الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة زيان عاشور ـ الجلفة ـ

كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم العلوم الفلاحية و البيطرة

مذكرة نهاية السنة في إطار نيل شهادة الماستر في العلوم الفلاحية – تخصص : المياه و البيئة

تحت عنوان :

دراسة و تقييم البصمة المائية للجزائر (2024-2000)

مقدمة من طرف:

جريبيع محمد

معروضة على لجنة المناقشة:

د. عزوز محمد	أستاذ محاضر – أ (جامعة زيان عاشور ـالجلفة-)	رئيسا
أ. د . عزوزي بلال	أستاذ دكتور (جامعة زيان عاشور ـالجلفة-)	مشرفا
د. ساهل بوجمعة	أستاذ محاضر – أ (جامعة زيان عاشور ـالجلفة-)	ممتحنا
د. بوثلجاوي فاتح	أستاذ محاضر – أ (جامعة زيان عاشور ـالجلفة-)	ممتحنا

السنة الجامعية : 2025 / 2026

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ziane Achour –Djelfa
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Mémoire de fin d'étude :

En Vue De l'obtention Du Diplôme De Master en Sciences Agronomiques Spécialité : Eau et Environnement

Thème :

Etude et Evaluation de l'empreinte eau de l'Algérie (2000-2024)

Présenté par :

DJERIBIE Mohamed

Les membres du jury :

Dr. AZZOUZ Mohamed	**MCA Université de Djelfa**	**Président**
Pr. AZOUZI Blel	**Professeur Université de Djelfa**	**Promoteur**
Dr. SAHEL Boudjema	**MCA Université de Djelfa**	**Examinateur**
Dr. BOUTELDJAOUI Fatah	**MCA Université de Djelfa**	**Examinateur**

Année Universitaire :2025 / 2026

République Démocratique Populaire Algérienne

Ministry of Higher Education and Scientific Research

Ziane Achour University –Djelfa

Faculty of Natural and Life Sciences

Department of Agricultural and Veterinary Sciences

Final Dissertation:

Submitted in partial fulfillment of the requirements for the Master's Degree in Agronomic Sciences, Specialization: Water and Environment

Topic :

Study and Assessment of Algeria's Water Footprint (2000-2024)

Presented by :

Mohamed DJERIBIE

The jury members :

Dr. Mohamed AZZOUZ	**MCA University of Djelfa**	**President**
Pr. Blel AZOUZI	**Professor University of Djelfa**	**Supervisor**
Dr. Boudjema SAHEL	**MCA University of Djelfa**	**Examiner**
Dr. Fatah BOUTELDJAOUI	**MCA University of Djelfa**	**Examiner**

University Season :2025 / 2026

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر و تقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله حمدا يليق بجلال وجهه و عظيم سلطانه، الذي أنار لنا درب العلم و المعرفة، ووفقنا لإتمام هذا العمل المتواضع.

أتقدم بأسمى عبارات الشكر و التقدير و الامتنان إلى أستاذي المشرف السيد البروفيسور عزوزي بلال، الذي لم يبخل عني بتوجيهاته السديدة و نصائحه القيمة و سهره على متابعة هذا العمل منذ بدايته إلى غاية إتمامه فله مني خالص الشكر و عظيم الامتنان.

كما أتوجه بجزيل الشكر إلى أعضاء لجنة المناقشة الموقرة على رأسها الدكتور عزوز محمد بصفته رئيسا و الدكتور ساهل بوجمعة و الدكتور بوثلجاوي فاتح بصفتهم مناقشيْن، لتفضلهم بقبول مناقشة هذه المذكرة و على ما سيقدمونه من ملاحظات علمية بناءة من شأنها أن تثري هذا العمل و تزيد من قيمته العلمية.

كما أتقدم بخالص عبارات التقدير إلى كافة أساتذة قسم العلوم الفلاحية و البيطرة الذين ساهموا في تكويننا العلمي و الأكاديمي طوال سنوات الدراسة.

و لا يسعني في هذا المقام إلا أن أتوجه بأسمى آيات الشكر و العرفان إلى والديّ الكريمين اللذين كانا السند و الداعم الأول لي طوال مسيرتي الدراسية، و لا يفوتني أن أتقدم بأسمى عبارات الشكر و العرفان إلى أخواي و أختايَ الذين تحلوا دائما بصفات الوفاء و الإخلاص و الكرم و حسن المؤازرة، و إلى أفراد عائلتي و أصدقائي و كل من قدم لي يد العون و المساعدة أو شجعني بكلمة طيبة أو نصيحة صادقة.

و في الأخير أتقدم بالشكر إلى كل من ساهم من قريب أو بعيد في إنجاز هذا العمل راجياً من الله تعالى أن يجزي الجميع خير الجزاء و أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم.

الإهداء

إلى من قال فيهما الله تعالى { و قُل رَبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرَا }.

إلى من أفنى عمره في الكفاح من أجل أن يراني ناجحاً ...

إلى أبي العزيز، حفظه الله و أدام عليه الصحة و العافية .

إلى من سهرت الليالي، و تحملت المشاق، و رافقتني بدعائها في كل حين ...

إلى أمي الغالية، أطال الله عمرها و أدام عليها نعمة الصحة و الهناء .

إلى أخوايَ، رفقاء الدرب و سند الحياة، الذين تقاسمت معهم أجمل الذكريات و أصعب التحديات فكانوا دائما مصدر دعم و تشجيع .

إلى أُختايَ، زهرات العائلة و نبع المودة و الدفء اللّتانِ غمرنني بالمحبة و الدعوات الصادقة .

إلى جميع أفراد عائلتي الكريمة، الذين أحاطوني بالرعاية و الاهتمام و كانوا خير سند لي .

إلى أساتذتي الأفاضل في كل الأطوار دون استثناء، الذين أناروا لي طريق العلم و المعرفة .

إلى أصدقائي و كل من ساندني و شجعني و ساهم في إنجاز هذا العمل من قريب أو بعيد .

أهدي ثمرة جهدي المتواضع هذه، راجيًا من الله تعالى أن يجعلها بدايةً لمزيد من النجاح و العطاء .

جريبيع محمد

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم البصمة المائية للإنتاجية و التجارة الخارجية في الجزائر خلال الفترة الممتدة من 2000 إلى 2024، للإجابة على التساؤل المحوري حول مدى توافق النمو المادي للصادرات و الواردات مع استدامة الأمن المائي. تناولت المذكرة في فصلها الأول و الثاني الإطار النظري و المفاهيمي للبصمة المائية و الموارد المائية في الجزائر. أما الفصل الثالث و الرابع فقد ركز على تقييم و تحليل البصمة المائية للإنتاجية و الصادرات و الواردات الجزائرية حيث تم تطبيق منهجية شبكة البصمة المائية لتحويل هذه التدفقات المادية إلى أحجام مائية بهدف قياس البصمة المائية بمكوناتها الثلاثة (الخضراء، الزرقاء، والرمادية) للقطاعات الإستراتيجية الفلاحية والصناعية. وقد كشفت النتائج أن التجارة الخارجية الجزائرية تعيش مفارقة مائية واضحة، ففي حين تلعب الواردات الفلاحية دوراً استراتيجياً في تخفيف الإجهاد المائي المحلي عبر استجلاب كميات هائلة من "المياه الخضراء الافتراضية"، تفرض إستراتيجية التصدير عبئاً بيئياً متصاعداً. ويتجلى هذا العبء في استنزاف "المياه الزرقاء" الجوفية غير المتجددة لدعم الصادرات الفلاحية الصحراوية، والارتفاع المقلق في "البصمة المائية الرمادية" الناجم عن الأحمال التلوثية للصناعات الثقيلة الموجهة للتصدير.

الكلمات المفتاحية : البصمة المائية، المياه الزرقاء، المياه الخضراء، المياه الرمادية، المياه الافتراضية، التجارة الخارجية الجزائرية .

