضراء من التبخر بنسبة (15%) بفعل تقليلها من سرعة الرياح وخفض لدرجات الحرارة . [44]

يصاحب عملية التبخر من الغطاءات النباتية والتربة قلة الاختلاط الهوائي وذلك نتيجة لضعف سرعة الرياح وتسبب هذه الحاله زيادة نسبة رطوبة الهواء بين الغطاءات النباتية، فقد وجد إن رطوبة الهواء النسبية نهاراً فوق ارض

مزروعة بالشوفان بحدود(10-20%) اكثر من رطوبة هواء ارض غير مزروعة مجاورة وفي مستوى واحد عن سطح البحر.[45]

4. تطرح الأشجار بخار عن طريق عملية النتح والذي يزيد من الرطوبة النسبية في الجو ومن ثم زيادة التساقط المطري وبذلك فان ذلك يعمل على تقليل العجز المائي من خلال زيادة كمية الأمطار الساقطة وبالتالي قيمتها الفعلية . ويؤدي الغطاء النباتي الى تقسيم التساقط الوارد الى ثلاث مكونات، حيث يحتجز جزء منها على اوراق النبات، ويتوجه جزء منها الى أسفل الأغصان والسيقان اما الجزء الأخير من الماء فيهبط مباشرة دون اعتراضه أو على شكل قطرات تسقط من الأغصان. أي إن النباتات تعمل على تنظيم توزيع الأمطار.[47]

يشير ما ذكر آنفا من حقائق على إن الغطاء النباتي يؤدي دوراً كبيراً في تقليل العجز المائي والجفاف ومن ثم يمكن الوصول الى التوازن المائي المناخي على اقل تقدير من خلال زيادة كمية الأمطار والرطوبة النسبية أو تقليل التبخر عن طريق تقليل الإشعاعي الشمسي من الوصول الى السطح وبالتالي تقليل درجات الحرارة . لذا فان التوسع في الغطاء النباتي في المحافظة كإنشاء مصدات الرياح الخضراء وتوسيعها وتوفير الفرصة لنمو النباتات خصوصاً في المناطق الصحراوية الجافة ومن خلال بقية الطرائق المقترحة كتحسين التربة وحفظ رطوبتها يجعل من العجز المائي من المحافظة يتقلص بشكل كبير.

رابعاً. معالجات التربة.

تشكل التربة الرملية مساحات واسعة من سطح المحافظة، وهي عموما تتصف بقلة قدرتها على الاحتفاظ بالماء لمدة طويلة، إذ يتراوح سرعة غيض الماء في هذه الترب بين (24-10 سم/سا)، وبذلك فأن سرعة غيض الماء فيها سريعة جداً . كما إن هذه التربة تتسم بكونها قليلة العضوية (% 0.5) ويكون تفاعل التربة فيها قاعدياً والفعاليات البايولوجية والكيميائية فيها قليلة لذا كان من الضروري تحسين خصائص تلك التربة لتقليل العجز المائي .[48]

تعد عملية استصلاح الأراضي من أهم وابرز العمليات التي تتداخل فيها الحقائق العلمية والفنية مع الاعتبارات الأقتصادية والاجتماعية وبدون هذا التداخل والربط بين مختلف الجوانب في استصلاح الأراضي، فأن هذه العملية تفقد فاعليتها التنموية، ويؤدي ذلك بدون ادن ى شك إلى التأثير السلبي لأهدافها الفنية.(49)

يتضمن استصلاح التربة مجموعة من العمليات والإجر اءات الفيزياوية والكيماوية (*) والبايولوجية، وان القيام بهذه الإجر اءات معاً يمكنه إن يضمن تحسين خواص التربة وهو ما يجعله فيما بعد احد الوسائل الهامة في التقليل من العجز المائي والجفاف الذي تعاني منه المحافظة، ويمكن تحديد تلك الإجر اءات بالأتي:-

1. تقليل فقد الماء بالرشح.

تتضمن هذه الطريقة وضع عوائق أو حواجز بشكل طبقة ذات نفاذية قليلة جداً على عمق معين في التربة، والهدف من ذلك تقليل سرعة حركة الماء أو تقليل حركته من الأعلى إلى الأسفل، ومن ثم زيادة كمية الرطوبة فوق الحاجز أو العائق لتوفيرها للامتصاص من قبل النبات، فقد استعملت في بعض الدول عوائق أو حواجز مصنعه عديدة، قسم منها مصنع من مواد صناعية وأخرى مصنعه من مواد عضوية ومعدنية طبيعية، وقد بينت نتائج استعمال هذه العملية زيادة كمية الرطوبة فوق العائق، إذ كانت تشكل (% 30) نسبة حجميه بالمقارنة مع كمية الرطوبة في التربة غير المعاملة التي كانت (10%) فقط، وذلك في طبقة التربة التي يبلغ سمكها(20سم) وبعد مدة معينة من الري، واذا افترض إن (50%) من الرطوبة في هذه الطبقة تعتبر جاهزة للامتصاص من قبل النبات يعني ذلك إن هناك زيادة قدرها(200%) في كمية الرطوبة الجاهزة للنبات في التربة الرملية المعاملة بالعائق الإسفلتي.(50)

٢. إضافة الطمى الى التربة الرملية.