Résumé:

Cette étude vise à évaluer l'empreinte eau entre productivité et commerce extérieur algérien entre 2000 et 2024, afin de répondre à la question centrale de la compatibilité de la croissance physique des exportations et des importations avec la durabilité de la sécurité hydrique. Les deux premiers chapitres de notre mémoire abordent le cadre théorique et conceptuel de l'empreinte eau et les ressources en eau en Algérie. Le troisième et le quatrième chapitre résument l'évaluation et l'analyse de l'empreinte eau de productivité et des exportations et des importations algériennes. La méthodologie du Réseau d'Empreinte Eau (Water Footprint Network) a été appliquée pour convertir ces flux physiques en volumes d'eau et ainsi mesurer l'empreinte eau dans ses trois composantes (verte, bleue et grise) pour les secteurs stratégiques agricole et industriel. Les résultats ont révélé que le commerce extérieur algérien est confronté à un paradoxe hydrique important. Pendant que les importations agricoles jouent un rôle stratégique dans l'atténuation du stress hydrique local en apportant d'énormes quantités d'« eau verte virtuelle », la stratégie d'exportation impose une pression environnementale croissante. Ce fardeau se manifeste par l'épuisement des ressources en eau souterraine non renouvelables (eau bleue) nécessaires aux exportations agricoles du désert, et par l'augmentation alarmante de «l'empreinte eau grise » causée par la pollution des industries lourdes tournées vers l'exportation.

Les mots clés : Empreinte eau, eau bleue, eau verte, eau grise, eau virtuelle, commerce extérieur algérien.

Abstract:

This study aimed to assess the water footprint of Algeria's productivity and foreign trade during the period from 2000 to 2024, to answer the central question of the compatibility of the physical growth of exports and imports with the sustainability of water security. The first two chapters of this document addressed the theoretical and conceptual framework of the water footprint and water resources in Algeria. The third and fourth chapters focused on evaluating and analyzing the water footprint of Algerian productivity, exports and imports. The Water Footprint Network methodology was applied to convert these physical flows into water volumes in order to measure the water footprint in its three components (green, blue, and gray) for the strategic agricultural and industrial sectors. The results revealed that Algerian foreign trade is experiencing a important water paradox. While agricultural imports play a strategic role in mitigating local water stress by bringing in enormous quantities of "virtual green water," the export strategy imposes an increasing environmental burden. This burden is manifested in the depletion of non-renewable groundwater "blue water" to support desert agricultural exports, and the alarming rise in the "grey water footprint" caused by the pollution loads of export-oriented heavy industries.

Keywords : Water footprint, blue Water, green Water, grey Water, virtual Water, algerian foreign Trade.

الفهرس:

العناوين	رقم الصفحة :
الشكر و التقدير	/
الإهداء	/
فهرس المحتويات / الجداول / الأشكال	/
المقدمة	أ
الفصل الأول : البصمة المائية	
1/- مفهوم البصمة المائية	05
2/- أنواع البصمة المائية	06
2-1/ البصمة المائية الزرقاء	06
2-2/ البصمة المائية الخضراء	07
2-3/ البصمة المائية الرمادية	07
3/- تقييم البصمة المائية	08
3-1/ مراحل تقييم البصمة المائية	08
4/- أهداف البصمة المائية	10
5/- حساب البصمة المائية	10
5-1/ البصمة المائية للدولة	12
أ/- البصمة المائية الداخلية للدولة	13
ب/- البصمة المائية الخارجية للدولة	13
5-2/ البصمة المائية للاستهلاك الوطني	13
5-3/ طرق حساب البصمة المائية	13
5-3-1/ البصمة المائية لمنتج	14
5-3-2/ البصمة المائية لمستهلك	14
6/- وحدات البصمة المائية	15
6-1/ البصمة المائية لمنتج أو سلعة	15
6-2/ البصمة المائية لمستهلك أو لمنطقة معينة	15
6-3/ البصمة المائية لمجتمع أو دولة	16
6-4/ البصمة المائية للطاقة	16
6-5/ حساب البصمة المائية الزرقاء	16
6-6/ حساب البصمة المائية الخضراء	17
6-7/ حساب البصمة المائية الرمادية	17
7/- مفهوم المياه الافتراضية	18
8/- أنواع المياه الافتراضية	18
8-1/ المياه الزرقاء	18
8-2/ المياه الخضراء	19
8-3/ المياه الرمادية	19
الفصل الثاني : واقع الموارد المائية و الاقتصاد في الجزائر	
1/- التعريف بمنطقة الدراسة	21
1-1/ الموقع الجغرافي	21

1-2/ الإطار الطوبوغرافي و التقسيم الإقليمي	22
أ/ الإقليم الشمالي (الأطلس التلي)	22
ب/ إقليم الهضاب العليا (الأطلس الصحراوي)	22
ج/ الإقلي الصحراوي	22
1-3/ الإطار المناخي و الموارد المناخية	23
أ/ الموارد السطحية	23
ب/ الموارد الجوفية	23
1-4/ المؤشرات الاقتصادية و التجارة الخارجية	23
2/- واقع الموارد المائية في الجزائر	23
2-1/ الموارد المائية التقليدية	23
2-1-1/ مياه الأمطار	23
2-1-2/ المياه السطحية	24
أ/ السدود	26
ب/ الأودية	27
2-1-3/ المياه الجوفية	28
أ/ الخزانات الجوفية الصحراوية(النظام المائي لجنوب الصحراء المشترك-SASS)	29
ب/ الخزانات الجوفية في شمال الجزائر (التل و الهضاب العليا)	30
2-2/ الموارد المائية غير التقليدية	30
2-3/ أبرز الموارد غير التقليدية في الجزائر	30
2-3-1/ تحلية مياه البحر	30
2-3-2/ معالجة المياه المستعملة	31
3/- توزيع استعمالات المياه	31
3-1/ الاستعمال الفلاحي	31
3-2/ الاستعمال الصناعي	31
4/- واقع الاقتصاد في الجزائر	32
4-1/ واقع الصادرات الجزائرية	32
4-1-1/ المحروقات	32
4-1-2/ الصادرات خارج المحروقات	33
4-2/ واقع الواردات الجزائرية	33
4-2-1/ المواد الغذائية الاستراتيجية	33
4-2-2/ التجهيزات و المواد الأولية	33
الفصل الثالث: تحليل و تقييم البصمة المائية للتجارة الخارجية في الجزائر	
1/- واقع الإنتاجية من محاصيل الدراسة(2000- 2024)	36
2/- الصادرات الفلاحية	37
2-1/ حساب البصمة المائية للصادرات الفلاحية	39
2-2/ إحتياج المحاصيل للمياه	39
2-3/ حساب البصمة المائية للمحاصيل	41
أ/ التمر	41

ب/ البطاطس	42
ج/ الطماطم	43
د/ البصل	44
هـ/ البرتقال	45
و/ الليمون	46
3/- الواردات الفلاحية	48
3-1/ البصمة المائية للواردات الفلاحية	48
3-2/ البصمة المائية للمحاصيل	49
3-3/ حساب البصمة المائية للواردات الفلاحية	49
أ/ القمح	49
ب/ الشعير	51
ج/ الذرة	52
د/ الأرز	53
هـ/ العدس	54
و/ الفاصوليا	55
ز/ البن الأخضر	56
ح/ الأناناس	57
ط/ التفاح	58
ي/ الموز	59
4/- الصادرات الصناعية	61
4-1/ حساب البصمة المائية للصادرات الصناعية	63
5/ الواردات الصناعية	67
5-1/ حساب البصمة المائية للواردات الصناعية	68
الفصل الرابع: النتائج و المناقشة	
1/- مناقشة نتائج الصادرات و الواردات الفلاحية	73
1-1/ الصادرات الفلاحية	73
أ/ التمر	73
ب/ البطاطس	74
ج/ الطماطم	75
د/ البصل	75
هـ/البرتقال	76
و/ الليمون	77
1-2/ الواردات الفلاحية	77
أ/ القمح	77
ب/ الشعير	78
ج/ الذرة	79
د/ الأرز	80
هـ/ العدس	80
و/ الفاصوليا	80
ز/ البن الأخضر	81
ح/ الأناناس	81

ط/ التفاح	82
ي/ الموز	82
1-3/ متوسط المياه الافتراضية المصدرة و المستوردة	83
1-3-1/ متوسط المياه الافتراضية المصدرة	83
1-3-2/ متوسط المياه الافتراضية المستوردة	84
2/- الصادرات الصناعية	84
2-1 الأسمدة الكيميائية	85
2-2 الإسمنت و مواد البناء	85
2-3 الحديد و الصلب	86
2-4 الأجهزة الكهرومنزلية	86
2-5 متوسط المياه الافتراضية للصادرات	87
3/- الواردات الصناعية	87
3-1 الأسمدة الكيميائية	87
3-2 الإسمنت و مواد البناء	88
3-3 الحديد و الصلب	88
3-4 الأجهزة الكهرومنزلية	89
3-5 متوسط المياه الافتراضية للواردات	89
4/- فارق المياه الافتراضية للتجارة الخارجية	90
الخاتمة	92
قائمة المصادر و المراجع	95

قائمة الأشكال

الشكل 01: مراحل تقييم البصمة المائية	09
الشكل 02: مخطط البصمة المائية للزراعة	12
الشكل 03: حساب البصمة المائية للاستهلاك الوطني	13
الشكل 04: خريطة الموقع الجغرافي للجزائر	22
الشكل 05: خريطة متوسط كميات الأمطار السنوية	24
الشكل 06: خريطة أحواض الأنهار الرئيسية في الجزائر	26
الشكل 07: خريطة توزع المياه الجوفية في الجزائر	29
الشكل 08: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للتمر (2000-2024)	42
الشكل 09: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبطاطس (2000-2024)	43
الشكل 10: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للطماطم (2000-2024)	44
الشكل 11: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبصل (2000-2024)	45
الشكل 12: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبرتقال (2000-2024)	46
الشكل 13: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية لليمون (2000-2024)	47
الشكل 14: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للقمح (2000-2024)	50
الشكل 15: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للشعير 2000-2024)	51
الشكل 16: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للذرة (2000-2024)	52
الشكل 17: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأرز (2000-2024)	54
الشكل 18: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للعدس (2000-2024)	55

الشكل 19: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للفاصوليا (2000-2024)	56
الشكل 20: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبن الأخضر (2000-2024)	57
الشكل 21: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأناناس (2000-2024)	58
الشكل 22: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للتفاح (2000-2024)	59
الشكل 23: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للموز (2000-2024)	60
الشكل 24: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية	64
الشكل 25: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء	64
الشكل 26: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب	66
الشكل 27: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرو منزلية	66
الشكل 28: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية المستوردة	69
الشكل 29: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء المستوردة	69
الشكل 30: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب المستورد	71
الشكل 31: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرو منزلية المستوردة	71
الشكل 32: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للتمر	74
الشكل 33: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للبطاطس	74
الشكل 34: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للطماطم	75
الشكل 35: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للبصل	76
الشكل 36: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للبرتقال	76
الشكل 37: منحنى بياني يمثل البصمة المائية لليمون	77
الشكل 38: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للقمح	78
الشكل 39: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للشعير	78
الشكل 40: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للذرة	79
الشكل 41: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأرز	79
الشكل 42: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للعدس	80
الشكل 43: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للفاصوليا	81
الشكل 44: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للبن الأخضر	81
الشكل 45: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأناناس	82
الشكل 46: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للتفاح	82
الشكل 47: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للموز	83
الشكل 48: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية المصدرة	85
الشكل 49: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء المصدر	86
الشكل 50: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب المصدر	86
الشكل 51: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرو منزلية المصدرة	87
الشكل 52: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية المستوردة	88
الشكل 53: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء المستوردة	88
الشكل 54: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب المستورد	89
الشكل 55: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرو منزلية المستوردة	89

قائمة الجداول :

الجدول 01: واقع الإنتاجية (كغ/هكتار) لمحاصيل الدراسة في الجزائر	37

الجدول 02: واقع الصادرات (طن) في الجزائر	38
الجدول 03: الاحتياجات المائية الرمادية	40
الجدول 04: حساب البصمة المائية للتمر	41
الجدول 05: حساب البصمة المائية للبطاطس	42
الجدول 06: حساب البصمة المائية للطماطم	43
الجدول 07: حساب البصمة المائية للبصل	44
الجدول 08: حساب البصمة المائية للبرتقال	45
الجدول 09: حساب البصمة المائية لليمون	46
الجدول 10: الواردات الفلاحية (طن)	48
الجدول 11: البصمة المائية للمحاصيل ($م^3$/طن)	49
الجدول 12: حساب البصمة المائية للقمح	50
الجدول 13: حساب البصمة المائية للشعير	51
الجدول 14: حساب البصمة المائية للذرة	52
الجدول 15: حساب البصمة المائية للأرز	53
الجدول 16: حساب البصمة المائية للعدس	54
الجدول 17: حساب البصمة المائية للفاصوليا	55
الجدول 18: حساب البصمة المائية للبن الأخضر	56
الجدول 19: حساب البصمة المائية للأناناس	57
الجدول 20: حساب البصمة المائية للتفاح	58
الجدول 21: حساب البصمة المائية للموز	59
الجدول 22: الصادرات الصناعية للجزائر (طن)	61
الجدول 23: معاملات البصمة المائية الصناعية ($م^3$/طن)	62
الجدول 24: حساب البصمة المائية للصادرات الصناعية	63
الجدول 25: الواردات الصناعية للجزائر (طن)	67
الجدول 26: حساب البصمة المائية للواردات الصناعية ($م^3$/طن)	68

قائمة الاختصارات

العربية	الفرنسية-الانجليزية	الاختصار
الوكالة الوطنية للسدود و التحويلات	Agence National des Barrages et Transferts	ANBT
المركز الوطني للإعلام الآلي والإحصائيات (الجمارك)	Centre National d'Informatique et des Statistiques (Douane)	CNIS
منظمة الأغذية و الزراعة العالمية	Food and Agriculture Organization	FAO
معهد التنبؤ الاقتصادي لعالم البحر الأبيض المتوسط	Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen	IPEMED
مركز التجارة الدولية	International Trade Centre	ITC
وزارة الفلاحة و التنمية الريفية	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rurale	MADR

MCEPE	**Ministère du Commerce Exterieur et la promotion d'Exportation**	**وزارة التجارة الخارجية و ترقية الصادرات**
MH	**Ministère d'Hydraulique**	**وزارة الموارد المائية**
ONM	**Office National de la Météorologie**	**الديوان الوطني للأرصاد الجوية**
ONS	**Office National des Statistiques**	**الديوان الوطني للإحصائيات**
OSS	**Observation du Sahara et Sahel**	**مرصد الصحراء و الساحل**
RDSA	**Revue D'économie et de Statistique Appliqué**	**مراجعة الاقتصاد التطبيقي و الإحصاء**
SASS	**Système Aquifère du Sahara Septentrional**	**النظام المائي للصحراء الشمالية**
WFN	**Water Footprint Network**	**شبكة البصمة المائية**
WHO	**World Health Organization**	**منظمة الصحة العالمية**

المقدمة

المقدمة:

يُعد الماء الركيزة الجوهرية للموارد الطبيعية المتجددة في المنظومة الأرضية، حيث يمتد الغلاف المائي ليشغل ما يزيد عن 70% من إجمالي مساحة الكوكب، بكتلة حجمية هائلة تُقدر بنحو 1360 مليار متر مكعب. ويبرز التباين النوعي في توزيع هذه الموارد من خلال استحواذ البحار والمحيطات على نسبة 97% من إجمالي الحجم الكلي، بينما يظل جزء معتبر بنسبة 3% محتبساً في الأغطية والطبقات الجليدية القطبية (Remini B, 2005).

تعتبر المياه المورد الاستراتيجي الأكثر حيوية في القرن الحادي والعشرين، حيث لم تعد مجرد عنصر بيئي، بل أصبحت محركاً أساسياً للتنمية المستدامة وعاملاً حاسماً في استقرار الاقتصاديات الوطنية. وفي ظل التغيرات المناخية المتسارعة وظاهرة الاحتباس الحراري، واجهت الدول الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة، وعلى رأسها الجزائر، تحديات مزدوجة تتمثل في ندرة الموارد المائية من جهة، والضغط المتزايد عليها لتلبية احتياجات النمو السكاني والاقتصادي من جهة أخرى (مغربي، 2017).

لقد فرض هذا الواقع ضرورة الانتقال من أساليب الإدارة التقليدية للموارد المائية إلى مفاهيم أكثر عمقاً وشمولية، حيث ظهر مفهوم "البصمة المائية (Water Footprint) "كأداة تحليلية مبتكرة تتجاوز قياس الاستهلاك المباشر للمياه لتشمل "المياه الافتراضية" المستترة داخل السلع والمنتجات. إن هذا المنظور يسمح بتقييم حجم المياه المتبادلة عبر الحدود، حيث يصبح الميزان التجاري لأي دولة ليس مجرد تدفقات مالية، بل هو في جوهره ميزان مائي يعكس مدى استنزاف أو توفير الموارد الطبيعية المحلية (Hoekstra et al, 2011).