تهدف هذه العملية الى تحسين الصفات الفيزيائية والخصوبية والكيمياوية للترب الرملية على وجه الخصوص، وتؤكد التجارب على إن إضافة الطين الى التربة الرملية لتتحول الى تربة مزيجية يمكن إن يعمل على زيادة قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء ورفع كمية رطوبتها ومن ثم تقليل العجز المائي فيها، إذ تعمل زيادة نسبه الطين على زيادة المساحة السطحية النوعية لدقائق التربة، مما يزيد من قدرة التربة للاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية .كما ان اظافة الطين يزيد من عمق التربة ويجعل آفاقها متكاملة .

(*) يقصد بالاستصلاح الكيماوي إضافة مصلحات كيمياوية لغرض إطلاق الأيونات الموجبة الثنائية التكافؤ لإحلالها محمل أيونات الصوديوم على معقد التبادل للتربة،، إذ يعمل الأخير على تردي خواص التربة الطبيعية.

المصدر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تجارب استصلاح الأراضي الزراعية في الوطن العربي، مؤسسة الخليج للطباعة والنشر، الكويت–1984،ص181–182.

تشير التجارب الى إن إضافة حوالي(7م^3) من الطمى للهكتار الواحد من التربة الرملية يعمل على تحسين صفات التربة ومن ثم زيادة انتاجيتها. [51] و إن إضافة الطمى الى التربة الرملية في المحافظة امر ضروري جداً كون التربة الرملية (خشنة النسجة) لا تحتفظ بالماء ولا تسمح بالجريان السطحي إلا القليل، ويعني ذلك إن مدى الماء المتيسر للامتصاص من قبل النبات في تلك الترب والذي هو بين (4-6%) فيها يصل الى (16-20%) في التربة الطينية من الوزن الجاف، من جانب أخر فأن التربة الخشنة النسجة تكون قليلة الخصوبة لقلة قدرتها على الاحتفاظ بالعناصر الغنية والمعادن اللازمة للنمو النبات.[52]

وتعد هذه التقنية من التقنيات البسيطة والسهلة الأستعمال والتي تحقق نتائج مفيدة كثيراً وجيدة في هذا المجال.

3. صيانة وحماية المحتوى المائي الموجود في التربة .

توجد العديد من التقنيات التي يمكن استعمالها في هذا المجال، وهي الى حد ما تشبه تقنية تقليل التبخر من التربة وأهمها:-

أ. تقليص معدل التبخر المياه من سطح التربة، وذلك بتغطيتها بالبلاستيك المعتم والذي يفيد ايضاً بالقضاء على الحشائش والأدغال الضارة بالمحاصيل.

ب. وضع طبقة رقيقة من مادة (البيتومين) على عمق بين (60-90سم) تحت سطح التربة بوساطة معدات خاصة، ولاسيما في التربة الرملية عند زراعتها بالمحاصيل الحقلية والخضراوات لتقليل الفاقد من التبخر.[53]

4. زيادة خصوبة التربة.

تحتوي الترب الخصبة على المواد الغنية بالغذاء والمواد الأخرى المفيدة للتربة والنبات، وان النبات يمتص كمية أقل من الماء اللازم في حالة التربة الخصبة،ويعني ذلك تقليل الاحتياجات المائية للنبات،وبالنتيجة فأن زيادة خصوبة التربة يعمل على تأمين الاحتياجات المائية للنباتات دون الحاجة إلى مياه إضافية أخرى، ومن ثم فأن التربة الخصبة تزداد فيها القدرة على حفظ محتواها الرطوبي.

تشير دراسة (اولسن- 1964) إن كفاءة استهلاك الماء قد ازدادت لأربع محاصيل بمعدل (29%) في الولايات المتحدة ولمحاصيل (القمح، الشوفان والذرة بنوعيها)، إذ تمكنت الذرة باستخلاص الرطوبة بكفاءة من الطبقة تحت السطحية، وذلك مع زيادة خصوبة التربة، وظهر أن تأخير إضافة السماد النتروجيني يعمل على زيادة أكثر في كفاءة استهلاك النبات للماء. [54] وهذا يعني بأن استمرارية عملية التبخر/النتح للمحصول مع عدم إضافة تجهيز مائي جديد، تساعد الأسمدة على تحسين احتفاظ التربة بالرطوبة،لأنها تربط بين جزيئات التربة مع بعضها البعض، كما يعمل السماد العضوي على تحسين خواص التربة الغذائية التي ترتبط بها العلاقات الجيدة يبن مائها وهوائها واحيائها، ويربط بين جسيماتها فيضعف تأثير قوى التعرية عليها ويحفظ درجة حرارتها ويقلل من تبخر مائها. [55]

خامساً. تطوير أساليب الزراعة ومتعلقاتها.

يتعلق هذا الجانب بطريقة الزراعة أو أسلوبها المتبع وبنوعية المحاصيل التي يمكن زراعتها وبالتربة المزروعة،أي إن هذه التقنية تشمل ثلاث جوانب رئيسية هي (التربة والنبات وطريقة الزراعة وما يتعلق بها من إجراءات).

من الضروري اختيار المحاصيل الزراعية المناسبة للترب الرملية والتي تلعب دوراً ايجابياً في تحسين التربة الرملية نفسها، إذ يوجد عدد من المحاصيل الزراعية يمكن إن تحقق تحسين للتربة عن طريق زراعتها في الترب الرملية، وذلك بشكل منفرد أو ضمن دورة زراعية مناسبة، والتي يجب إن تتوفر فيها الشروط الآتية:[56]

أ.محاصيل ذات مجموع جذري غير متعمق، أي ذات مجموعة جذرية سطحية.

ب.المحاصيل التي تحتاج إلى اقل ما يمكن من مياه.

ج.المحاصيل البقولية التي تقوم بتثبيت النتروجين في التربة.

ء.المحاصيل المتحملة للملوحة نسبياً في حالة وجود مستوى عالي من الملوحة في التربة أو في حالة ريها بمياه مالحة.

ه ـ.المحاصيل ذات المردود الاقتصادي السريع ، والتي من أمثلتها (الحنطة، الشعير، الفستق، السمسم والذرة البيضاء) كمحاصيل حقلية و (البطاطا، الثوم والبصل) كخضراوات، وجميع هذه المحاصيل يمكن زراعتها ضمن ظروف محافظة النجف، والتي يمكنها بالنتيجة من تحسين خصائص تربة المحافظة وزيادة محتواها الرطوبي ومن ثم المساعدة في تقليل خصائص الجفاف والعجز المائي.

تبين أيضا انه من الضروري معرفة الاحتياجات المائية للنباتات [*] وذلك لتقليل الضائعات المائية بين التسرب والتبخر ، وتقدر نسبة الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية حوالي (60%) من كمية المياه المخصصة في شبكات الري الحديثة، في حين يكون الاستهلاك الفعلي اقل من ذلك بكثير فيذهب الباقي كضائعات مائية في النقل والتوزيع.[57] بل والتبخر ايضاً.

ان استعمال المياه لإغراض الزراعة بموجب حاجة النبات وبالكثافة الزراعية المطلوبة وبطرائق الري الحديثة (كالري بالرش والتنقيط والري تحت السطحي) يوفر كميات كبيرة من المياه تضيع بالتبخر والتسرب دون أي فائدة منها.

(*) تعرف الاحتياجات المائية (الإروائية) بأنها مقدار مياه الري، بغض النظر عن مصدرها، اللازمة لنمو لمحصول أو المحاصيل الزراعية نمواً طبيعياً في مدة زمنية معينة تحت أحوال موقع الحقل.

المصدر: محمد جعفر السامرائي، المشاريع الإروائية المقامة على حوض دجلة والفرات وحاجاتها المائية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 45، بغداد-2000، ص328.

قدرت أحدى الدراسات بأن مقدار الماء المستخدم لإرواء الهكتار الواحد في الوطن العربي بلغ (12000م3 / سنوياً)، في حين أن المطلوب كمعدل لا يتجاوز (7500م3/ سنوياً)، [58] ويتبين من ذلك مقدار الهدر الكبير في المياه الزائدة عن حاجة النبات والذي له مساوئه الكبيرة على المياه والتربة والنبات.

يجدر بالذكر ان أعادة النظر في وسائل الري والصرف الحالية يحقق استعمالاً أمثل للمياه، كاستعمال اسلوب الري بالتنقيط والذي نجح عند استعماله في العديد من الدول العربية، وهو أسلوب اقتصادي يحقق وفراً مائياً في كمية المياه المستعملة بمعدل يتراوح بين (30-50 %) في حالة الزراعة المكشوفة، وتصل النسبة أحيانا إلى (70%) في حالة الزراعة المغطاة، كما ان استعمال اسلوب الري بالرش له فوائده الكثيرة،إذ انه يقلل من كمية المياه المستعملة ويعدل المناخ المحلي بما يخلق ظروفاً أفضل للنباتات.[59]

تستخدم تقنيات أخرى في هذا الجانب والتي تتعلق باسلوب أو طريقة حراثة الأرض، وقد تبين ان حراثة الطبقة السطحية يؤدي إلى تكسير وتشويش استمرارية الأنابيب الشعرية التي تلعب دوراً في صعود الماء من الطبقات السفلى إلى سطح التربة،ويؤدي ذلك إلى خفض فقدان الماء بالتبخر. [60] كما وان اتباع اسلوب الحراثة الكنتورية، أي الحراثة مع خطوط انحدار سطح الأرض في المناطق المنحدرة من سطح المحافظة يعمل على تقليل سرعة جريان المياه السطحية ومن ثم احتفاظ التربة بالمياه، والتي يمكن استعمالها باتجاهات أخرى بصورة مباشرة أو غير مباشرة.كما يعمل ذلك كله على زيادة القيمة الفعلية للأمطار.

يفيد اسلوب الدورات الزراعية في زراعة المحاصيل في المحافظة في تقليل كمية التبخر/ النتح ومن ثم تقليل العجز المائي المناخي، وقد أشارت أحدى الدراسات في الولايات المتحدة الأمريكية، وفي أكثر من تجربة إن المحاصيل الزراعية تستهلك كميات من المياه اقل بعد تبوير الأرض مقارنة بقبل تبويرها. [61] ومن الجدير بالذكر ان أتباع اسلوب الزراعة المبكرة له دور ملحوظ في تقليل التبخر/ النتح ومن ثم تقليل العجز المائي. [62]

تشير الدراسات الحديثة الى ان حماية النباتات من الأمراض تعمل على تقليل الاستهلاك المائي لها،أي تقليل كمية التبخر/النتح إذ تشير تلك الدراسات والتي تمت بوساطة الأقمار الصناعية ان الإصابة بالأمراض تزيد من درجة حرارة النبات مما يدفعه الى استهلاك كمية اكبر من المياه لتعويض زيادة المفقود منها بالنتح، مما يعني ان أي تغير يحدث في العمليات الطبيعية للنبات يؤدي إلى تغيير في كمية التبخر/النتح.[63]

سادسا. حصاد المياه أو تجميعها.