وتكتسي هذه الدراسة أهمية بالغة بالنظر إلى التحولات الهيكلية التي شهدها الاقتصاد الجزائري خلال الفترة الممتدة من 2000 إلى 2024، وهي فترة تميزت بتوجه استراتيجي نحو تنويع الصادرات خارج قطاع المحروقات، وتطوير قاعدة صناعية و فلاحية وطنية. إن تقييم هذه التحولات من منظور "البصمة المائية" يتطلب قراءة دقيقة للتدفقات المادية، والتركيز على الكميات الفيزيائية والأوزان (بالطن) للمنتجات المصدرة والمستوردة، كونها المؤشر الحقيقي للاستهلاك المائي بعيداً عن تقلبات الأسعار والعملات.

أسباب اختيار الموضوع :

إن اختيار موضوع تقييم البصمة المائية في الجزائر راجع إلى معرفة و فهم موضوع المياه في بلدنا حيث تقع الجزائر ضمن نطاق الإجهاد المائي الشديد لا سيما أن إدارة المياه لم تعد تعتمد على بناء السدود ومحطات تحلية مياه البحر فحسب ، بل تمتد إلى عقلنة الاستهلاك و فهم أين تذهب قطرة الماء في دورتنا الاقتصادية .

أهمية الدراسة :

تتجلى أهمية هذه الدراسة في عدة أبعاد إستراتيجية و علمية، حيث تكمن في تطبيق منهجية البصمة المائية كأداة تحليلية متطورة تتجاوز الحسابات التقليدية لاستهلاك المياه و ذلك من خلال كشف البصمة المائية المستترة وقياس مدى مساهمة التوسع في القطاعات الصناعية و الفلاحية في استنزاف الموارد الجوفية غير المتجددة، وبذلك لا تكتفي هذه الدراسة بالرصد الإحصائي التاريخي، بل تقدم رؤية استشرافية تربط بين طموحات النمو الاقتصادي وحتمية الاستدامة المائية، مما يجعلها مرجعاً علمياً يدمج مفاهيم "المياه الافتراضية "في صلب التوجهات التجارية الكبرى للجزائر، بما يضمن مواءمة التطور الإنتاجي مع متطلبات الأمن المائي الوطني.

أهداف الدراسة :

تتمحور أهداف هذه الدراسة حول محاولة فهم وتفكيك العلاقة بين النمو الاقتصادي المادي وبين الاستدامة المائية، وذلك من خلال مجموعة من الأهداف :

تهدف الدراسة إلى تطبيق أدوات "شبكة البصمة المائية (WFN) "ومنهجية **"هوكسترا"** على الواقع الإحصائي الجزائري.

تقييم كميات المياه (الخضراء، الزرقاء، والرمادية) التي خرجت من الحدود الوطنية عبر الصادرات، وتلك التي دخلت عبر الواردات خلال الفترة (2000-2024).

الوصول إلى تحديد ما إذا كانت التجارة الخارجية الجزائرية تؤدي دور "الموفر" للمياه المحلية (عبر استيراد سلع كثيفة الاستهلاك المائي) أم أنها تزيد من "استنزافها" (عبر تصدير سلع منخفضة القيمة المائية).

صعوبات الدراسة :

واجهت هذه الدراسة عدة تحديات، أبرزها :

نقص بيانات الصادرات و الواردات خاصة الصناعية .

صعوبة الحصول عن بيانات حديثة .

ضرورة المعالجة التحليلية لقواعد بيانات ضخمة تتسم بالتعدد المصدري .

قلة الأبحاث المحلية في مجال تقييم البصمة المائية .

صياغة الإشكالية :

تسعى الجزائر ضمن إستراتيجيتها الاقتصادية الجديدة (2024-2000) إلى التحرر من التبعية لقطاع المحروقات عبر تحفيز الإنتاج الوطني ورفع حجم الصادرات الصناعية و الفلاحية. ومع ذلك، إلا أن هذا النمو المادي يصطدم بندرة هيكلية يفرضها التصنيف الجغرافي للجزائر ضمن مناطق الإجهاد المائي الحرج. وهنا تبرز الحاجة الملحّة لتقييم "التكلفة المائية" لهذه التبادلات التجارية، حيث لم يعد كافياً قياس نجاح التجارة الخارجية بالمؤشرات النقدية وحدها، بل أصبح من الضروري فهم حجم "المياه الافتراضية" التي يتم استنزافها أو توفيرها عبر الحدود. و من هنا تطرح إشكالية الدراسة في السؤال التالي :

إلى أي مدى ساهمت الإنتاجية الجزائرية و التجارة الخارجية (بين عامي 2000 و2024) في التأثير على ميزان البصمة المائية الوطني؟ وهل تعكس زيادة الكميات الفيزيائية للصادرات الصناعية و الفلاحية كفاءة في استخدام الموارد المائية أم أنها تشكل ضغطاً إضافياً على استدامة الأمن المائي المحلي؟

و للإجابة عن هذه الإشكالية جزأنا الدراسة إلى أربع فصول على النحو التالي :

الفصل الأول : البصمة المائية

الفصل الثاني : واقع الموارد المائية و الاقتصاد في الجزائر

الفصل الثالث : تحليل و تقييم البصمة المائية للتجارة الخارجية في الجزائر

الفصل الرابع : النتائج و المناقشة .

منهج الدراسة :

تعتمد هذه الدراسة على المنهج التحليلي مدعوماً بـالمنهج الإحصائي، وذلك لملاءمتهما لطبيعة الإشكالية التي تهدف إلى تقييم البصمة المائية للإنتاجية و التجارة الخارجية الجزائرية.

الفصل الأول

البصمة المائية

1/- مفهوم البصمة المائية :

تُعدّ الزراعة القطاع الأكثر استهلاكًا للمياه العذبة على المستوى العالمي، حيث تستحوذ على نحو 70٪ من إجمالي الموارد المائية المستخدمة. وقد تحوّلت قضية المياه خلال العقود الأخيرة إلى تحدٍّ عالمي متزايد الحدة، نتيجة التأثيرات المتداخلة للنمو الاقتصادي والاجتماعي من جهة، والتغيرات المناخية من جهة أخرى، وهو ما أسهم في تعميق الضغوط على الموارد المائية المتاحة (محمد و الأعسر،2016).

بالنظر للأهمية الإستراتيجية للمياه، وفي ظل تفاقم مظاهر الندرة المائية عالميًا، كثّف الباحثون والمتخصصون في علوم المياه جهودهم البحثية لإجراء دراسات معمّقة تهدف إلى فهم أبعاد المشكلة واقتراح مقاربات علمية لإدارتها. وفي هذا السياق، برزت مجموعة من المفاهيم والمؤشرات المائية الحديثة التي لا تقتصر على البعد البيئي فحسب، بل تمتد لتشمل أبعادًا اقتصادية وتنموية ذات دلالة كبيرة في تحليل كفاءة استخدام الموارد المائية (جيهان عمر، 2022).

من بين أبرز هذه المفاهيم، ظهر سنة 2002 مفهوم البصمة المائية الذي طوّره الباحث Arjen Hoekstra، في إطار السعي إلى بناء مؤشر مرجعي لقياس حجم استهلاك المياه داخل الدول. ويتميّز هذا المفهوم بطابعه متعدد الأبعاد، إذ يمكن تطبيقه وقياسه على مستويات مختلفة تشمل الفرد، والمنتج، والمؤسسات التجارية، فضلًا عن القطاعات الصناعية والاقتصادية، مما يجعله أداة تحليلية فعّالة لتقييم أنماط استخدام المياه ودعم توجهات الإدارة المستدامة للموارد المائية (سلام ،2017).

تُعدّ البصمة المائية مؤشرًا لقياس استهلاك المياه العذبة، إذ لا يقتصر نطاقها على الاستخدام المباشر للمياه من قبل المنتج أو المستهلك، بل يمتد ليشمل أنماط الاستخدام غير المباشر كذلك. ومن ثمّ، يمكن اعتبارها مؤشرًا متكاملًا لتقييم استغلال الموارد المائية العذبة، إلى جانب المؤشر التقليدي المحدود المتمثل في كميات سحب المياه (الديناصوري،2019).

تُعرَّف البصمة المائية لمنتجٍ معيّن بأنها الحجم الإجمالي للمياه العذبة المستخدمة خلال عملية إنتاجه، محسوبًا عبر مختلف مراحل سلسلة الإمداد. كما تُصنَّف بوصفها مؤشرًا متعدد الأبعاد، إذ يوضّح كميات استهلاك المياه تبعًا لمصادرها، وأحجام المياه المتأثرة بالتلوث وفقًا لأنواعه، مع تحديد المكونات الكلية للبصمة المائية ضمن إطارين مكاني وزماني واضحين (سلام،2017).