يقصد بحصاد المياه تجميع مياه السيح السطحي الناجم عن المطر بشكل رئيس والاستفادة منه في عدة مجالات اهمها زراعة وانتاج المحاصيل الزراعية والاستهلاك البشري والحيواني، كما يعرف على انه عملية تجميع أو تركيز المطر كسيح سطحي من بقعة ارض (جابية) ذات مساحة واسعة نسبيا الى منطقة صغيرة المساحة نسبيا، ثم يسلط الماء الأخير اما الى الحقل الزراعي المجاور للجابية أو يخزن في منشأ خزن مناسب قرب أو داخل المزرعة للاستعمالات الزراعية أو المنزلية..وغيرها.[64]

ان لهذة التقنية اهمية كبيرة في المناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال في المحافظة، فهي اولا توفر كمية مياه اضافية و احتياطية للارض والنبات وكافة نشاطات الانسان و احتياجاته وحسب طبيعة المنطقة وكمية المياه المحصورة من الأمطار و نوعية الاستعمالات، أي يمكن اعتبارها طريقة تكميلية لمعالجة نقص المياه السطحية والجوفية، كما انها تعد وسيلة من وسائل التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية، ويتكون نظام حصاد المياه من الآتي: [65]

1. المستجمع المائي – أي منطقة التغذية، وهي جزء من الأرض يسهم في بعض أو كامل حصته من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدفة الواقعة خارج حدود ذلك الجزء، ويمكن ان تكون منطقة صغيرة لا تتجاوز عدة أمتار مربعة أو تكون كبيرة تصل الى عدة كيلومترات مربعة، كما يمكن ان تكون أرضاً زراعية أو صخرية أو هامشية، ويطلق على هذه المنطقة (بالجابية).
2. منطقة التخزين– يقصد بها المكان إلى تحجز فيه المياه الجارية من الأمطار في وقت تجمعها حتى استعمالها، ويكون التخزين في خزانات ارضي ة اوتحت الأرض أو في التربة أو في مكامن المياه الجوفية.
3. المنطقة المستهدفة - وهي المنطقة التي تستعمل فيها المياه والتي جرى حصادها في الاستعمال الزراعي، اما في الاستعمال البشري أو المنزلي وتلبية احتياجات الأنسان ونشاطاته المختلفة.

تتم طريقة حصاد المياه اما طبيعياً اواصطناعياً، وجميعها تحتاج الى عمليات تعديل وتسوية لتربة منطقة التغذية وازالة الحجاره والنباتات التي تعوق الجريان السطحي، واهم الطرائق التي يمكن اعتمادها على مستوى ارض المحافظة هي:- [66]

1. انشاء السدود الترابية، والتي تتمثل في ايجاد مستجمعات للمياه لا تتجاوز مساحتها (5م) والتي تكون دائرية الشكل أو شبه دائرية تستعمل في المناطق المستوية لزراعة المحاصيل المتنوعة.
2. بناء السداد داخل المجاري أو الوديان الموسمية واستعمالها كحواجز لحجز المياه، ويمكن استعمال منطقة بحر النجف لهذا الأمر. ويتم توجيه المياه نحو الأرض الى مجرى الوادي بوساطة اكتاف ترابية متينة ومحكمه.

3 . طريقة الأحواض والحفائر، وهي عبارة عن خزانات ارضية تحفر في الأراضي القليلة النفاذية نسبياً باعماق تصل الى (10م) وتصل مساحتها الى (100م ^{2})، وبحسب ظروف المنطقة والتربة والحاجة اليها، ويتم إنشاءها في الأراضي المستوية أو القليلة الانحدار .

4 . استعمال البيوت الزجاجية (البلاستيكية) والتي ثبت نجاحها في توفير بيئة ملائمة للنبات وكمستجمع مائي يستعمل في حصاد المياه من الأمطار الساقطة عليها وفيها يتم حفر قنوات بين تلك البيوت وتوجيهها نحو خزان خاص يتم انشاءه، أو تنقل المياه المحصورة لري المحاصيل المزروعة داخل تلك البيوت، وتشير الدراسات بأن تلك البيوت يمكن ان تقدم (50%) من المتطلبات المائية للمحاصيل المزروعة فيها.

وتوجد طرائق اخرى تستعمل في التربة ذات النفاذية العالية (الرملية) كتربة المحافظة، إذ يتم حصاد مياه الأمطار منها بعد معالجتها بمواد طاردة للمياه ومنها:-

1. استعمال كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، إذ يخلط مع الجزء العلوي من التربة السطحية لتفكيك حبيبات التربة مما يجعلها تملأ الشقوق والفتحات الموجودة في الترب وبالتالي تقليل نفاذيتها وتستخدم هذه المادة في الأراضي غير المستصلحة لتجميع المياه.[67]

2.اثبتت الدراسات الحديثة في استعمال شمع (البرافين) في سد مسامات التربة، ومن ثم تقليل نفاذيتها، وقد طورت منظمة (الايكارد) هذا الشمع وابتكرت شمع البرافين المستحلب في العراق والذي أثبتت نجاحاً كبيراً في هذا المجال.أذ نجح هذا الشمع في تجميع (90 %) من كمية الأمطار الساقطة.

3.يمكن استعمال طرائق اخرى بتجميع المياه مثل تغطية وتبطين التربة بإنشاء أرصفة لا ينفذ منها الما ء باستعمال الإسفلت ، أو تبطين الأرض بطبقة من البلاستيك ثم رشها بالإسفلت.

ومن الجدير بالذكر ان كمية من الأمطار تساوي (10 ملم) تعادل ما مقداره (100 ألف/ لتر) من المياه لكل هكتار. وتعد هذه الطريقة ملائمة من الناحية العملية لتوفير المياه لبعض الأنشطة السكانية في القرى والتجمعات الصغيرة ولشرب الحيوانات.[68]

سابعاً: تقليل الملوثات في الجو.

تعمل الملوثات التي تحدث بفعل نشاط الانسان كالمصانع والمعامل ووسائط النقل على احداث تاثيرات سيئة على المكونات الرئيسة للغلاف الجوي خاصة مع توسع ثقب الاوزون الذي نتج منه زيادة مرور الأشعة فوق البنفسجية نحو الأرض وحدوث ظواهر طقسية ومناخية كارتفاع درجات الحرارة عن

معدلاتها وظاهرتي الانحباس الحراري والانقلاب الحراري وما يرافقها من ظواهر طقسية مختلفة.

رغم ان المحافظة يقل فيها نسبياً وجود مثل هذه الملوثات لقلة المنشآت الصناعية فيها، التي تنحصر على معامل الاطارات والاسمنت ومعامل الطابوق الحكومية والمحلية فضلاً عن عوادم وسائط النقل والمولدات الكهربائية إلا ان ذلك لا يعني عدم وجود تأثيرات للغازات المنبعثة من هذه النشاطات ولو بنسب بسيطة والتي لا تتوفر تقنية قياسها حالياً لكنه يتحتم في المستقبل ابعاد مثل هذه الصناعات عن المدينة على الاقل أو تقليلها. تعمل الغازات كثنائي اوكسيد الكاربون * ودقائق البخار على امتصاص الأشعة الحرارية التي تساعد على دفئ الجو ومن ثم ارتفاع درجات الحرارة، فقد وجد انه في المائة سنة الماضية ازدادت كمية ثنائي اوكسيد الكاربون حوالي (15%) وازدادت معها درجة الحرارة بمقدار (1مْ) [69]، كما ان هذا الغاز وغازات اخرى مثل غاز الميثان وثاني اوكسيد النتروز وثنائي اوكسيد الكبريت والتي تسمى بالغازات الدفيئة تعمل على احداث تغيرات مناخية وطقسية تساعد على زيادة العجز المائي خاصة مع ازدياد نسبها في الجو بفعل ازدياد النشاط الصناعي الذي رافق تزايد عدد السكان .

تؤدي تلك الملوثات الى حدوث ظاهرة الانحباس الحراري التي يرافقها ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض والجو المحيط بها ايضاً مما تشكل عائقاً امام ظواهر مناخية اخرى كالتكاثف من خلال ارتفاع درجات الحرارة وحتى لو حدث التكاثف مع توفر النويات اللازمة والأبخرة والغازات من المعامل فان ذلك سيكون غالباً بشكل كتل ضبخانية أي (ضباب ودخان ممزوج) يغطي أجواء المدن الصناعية كما هو في مدينة لندن الذي له اثاره السيئة.

تظهر التغيرات الطقسية والمناخية المتوقعة من الملوثات تأثيراتها على طول حدود الأقاليم الجافة وشبه الجافه ومن ضمنها المحافظة، إذ انها ستعمل على توسع نطاق هذه الأقاليم لتشمل مساحات اكبر، وانها ستعمل على زيادة فترات التذبذب المناخي وتوسع الخصائص المناخية الجافة على حساب المناطق الهامشية

---

* ان كل 1 غم من المادة العضوية المحتوية على الكاربون تعطي عند اختراقها 1.5–3 غم من غاز Co_2 مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة طبقات الجو القريبة من سطح الأرض نتيجة لقيام هذا الغاز برد الإشعاعات الأرضية الطويلة الموجة مما يسبب زيادة الحرارة عن معدلاتها الطبيعية . وتبلغ نسبة أجزاء هذا الغاز في الهواء حالياً 400 جزء في المليون بعد ان كانت 355 جزء في المليون نهاية الثمانينات و 315 جزء في المليون عام 1957 .

المصدر : محمد الحسيني، البيئة، ط 1، مؤسسة الوعي الإسلامي ، بيروت، 2000 . ص56–57

وبالتالي انخفاض مناسيب المياه الجوفية مما سيقلل من المساحات المزروعة، وستزداد كميات التبخر والتبخر/ النتح مع زيادة نسبة غازات الانحباس الحراري مما سيعمل على زيادة مظاهر التصحر والجفاف .[70]

تبين مما سبق ان التلوث يفسح المجال امام العوامل التي تؤيد من معدلات الجفاف و العجز المائي لاسيما عناصر المناخ والتي بالنتيجة ستزيد من حجم المشكلة ، لذا كان من الضروري معالجة نسبة الملوثات أو تقليلها في إجواء المحافظة لتقليل العجز المائي وعدم توسعه مستقبلاً .

ثامناً . رفع المستو ى المعرفي والتوع وي والتثقيفي لدى كافة المعنيين بالم ناخ والجفاف والموارد المائية واستصلاح التربة والمزارعين في أهمية اتباع الأساليب الصحيحة والسليمة في استعمال ما ذكر أنفاً من معالجات ممكنة أو مقترحة، بل يشمل ذلك الكل من حكومات ومنظمات وافراد ومؤسسات بأعتبار المسألة وطنية تهم بلداً باكمله بل العالم بأجمعه.