تتيح البصمة المائية إطارًا تحليليًا أكثر شمولًا لفهم طبيعة تفاعل المنتج أو المستهلك مع أنظمة المياه العذبة. فهي تمثل مقياسًا كميًا لحجم استهلاك المياه ومستويات تلوثها، دون أن تعبّر بصورة مباشرة عن

درجة خطورة الأثر البيئي المحلي المترتب على ذلك. إذ يتحدد هذا الأثر بمدى قابلية النظام المائي المحلي للتأثر، وبعدد المستخدمين والملوثين الذين يعتمدون المورد المائي ذاته. كما توفر تقديرات البصمة المائية بيانات مكانية وزمانية دقيقة حول أنماط استخدام المياه في مختلف الأغراض البشرية، الأمر الذي يسهم في دعم النقاشات المتعلقة بالإدارة المستدامة والعادلة للموارد المائية وتوزيعها، ويشكّل قاعدة معرفية مناسبة لإجراء تقييمات محلية للآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية (Hoekstra et al,2011).

تتحدد البصمة المائية لأي دولة استنادًا إلى عاملين رئيسيين يتمثلان في متوسط استهلاك الفرد من المياه، ومستوى كفاءة نظام إدارة الموارد المائية المعتمد داخل الدولة، وهو ما يجعلها مؤشرًا واقعيًا يعكس الحجم الفعلي للمياه المستخدمة. وقد أُدرج هذا المفهوم في إطار الجهود الرامية إلى تعزيز الوعي بأهمية الموارد المائية وضرورة ترشيد استخدامها والحد من الاستهلاك غير الرشيد، سواء على المستوى الداخلي أو الخارجي (رفاعي، 2018).

يشمل ذلك الاستهلاك الوطني المرتبط باستخدام الموارد المائية المحلية في إنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها السكان، إلى جانب البصمة المائية الخارجية للدولة، والتي تُعرَّف بأنها حجم المياه المستخدمة في إنتاج السلع والخدمات المستوردة والمستهلكة من قبل مواطنيها، بعد خصم كمية المياه الافتراضية المرتبطة بالسلع والخدمات التي يتم تصديرها إلى دول أخرى. وبذلك يوفّر هذا المفهوم إطارًا تحليليًا متكاملًا لفهم التدفقات المائية المباشرة وغير المباشرة المرتبطة بأنماط الاستهلاك والتجارة الدولية، ويسهم في دعم سياسات الإدارة المستدامة للمياه على المستويين الوطني والعالمي(Hoekstra et al,2011) .

2/- أنواع البصمة المائية :

2-1/البصمة المائية الزرقاء :

تُعدّ البصمة المائية الزرقاء أحد المكونات الأساسية للبصمة المائية الكلية، ولتوضيح مفهومها ينبغي أولًا تعريف المياه الزرقاء، التي تشمل مياه الأنهار والمياه السطحية والمياه الجوفية المتاحة للاستخدام البشري. وتشير البصمة المائية الزرقاء إلى الحجم الفعلي للمياه الزرقاء المستهلكة عبر مختلف مراحل وخطوط وعمليات إنتاج سلعة أو منتج معيّن (سلام، 2017).

حيث يُقصد بالاستهلاك في هذا السياق فقدان المياه المتاحة داخل أحواض التجميع المائي، سواء كانت من مصادر سطحية أو جوفية، بحيث لا تعود هذه الكميات إلى النظام المائي ذاته. ويحدث هذا الفقد نتيجة عدة عمليات، من بينها التبخر، أو انتقال المياه إلى أحواض مائية أخرى بفعل الجريان السطحي، أو نقلها عبر

شبكات الإمداد والأنابيب إلى مناطق مختلفة، أو اندماجها في المنتج النهائي الذي يُنقل بدوره إلى موقع آخر. وبذلك تمثل البصمة المائية الزرقاء مؤشرًا مهمًا لقياس الضغط المباشر الذي تمارسه الأنشطة الإنتاجية على الموارد المائية السطحية والجوفية، وتسهم في تقييم مدى استدامة استخدامها ضمن الأطر المكانية لأحواض المياه (جيهان عمر، 2022).

2-2/البصمة المائية الخضراء :

تُشير البصمة المائية الخضراء إلى حجم استهلاك الموارد المائية الخضراء، والتي تتمثل أساسًا في مياه الأمطار المخزنة في التربة والمستخدمة بصورة مباشرة في الإنتاج الزراعي، سواء في زراعة المحاصيل أو في تنمية الثروة الحيوانية عبر المراعي الطبيعية، فضلًا عن بعض الاستخدامات البيولوجية الأخرى المرتبطة بالنظم البيئية الأرضية (جيهان عمر، 2022).

تتميّز المياه الخضراء بكونها تبقى في موقع سقوطها ضمن نطاق حوض التجميع المائي، حيث تُستغل من قبل النباتات من خلال عمليات الامتصاص والنتح، ولا تُترك عادةً للتدفق نحو مناطق أخرى. غير أنه في حال انتقال هذه المياه إلى موقع مختلف عن مكان هطولها، فإنها تُصنَّف ضمن المياه الزرقاء في المنطقة المستقبِلة. وبناءً على ذلك، تعكس البصمة المائية الخضراء أهمية الاعتماد على مياه الأمطار في الأنشطة الإنتاجية، كما تُعد مؤشرًا دالًا على كفاءة استخدام الرطوبة الأرضية في دعم الاستدامة المائية وتقليل الضغط على الموارد المائية السطحية والجوفية (Hoekstra et al, 2011).

3-2/البصمة المائية الرمادية :

تُشير البصمة المائية الرمادية، بوجهٍ عام، إلى البعد المرتبط بتلوث الموارد المائية، إذ تُعرَّف بأنها حجم المياه العذبة اللازم لتخفيف واستيعاب الأحمال الملوِّثة الناتجة عن نشاط أو عملية إنتاجية معيّنة، بما يضمن بقاء جودة المياه ضمن الحدود المقبولة بيئيًا (Hoekstra et al, 2011).

كما يوفّر هذا المؤشر دلالةً تحليلية حول مستويات التركيزات الطبيعية للملوثات والمعايير المعتمدة لنوعية المياه في الوسط المائي المحيط، الأمر الذي يجعله أداةً مهمة لتقييم الآثار النوعية للأنشطة البشرية على الموارد المائية. وبذلك تسهم البصمة المائية الرمادية في قياس درجة الضغط الناتج عن التلوث، وتدعم وضع استراتيجيات فعّالة للحد من تدهور جودة المياه وتعزيز الإدارة المستدامة للموارد المائية (سلام، 2017).

3/- تقييم البصمة المائية :

يُشير مفهوم تقييم البصمة المائية إلى منظومة متكاملة من الأنشطة التحليلية التي تهدف إلى تحقيق مجموعة من الغايات الأساسية، تتمثل أولًا في قياس حجم البصمة المائية المرتبطة بعملية أو منتج أو مستهلك، مع تحديد توزيعها المكاني و الزماني داخل نطاق جغرافي محدد. كما يشمل هذا التقييم تحليل أبعاد الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية للبصمة المائية، فضلًا عن تطوير استراتيجيات استجابة ملائمة للتعامل مع التحديات التي تكشف عنها نتائج التقييم (سلام ،2017).

أما بصورة عامة، يهدف تقييم البصمة المائية إلى دراسة العلاقة بين الأنشطة البشرية أو المنتجات المختلفة وبين مشكلات ندرة المياه وتدهور جودتها، مع البحث في السبل الكفيلة بجعل تلك الأنشطة والمنتجات أكثر توافقًا مع متطلبات الاستدامة المائية. ويتحدد نطاق هذا التقييم تبعًا لمجال التركيز فقد ينصبّ على مرحلة محددة ضمن سلسلة إنتاج متكاملة، أو على البصمة المائية لمنتج نهائي، كما يمكن أن يتناول أنماط استهلاك فرد أو مجموعة من المستهلكين، أو يمتد ليشمل قطاعًا اقتصاديًا بأكمله (جيهان عمر، 2022).