يشمل ذلك إجراءات وممارسات تتعلق بعقد المؤتمرات والندوات العلمية الهادفة والحملات الإعلامية والإعلانية الشاملة لجميع إفراد ومؤسسات المجتمع، وإصدار النشرات والمجلات والبوسترات المتعلقة بتلك الميادين المذكورة، فضلاً عن توسيع التعاون والتنسيق بين الدول والمنظمات العالمية والإقليمية، والاستعانة بالخبرات واستيراد التقنيات المعرفية والتكنولوجية الحديثة لمعالجة مشاكل الجفاف ومشاكل المياه، وغير ذلك من أمور وإجراءات هادفة.

النتائج:

١ - يغلب طابع التطرف المناخي تقريباً على العناصر الطقسية التي تمثل أجواء محافظة النجف ولجميع العناصر تقريباً، ولاسيما المتعلقة بالخصائص الحرارية والمطرية والتبخر. كما يغلب على تلك العناصر التباين الشهري والفصلي وبوضوح تام.

٢ - تنعكس الحقائق المناخية للمحافظة نتيجة سلبية واضحة تتعلق بظهور واستفحال الجفاف المناخي والعجز في الموازنة المائية المناخية، وما يتعلق بالأخيرين من آثار وتأثيرات سيئة أيضاً على مجمل الواقع البيئوي للمحافظة.

٣ - تعد مشكلة ارتفاع كميات التبخر والتبخر/ النتح هي أهم وأخطر المشاكل المناخية التي تعاني منها المحافظة، فرغم خطورة تطرف عدد من العناصر الأخرى، فإن لهذه المشكلة الدور الأكبر في أبرز الصورة النهائية لمعظم الغلاف الحيوي (الهواء، الماء، الأرض) في المحافظة فالأمطار رغم قلة كمياتها وتذبذبها فإنه يمكن الاستفادة منها أكثر

والاعتماد عليها في عدد من الأنشطة البشرية خلال الأشهر المطيرة لو لم تكن هناك كميات مرتفعة جداً من التبخر والتبخر/ النتح.

٤ -يتوقع الباحث أنه في حالة حصول أي زيادة في كميات التبخر/ النتح ومعدلات الجفاف وما يعنيه العجز في التوازن المائي المناخي في أجواء المحافظة فإن ذلك قد يسبب مشاكل خطيرة جداً، تتعلق بالأنشطة الزراعية كافة وقد تفرض المشكلة نفسها حتى على خصائص التربة وما يعنيه ذلك من حقائق لا يحمد عقباها.

٥ -يمكن عملياً بالاستعانة بالخطوات المعالجية المقترحة والممكنة التي تم عرضها والتي ستسهم في تغيير ما تم التوصل اليه من حقائق ايجابياً، ويمكن ذلك عن طريق وضع خطة استراتيجية مدروسة ومتواصلة من قبل الجهات المعنية بالمشكلة، تتظافر فيها كافة الجهود العلمية والعملية، وبالاستعانة بالتقنيات والخبرات المتاحة والمستوردة من الوصول الى الغاية النهائية وهي تقليل الجفاف والعجز المائي المناخي. وما يعكسه ذلك على الوضع الاقتصادي بشكل خاص والبيئة بشكل عام.

المصادر:

1.AL Shalash .A.H،The Climate of Iraq،Amman،The co – operative printing presses، Amman-1960، p51.

2- البياتي، صبري مصطفى وأحلام احمد جمعه الدوري، الجفاف في العراق،تحليلات باستعمال عمليات بواسون المركبة،مجلة البحوث الجغرافية، العدد 4،جامعة الكوفة-2002،ص 299.

3- بحث عن الجفاف من الموقع الإلكتروني للموسوعة الحرة:- http://ar.wikipedia.org- 2007.

4- الراوي ن عادل سعيد وقصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي،جامعة بغداد،دار الحكمة للطباعة والنشر، بغداد-1990،ص 112-113.

5- الشلش، علي حسين،التباين المكاني للتوازن المائي وعلاقته بالإنتاج الزراعي في العراق، مجلة الخليج العربي، مركز دراسات الخليج العربي، مجلد 11، العدد1، دار الحرية للطباعة، بغداد - 1979، ص52.
6. السامرائي،محمد جعفر،التباين المكاني لعناصر المناخ في العراق و تحديد الأقاليم المائية،مجلة الجمعية الجغرافية العراقية،العدد 42، بغداد -1999،ص 202-203.
7. جودي، أ. س و ج.س. ولكنسون،بيئة الصحاري الدافئة، ط 2، ترجمة علي علي البناء، وحدة البحث والترجمة الكويتية، قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، ذات السلاسل للطباعة، الكويت- 1985، ص.17
8. السامرائي،محمد جعفر،تقييم طرائق احتساب الموازنة المائية المناخية والحاجات الاروائية في البحوث والدراسات الاكاديمية في العراق،مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 44، بغداد -2000، ص334.
9. الراوي ن عادل سعيد وقصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، مصدر سابق، ص.114
10. الصراف، صادق جعفر، علم البيئة والمناخ،دار الكتب للطباعة والنشر، بغداد-1980، ص.174
11. البتانوني، كمال الدين حسن، بيئة صحراوية، مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح،مطبعة المركز، القاهرة -1992، ص.50
12. المصدر نفسه، نفس الصفحة.
13. المصدر نفسه، ص.51
14. الجبوري، رجاء خليل، الموازنة المائية المناخية للمنطقة المتموجة في العراق، رسالة ماجستير، (غ م)، كلية الآداب، جامعة بغداد- 2002، ص.110
15. الحسني، فاضل باقر و مهدي الصحاف، أساسيات علم المناخ التطبيقي، جامعة بغداد، مطابع دار الحكمة، بغداد- 1990، ص.89
16. الحسيني، فاضل باقر، دراسات تطبيقية للمناخ في المجالات الزراعية، مجلة الاستاذ، العدد1، جامعة بغداد- 1988، ص.237
17. الوائلي، مثنى فاضل علي، الموازنة المائية المناخية في محافظة النجف- دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير (غ م)، جامعة الكوفة، كلية الآداب، 2004، ص.98
18. Doorenbos, and W. o Pruitt, Guid lines for predicting crop water requirements, F.A.O، p.7.
19. الوائلي، مثنى فاضل علي، الموازنة المائية المناخية في محافظة النجف....، مصدر سابق، ص100.

20. الطائي، كاظم موسى، موازنة حوض نهر ديالى المائية المناخية في العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العد 45، بغداد- 2000، ص.87
21. الفخري، عبد الله قاسم، الزراعة الجافة أسسها وعناصر استثمارها، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، موصل- 1981، ص64-.65
22. كورلي، ريتشارد جي، الماء، الأرض والإنسان، ترجمة وفيق حين الخشاب، جامعة بغداد، مطبعة جامعة بغداد، بغداد- 1979، ص.235
23. الكناني، نهاد خضير كاظم، تحليل زماني ومكاني لخصائص الأمطار الساقطة وسلاسلها الزمنية في العراق للتنبؤ بسنوات الجفاف، رسالة ماجستير (غ م)، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة- 2005، ص236-237.
24. النجم، محمد عبد الله وخالد بدر، الري، جامعة البصرة، مطبعة سيما، باريس، بدون سنة طبع، ص.20
25. المجلس الزراعي الأعلى، مكتب التنسيق والبحوث، الموازنة المائية في العراق، دراسة (1-1) مطبعة الإرشاد، بغداد- 1979، ص88.
26. الوائلي، مثنى فاضل علي، الموازنة المائية المناخية....، مصدر سابق، ص67.
27. الدليمي، محمد خليفة، المشكلة العالمية للموارد المائية و حلولها الجغرافية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد23، بغداد- 1989، ص146- .147
28. النجم، محمد عبد الله وخالد وبدر، الري، مصدر سابق، ص.223
29. الزبيدي، أحمد حيدر، استصلاح الأراضي – الأسس النظرية والتطبيقية، جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة والنشر، بغداد- 1992، ص340-.341
30. موسى، علي حسين، المناخ الأصغري، ط 1، دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع، مطبعة الشام، دمشق- 1991، ص.43
31. الصحاف، مهدي و وفيق الخشاب و أحمد كاشف الغطاء، علم الهيدرولوجي، جامعة الموصل، مطبعة جامعة الموصل، الموصل- 1983، ص.285
32. الحفيظ، عماد محمود ذياب، دراسات عن الزراعة والمياه في أغوار الأردن، دار الياقوت للطباعة والنشر، عمان – بدون سنة طبع، ص.71
33. جودي، أ. س و ج.س. ولكنسون،بيئة الصحاري الدافئة، مصدر سابق، ص.39
34. كريمر، بول جي، العلاقات المائية للنباتات، ترجمة قتيبة محمد حسن، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل- 1987، ص573- 574.
35. عبد المقصود، زين الدين، الإنسان والبيئة – علاقات ومشكلات، منشأة المعارف، الاسكندرية- 1981، ص230.
36. موسى، علي حسين، المناخ الأصغري، مصدر سابق، ص 65-.66
37. المصدر نفسه، نفس الصفحة .

38. محمد،كريم دراغ،التحليل الموضعي للتباينات المكانية المناخية في العراق، اطروحة دكتوراه (غ م)،كلية الآداب،جامعة بغداد-1999 ص56 .
39. وزيري، يحيى، العمارة الإسلامية والبيئة، سلسلة عالم المعرفة 304، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت- 2004، ص209.
40. موسى،علي حسين، المناخ الاصغري، مصدر سابق، ص72، 80 .
41. الفخري، عبد الله قاسم، الزراعة الجافة اسسها وعناصر استثمارها، مصدر سابق، 192-193 .
42. حديد، أحمد سعيد و فاضل باقر الحسني و حازم توفيق العاني، المناخ المحلي، جامعة بغداد،مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل- 1982، ص 184-185.
43. الدليمي، محمد خليفة ، المشكلة العالمية للموارد المائية وحلولها الجغرافية، مصدر سابق، ص148 .
44. السلطان ، عبد الغني جميل، الجو عناصره وتقلباته، دار الحرية للطباعة، بغداد، 1985 . ص475 .
45. حديد، احمد وفاضل باقر الحسني، علم المناخ، جامعة بغداد، مطبعة جامعة بغداد، 1984، ص23 .
46. السميع، محمود بدر، مصدات الرياح الخضراء الدائمية واثرها على الانتاج الزراعي في منطقة جزيرة النجف، م جلة السدير ،العدد3 – 2004، ص12 .
47. ابو سعدة، سعيد محمد، هيدرولوجيا الأقاليم الجافة وشبه الجافة، ط1، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت- 1983، ص54 .
48. الوائلي، مثنى فاضل علي، الموازنة المائية المناخية .....، مصدر سابق، ص142.
49. المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تجارب استصلاح الأراضي الزراعية في الوطن العربي، مؤسسة الخليج للطباعة و النشر، الكويت- 1984، ص181-182.
50. الزبيدي، أحمد حيدر، استصلاح الأراضي...، مصدر سابق، ص 236-237.
51. المصدر نفسه، ص.340
52. النعيمي، سعد الله نجم عبد الله، علاقة التربة بالماء والنبات، جامعة الموصل، مطابع التعليم العالي، الموصل- 1990، ص.44
53. الحفيظ، عماد محمد ذياب، دراسات عن الزراعة والمياه...، مصدر سابق، ص.70
54. الفخري، عبد الله قاسم، الزراعة الجافة....، مصدر سابق، ص.112