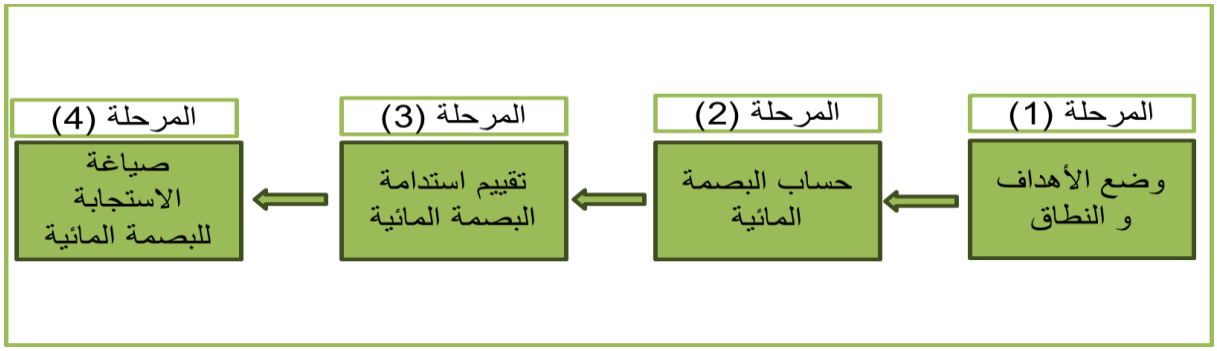
من منظورٍ آخر، يمكن إجراء تقييم البصمة المائية ضمن إطار جغرافي معيّن، من خلال تحليل إجمالي البصمة المائية داخل وحدة مكانية محددة، مثل بلدية أو ولاية أو دولة أو حوض مائي أو مستجمع نهري، حيث تمثل هذه البصمة الكلية محصلة البصمات المائية لمجموعة من العمليات والأنشطة المنفصلة الواقعة داخل ذلك النطاق. ويُعد تقييم البصمة المائية أداةً تحليلية داعمة لاتخاذ القرار، إذ يسهم في توضيح الروابط بين الأنشطة الاقتصادية ومستويات ندرة المياه والتلوث وآثارهما المحتملة، كما يساعد على استكشاف الخيارات المتاحة للحد من الاستخدام غير المستدام للمياه العذبة. وعلى الرغم من أنه لا يقدّم توجيهات إلزامية بشأن الإجراءات الواجب اتباعها، فإنه يوفّر أساسًا معرفيًا معمّقًا يمكّن صانعي القرار والفاعلين من فهم البدائل الممكنة وتبنّي ممارسات أكثر كفاءة واستدامة في إدارة الموارد المائية (Hoekstra et al, 2011).

3-1/ مراحل تقييم البصمة المائية :

لتحقيق قدرٍ عالٍ من الوضوح والشفافية في القرارات المرتبطة بدراسة تقييم البصمة المائية، ينبغي في البداية تحديد أهداف الدراسة وحدودها بشكل دقيق. ويمكن إجراء هذه الدراسة لاعتبارات متعددة، فقد تسعى حكومة ما إلى معرفة درجة اعتمادها على الموارد المائية القادمة من خارج حدودها، أو تقييم استدامة استخدام المياه في الدول التي تستورد منها سلعًا كثيفة الاستهلاك للمياه. كما قد تهدف جهة

مسؤولة عن إدارة حوض نهري إلى التحقق مما إذا كانت البصمة المائية الإجمالية للأنشطة البشرية داخل الحوض تتجاوز متطلبات التدفق البيئي أو معايير جودة المياه في فترات معينة. وقد ترغب الجهة ذاتها أيضًا في معرفة مدى توجيه الموارد المائية المحدودة نحو محاصيل تصديرية منخفضة العائد. وعلى مستوى الشركات، قد يكون الهدف فهم مدى ارتباط سلسلة التوريد لديها بمصادر مياه شحيحة، أو تحديد السبل التي تمكّنها من الحد من آثارها على النظم المائية عبر مختلف مراحل الإنتاج والعمليات ، و تلي مرحلة تحديد الأهداف والنطاق مرحلة حساب البصمة المائية، حيث تُجمع البيانات وتُجرى العمليات الحسابية. بعد ذلك تأتي مرحلة تقييم الاستدامة، وفيها تُحلَّل النتائج من جوانب بيئية واجتماعية واقتصادية. أما المرحلة الأخيرة فتتمثل في اقتراح بدائل الاستجابة وصياغة الاستراتيجيات والسياسات المناسبة (Hoekstra et al, 2011).

حيث لا يشترط أن تتضمن كل دراسة جميع هذه المراحل، إذ يمكن الاكتفاء بالحسابات فقط أو التوقف عند تقييم الاستدامة وتأجيل مناقشة خيارات الاستجابة إلى وقت لاحق. ومن الناحية العملية، يُعد هذا الإطار (الشكل 1) المكوّن من أربع مراحل نموذجًا إرشاديًا مرنًا أكثر منه تسلسلًا إلزاميًا صارمًا، إذ قد تستدعي الحاجة العودة إلى مراحل سابقة وإعادة النظر فيها. فقد تبدأ الشركة على سبيل المثال بتقييم عام يغطي جميع المراحل لتحديد العناصر الرئيسة في بصمتها المائية وتحديد أولويات العمل، ثم تنتقل لاحقًا إلى تحليل أكثر تفصيلًا في جوانب محددة من الحسابات أو تقييم الاستدامة (Mekonnen, 2016) .



شكل 1 : مراحل تقييم البصمة المائية

4/- أهداف البصمة المائية:

يمكن أن تتعدد أهداف دراسات البصمة المائية وتتنوع مجالات تطبيقها تبعًا للسياق. ولكل هدف نطاق تحليلي خاص يتيح اعتماد افتراضات مختلفة وفقًا لطبيعة الدراسة. كما يمكن قياس البصمة المائية لجهات متعددة، لذلك من الضروري أولًا تحديد نوع البصمة المائية محل الاهتمام فقد ينصبّ اهتمامها على سبيل المثال على البصمة المائية لعملية معينة أو لمنتج أو لمستهلك، أو على مستوى مقاطعة أو دولة.

انطلاقًا من هذا التحديد، تتضح أهمية صياغة الهدف من تقدير البصمة المائية، إذ يتطلب ذلك تحديد عدد من الجوانب الأساسية، من أبرزها مستوى التفصيل المطلوب في الدراسة. فإذا كان الهدف يتمثل في تعزيز الوعي العام، فإن متوسط التقديرات الوطنية أو العالمية للبصمة المائية للمنتجات قد يكون كافيًا. أما في حال السعي إلى تحديد النقاط الحرجة، فثمة حاجة إلى مستوى أعلى من التفصيل في نطاق الأعمال وعمليات الحساب والتقييم. وعندما يكون الهدف دعم رسم السياسات ووضع أهداف لخفض قيمة البصمة المائية، فينبغي أن تتسم الدراسة بدرجة أكبر من الدقة المكانية والزمانية، مع مراعاة مناقشة عوامل أوسع تتعلق بالموارد المائية وإدارتها (جيهان عمر، 2022).

5/- حساب البصمة المائية :

الماء على سطح الأرض في حركةٍ مستمرة إذ يتبخر من التربة والمسطحات المائية بفعل طاقة الشمس والرياح. كما تمتص النباتات الماء من التربة وتطلقه إلى الغلاف الجوي عبر الثغور الموجودة في أوراقها في عملية تُعرف بالنتح. ويُطلق على عمليتي التبخر والنتح معًا مصطلح "التبخر–النتح"، وإن كان تعبير التبخر قصير المدى يُستخدم أحيانًا ليشمل النتح أيضًا. تزيد هذه العمليات من كمية بخار الماء في الغلاف الجوي، غير أن هذه الزيادة تتوازن بفعل الهطول. ونظرًا لتعقيد حركة بخار الماء في الغلاف الجوي، فإن المياه التي تتبخر من منطقة ما لا تعود بالضرورة إلى المنطقة نفسها على شكل أمطار (سلام، 2017).

ترتفع كمية المياه على اليابسة نتيجة الهطول، بينما تنخفض بفعل التبخر–النتح. وعلى المدى الطويل، يفوق الهطول مقدار التبخر– النتح فوق اليابسة، مما يؤدي إلى وجود فائض مائي يظهر في صورة جريان سطحي يتجه في النهاية نحو المحيطات. وفي المقابل، تسجل المحيطات فائضًا في التبخر مقارنة بالهطول. وبوجه عام، يحدث انتقال صافٍ للمياه من المحيطات إلى اليابسة عبر الغلاف الجوي، ثم تعود المياه إلى المحيطات من خلال الجريان السطحي، سواء عبر الأنهار والجداول أو عبر تدفق المياه الجوفية.ورغم هذه الحركة المستمرة، يبقى الحجم الكلي للمياه على الأرض شبه ثابت (Mekonnen, 2016).