55. شريف، إبراهيم إبراهيم وعلي حسين الشلش، جغرافية التربة، جامعة بغداد، بغداد- 1985، ص264.
56. الزبيدي، أحمد حيدر، استصلاح الأراضي.....، مصدر سابق، ص 349-350.
57. عبد الحليم، رضوان خليفة، العوامل المؤثرة على موازين المياه العذبة والمالحة، وقائع الندوة التي عقدها مجالس البحث العلمي العربية بالتعاون مع مجلس البحث العلمي العراقي للمدة (21- 23 كانون الأول- 1982)، بغداد- 1983، ص.26
58. المصدر نفسه، ص.26
59. عبد المقصود، زين الدين، مشكلة التصحر في العالم الإسلامي،نشرة دورية 21، قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، المطبعة العربية الحديثة، الكويت، أيلول- 1980، ص38.
60. الزبيدي، أحمد حيدر، استصلاح الأراضي، مصدر سابق، ص341.
61. الوائلي، مثنى فاضل علي، الموازنة المناخية في محافظة النجف...، مصدر سابق، ص.140
62. كريمر، بول جي، العلاقات المائية للنباتات، مصدر سابق، ص.572
63. الفخري، عبد الها قاسم، الزراعة الجافة، مصدر سابق، ص113
64. حاجم، أحمد يوسف، حصاد المياه والري التكميلي، مجلة الزراعة العراقية، العدد3، وزارة الزراعة، بغداد- 2000، ص.40
65. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكارد)، بحث منشور على الموقع الإلكتروني للمركز- .2003
66. الكناني، نهاد خضير كاظم، تحليل زماني ومكاني لخصائص الأمطار الساقطة...، مصدر سابق، ص230- 231.
67. الحفيظ، عماد محمد ذياب، دراسات عن الزراعة والمياه في أغوار الأردن، مصدر سابق، ص.65
68. المصدر نفسه، ص.64
69. السلطان،عبد الغني جميل، الجو عناصره وتقلباته، مصدر سابق، ص423 .
70. الموسوي،علي صاحب ، التغيرات الطقسية والمناخية المتوقعة عالمياً وانعكاساتها (الاسباب والنتائج)، دراسة جغرافية مناخية، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 4، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، مطبعة الضياء، النجف، 2002، ص27.

ABSTRACT

This research aims to touch on one of the important themes and strategies concerning human life and his multiple, especially problems that have negative effects on the human environment, that is, geography same event hydrology, biology and other .. etc., is vital fields that affect the economic life of man and his environment.

The problems of drought and water deficit and water deficit in the climate are one of the most important problems facing most parts of Iraq, particularly Najaf governorate clearly, the regions of the dry and semi-dry, thereby stimulating an interest in the areas of the terms of reference to consider carefully so serious problems reflected adverse impacts on the environment.

That the study of these problems is of recent studies critical, especially with the increasing demand and competition for water sources for water posed a vital element in the presence of the living environment, have taken upon themselves the geographical great interest in these studies by examining the concepts of drought and water budget climate, desertification and the actual value of the rain, and identify quantities of surplus and water deficit and its effects on man and his environment, and therefore develop appropriate solutions to minimize those impacts. This will be addressed by

this research as academic study on specialized aspects of the topic of al most all respects.

This study identified four key dimensions searcher Investigation serialized as a descriptive analysis...

I saw them included climatic characteristics of Najaf governorate, which researcher presented the main features of the most important elements of the climate (solar radiation, temperature, wind and humidity, precipitation and evaporation) was, according to the latest weather data, which showed that the maintenance fall within areas gases few rain.

Turning researcher at the campsite II to the concept of drought and water deficit in the studies of climate and weather geographic methods by which Ahtsabhma practical indirectly through empirical equations for that.

Enables a researcher at Mbgesh III of the application of the equations and experimental methods within the environment preservation, and thus access to the results, ie the volume of drought and the amount of water deficit in the province. Researcher used several variables most important equations may transmission and BLANEY Cradle and episodes and Thornthwait.

After applying those Atrak, which showed that the preservation suffer from the inability of large water and dry climate is also significant, the researcher was able to produce a set of proposed solutions and potential to address the problems of drought and water deficit in the climate, which can be applied in practice within the atmosphere and preserve natural conditions (soil, water, plant.. etc.), techniques that could be followed in order to achieve the development of water resources and rainfall and improved weather conditions and came in the fourth thesis research.