تعتمد الأنشطة البشرية بدرجة كبيرة على المياه العذبة المتوافرة على اليابسة. فالمياه المالحة في المحيطات لا تصلح للشرب أو الطهي أو الغسيل أو ري المحاصيل أو معظم الاستخدامات الصناعية. ورغم إمكانية تحلية المياه المالحة، فإن هذه العملية مرتفعة التكلفة وكثيفة الاستهلاك للطاقة، مما يحد من تطبيقاتها. كما أن تركز المياه المالحة في المناطق الساحلية، مقابل تمركز الطلب في الداخل، يجعل نقلها إلى المناطق المرتفعة تحديًا إضافيًا (سلام ،2017).

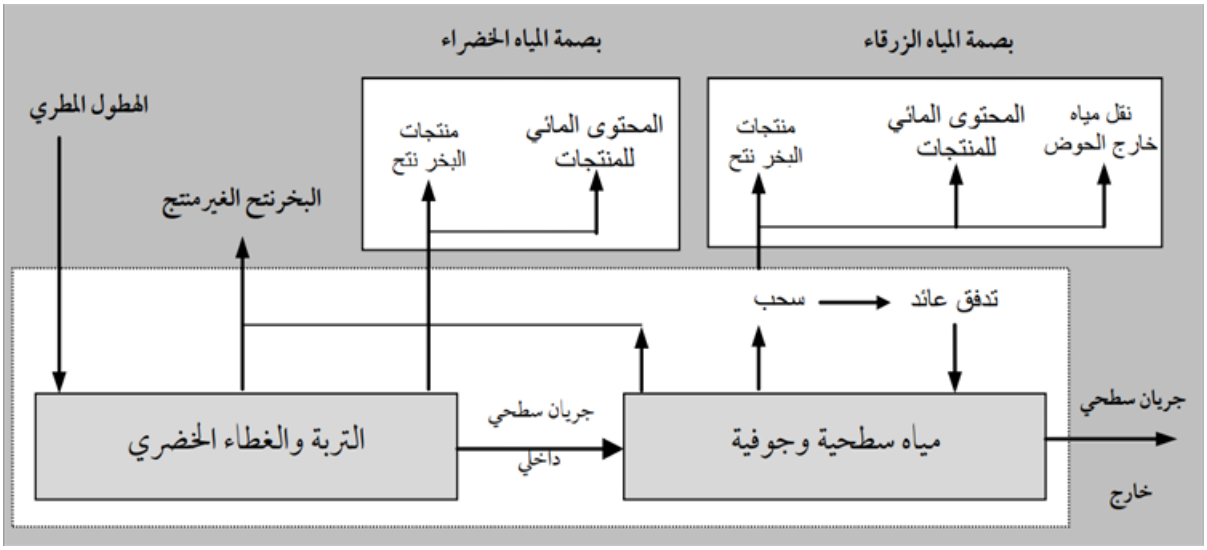
بصورة عامة، يرتكز اعتماد الإنسان على المياه العذبة البرية. صحيح أن المياه تدخل في دورة طبيعية تُجدد موارد المياه العذبة باستمرار، غير أن كمياتها المتاحة ليست بلا حدود. إذ تحتاج المجتمعات سنويًا إلى حجم معين من المياه للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية، ويجب ألا يتجاوز هذا الاستخدام معدل التجدد السنوي. ومن هنا يبرز تساؤلان أساسيان: ما حجم المياه العذبة المتاح خلال فترة زمنية معينة؟ وما مقدار ما يستخدمه الإنسان فعليًا خلال تلك الفترة؟ ويسهم حساب البصمة المائية في توفير بيانات للإجابة عن السؤال الثاني، إذ تعبر البصمة المائية عن حجم استهلاك الإنسان للمياه العذبة، وتُستخدم مقارنتها بكمية الموارد المتاحة لتقييم مدى الاستدامة (Mekonnen, 2016).

أما لفهم استخدام المياه العذبة ضمن إطار الدورة الهيدرولوجية، يمكن اعتماد حوض النهر كوحدة تحليلية. فحوض النهر يمثل المساحة الجغرافية التي تصرف مياهها إلى نهر وروافده، بحيث تتجه جميع مياه الجريان السطحي داخله نحو مصب واحد. ويُشار إليه أيضًا بمصطلحات مثل منطقة التجميع أو حوض التصريف أو مستجمع المياه. وتتحدد كمية المياه السنوية المتاحة في الحوض بحجم الهطول السنوي. ومع افتراض ثبات مخزون المياه تقريبًا، يغادر إجمالي الهطول الحوض إما عبر التبخر–النتح أو عبر الجريان السطحي. ويمكن للإنسان الاستفادة من كلا التدفقين ؛ إذ تشير البصمة المائية الخضراء إلى استخدام مياه التبخر–النتح، لا سيما في الزراعة والغابات الإنتاجية، بينما تدل البصمة المائية الزرقاء على الاستخدام الاستهلاكي للجريان السطحي، أي سحب المياه من الحوض دون إعادتها إليه في صورة تدفق عائد واعتمد الإنسان منذ زمن بعيد على مياه الجريان السطحي بوصفها موردًا للمياه العذبة، كما استخدمها منفذًا لتصريف مخلفاته. ومن الواضح أن لهذا الاستخدام، سواء كمصدر أو كمصبّ للنفايات، حدودًا معينة؛ فإجمالي كمية الجريان السطحي المتاحة محدود، وكذلك قدرته على استيعاب الملوثات (Haddadin MJ, 2003).

ويُعبّر الشكل الأزرق عن حجم المياه التي جرى سحبها فعليًا من إجمالي الجريان السطحي، أي ما يُعرف بـ"سعة السحب المخصَّصة". أما الشكل الرمادي فيمثل "سعة استيعاب النفايات المخصَّصة"، وهي كمية

المياه المطلوبة لاحتواء الملوثات عبر تخفيفها إلى مستوى يضمن بقاء نوعية المياه ضمن الحدود والمعايير البيئية المعتمدة (Hoekstra et al,2011).

وتكمن أهمية قياس تلوث المياه من منظور أحجام المياه المخصَّصة في إمكانية توحيد مختلف أشكال التلوث ضمن معيار واحد، يتمثل في حجم المياه اللازم لاستيعاب النفايات. إضافة إلى ذلك، فإن التعبير عن التلوث بالمصطلحات نفسها المستخدمة في قياس استهلاك المياه يتيح إجراء مقارنة مباشرة بين استخدام الجريان السطحي كمورد (البصمة المائية الزرقاء) واستخدامه كمصبّ للنفايات (البصمة المائية الرمادية) (Mekonnen ,2016) .



شكل 2 : مخطط البصمة المائية للزراعة (جيهان عمر، 2022)

5-1/ البصمة المائية للدولة:

تُعَدّ البصمة المائية للدولة مؤشرًا فعليًا يعكس حجم المياه التي تستخدمها بصورة مباشرة وغير مباشرة، إذ تمثل إجمالي المياه اللازمة لإنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها سكان تلك الدولة. وقد ظهر هذا المفهوم بهدف تعزيز الوعي بأهمية الموارد المائية وضرورة ترشيد استخدامها والحد من استهلاكها، فضلًا عن تقييم مدى التزام الدولة وأفرادها بالحفاظ عليها (سلام، 2017)(Hoekstra et al, 2011).

وتنقسم البصمة المائية للدولة إلى قسمين رئيسيين:

أ/- البصمة المائية الداخلية للدولة:

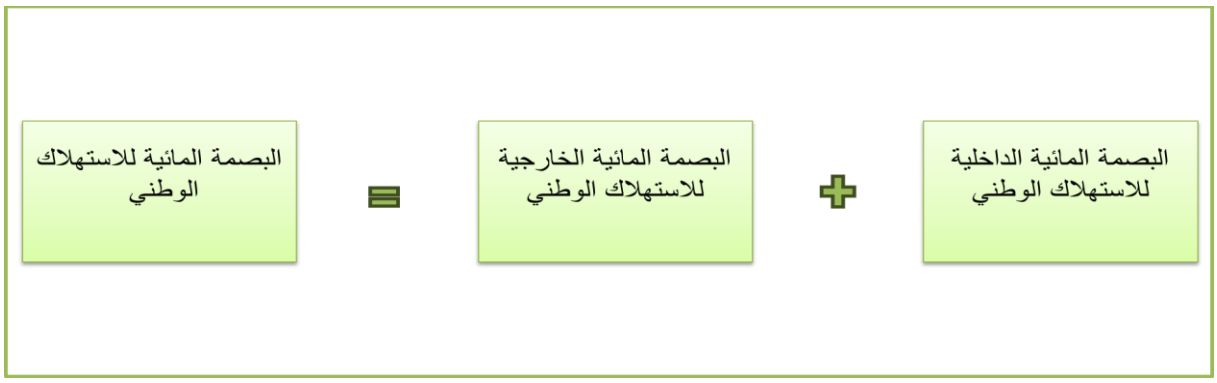
وهي كمية المياه المستخدمة سنويًا داخل حدود الدولة لإنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها سكانها.

ب/- البصمة المائية الخارجية للدولة:

وهي كمية المياه المستعملة سنويًا خارج حدود الدولة لإنتاج السلع والخدمات المستوردة التي يستهلكها أفرادها

5-2/ البصمة المائية للاستهلاك الوطني:

تُعرَّف البصمة المائية للمستهلكين في دولةٍ ما بأنها مجموع البصمة المائية الداخلية للاستهلاك الوطني، والمتمثلة في استخدام الموارد المائية المحلية لإنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها السكان، مضافًا إليها البصمة المائية الخارجية للدولة. ويُقصد بالبصمة الخارجية كمية المياه المستخدمة سنويًا في إنتاج السلع والخدمات المستوردة التي يستهلكها مواطنو الدولة، مطروح منها حجم المياه الافتراضية التي يُعاد تصديرها إلى دول أخرى ضمن المنتجات المستوردة (Hoekstra et al ,2011).



شكل 3 : حساب البصمة المائية للاستهلاك الوطني

5-3/ طرق حساب البصمة المائية:

يتم حساب البصمة المائية وفقا للعلاقات الموضحة من قبل **هوكسترا** كما يلي :

البصمة المائية الداخلية = كمية المياه المستخدمة في الإنتاج – كمية المياه الافتراضية المصدرة.

البصمة المائية الخارجية = كمية المياه الافتراضية المستوردة.

البصمة المائية الكلية = البصمة المائية الداخلية + البصمة المائية الخارجية.

5-3-1/ البصمة المائية لمنتج:

تُعرَّف البصمة المائية للمنتج بأنها إجمالي كمية المياه العذبة التي تُستخدم بصورة مباشرة أو غير مباشرة خلال عملية إنتاجه. ويتم تقدير هذه البصمة من خلال أخذ استهلاك المياه ومستويات التلوث بعين الاعتبار في مختلف مراحل الإنتاج.

تُطبَّق إجراءات المحاسبة نفسها على جميع أنواع المنتجات، سواء كانت زراعية أو صناعية أو خدمية. وتنقسم البصمة المائية للمنتج إلى ثلاثة مكونات رئيسية هي: البصمة المائية الخضراء، والبصمة المائية الزرقاء، والبصمة المائية الرمادية.

في حالة المنتجات الزراعية، يُعبَّر عن البصمة المائية غالبًا بوحدة متر مكعب لكل طن أو لتر لكل كيلوغرام .وفي بعض الحالات، خاصة عندما تكون المنتجات الزراعية قابلة للعد، يمكن التعبير عنها أيضًا بحجم المياه المستخدمة لكل وحدة من المنتج.

أما بالنسبة للمنتجات الصناعية، فيمكن قياس البصمة المائية بوحدة متر مكعب لكل دولار أمريكي من قيمة المنتج، أو بحجم المياه اللازمة لإنتاج وحدة واحدة منه.

كما توجد طرق أخرى للتعبير عن البصمة المائية للمنتجات، مثل حجم المياه لكل كيلو كالوري في حالة المنتجات الغذائية عند دراسة الأنظمة الغذائية، أو حجم المياه لكل جول في حالة الطاقة مثل الكهرباء أو الوقود.

يمكن تقدير البصمة المائية لأي منتج باستخدام طريقتين بديلتين، هما طريقة الجمع المتسلسل وطريقة الجمع التدريجي وتُستخدم الطريقة الأولى في بعض الحالات الخاصة فقط، في حين تُعد الطريقة الثانية أكثر شمولًا وتُطبق بصورة عامة في حساب البصمة المائية للمنتجات (سلام ،2017)

(Hoekstra et al ,2011)

2-3-5 / البصمة المائية لمستهلك:

تُعرَّف البصمة المائية للمستهلك بأنها إجمالي حجم المياه العذبة التي يتم استهلاكها أو تلويثها من أجل إنتاج السلع والخدمات التي يستخدمها ذلك المستهلك. أما البصمة المائية لمجموعة من المستهلكين، فهي تمثل مجموع البصمات المائية لجميع الأفراد الذين يشكلون تلك المجموعة.

يتم تقدير البصمة لمائية لمستهلك من خلال جمع البصمة المائية المباشرة للفرد مع البصمة الغير مباشرة له .

البصمة المائية لمستهلك = البصمة المائية المباشرة + البصمة المائية الغير مباشرة.

تشير البصمة المائية المباشرة إلى كمية المياه المستهلكة أو الملوَّثة نتيجة الاستخدام المباشر للمياه داخل المنزل أو في الحديقة. أما البصمة المائية غير المباشرة فتعبر عن استهلاك المياه وتلوثها الناتج عن إنتاج السلع والخدمات التي يستخدمها المستهلك. وتشمل هذه البصمة المياه المستخدمة في إنتاج العديد من المنتجات مثل الغذاء والملابس والورق والطاقة والسلع الصناعية المختلفة. ويتم تقدير هذا الاستخدام غير المباشر للمياه من خلال ضرب كمية المنتجات التي يستهلكها الفرد في قيمة البصمة المائية الخاصة بكل منتج (سلام ،2017).

6/- وحدات البصمة المائية:

تتباين الوحدات المستخدمة للتعبير عن البصمة المائية تبعًا لنوعها ومستوى قياسها، وهو ما يتضح

فيما يلي: (Hoekstra et al ,2011)

البصمة المائية لعملية ما:

تُعرَّف بأنها كمية المياه المستخدمة خلال وحدة زمنية محددة. وعند توزيع هذه الكمية على السلع أو المنتجات الناتجة عن تلك العملية، يمكن أيضًا التعبير عن البصمة المائية بوصفها حجم المياه المستهلكة لكل وحدة من المنتج

6-1/البصمة المائية لمنتج أو سلعة:

تعبّر عن كمية المياه المستخدمة لإنتاج وحدة واحدة من المنتج، وغالبًا ما تُقاس بوحدات مثل متر مكعب/ طن أو لتر / كغ .

6-2/البصمة المائية للمستهلك أو لمنطقة معينة:

تُعبَّر عنها بحجم المياه المستخدمة خلال وحدة زمنية محددة، ويختلف ذلك تبعًا لمستوى التفصيل المطلوب، فقد تُقاس على أساس يومي أو شهري أو سنوي.

6-3/البصمة المائية لمجتمع أو دولة:

تُعبَّر عنها بكمية المياه المستخدمة خلال وحدة زمنية محددة لكل فرد من أفراد المجتمع أو سكان الدولة.

6-4/البصمة المائية للطاقة:

خصوصًا في حالة استخدام الوقود الحيوي أو الموارد المائية، حيث يُعبَّر عنها بحجم المياه المستخدمة لإنتاج كل وحدة من وحدات الطاقة.

6-5/حساب البصمة المائية الزرقاء:

تعد البصمة المائية الزرقاء مؤشرًا على الاستخدام الاستهلاكي لما يُعرف بالمياه الزرقاء، أي المياه العذبة المستمدة من المصادر السطحية أو الجوفية و يشير مصطلح "الاستخدام الاستهلاكي للمياه" إلى إحدى الحالات الأربع التالية: (Haddadin MJ,2003)

1/ تبخر الماء.

2/المياه المستخدمة في المنتجات.

3/المياه التي لا تعود مرة أخرى إلى نفس منطقة مستجمعات المياه أو أحواض التجميع، مثل المياه التي تنتقل من حوض مائي إلى آخر.

4/المياه التي لا تعود إلى المصدر في الفترة الزمنية نفسها، مثل المياه التي يتم سحبها خلال فترات الجفاف وتعود لاحقًا في الفترات الرطبة.

تقيس البصمة المائية الزرقاء حجم المياه المتاحة خلال فترة زمنية محددة التي يتم استهلاكها، أي المياه التي لا تعود مباشرة إلى حوض التصريف نفسه. وبهذا المعنى، تمثل هذه البصمة مؤشرًا على كمية المياه الزرقاء التي يستخدمها الإنسان فعليًا. أما الكمية المتبقية من المياه السطحية والجوفية التي لا تُستغل لأغراض بشرية، فتظل متاحة لدعم النظم البيئية التي تعتمد عليها.

و يتم حساب البصمة المائية الزرقاء على النحو التالي:

البصمة المائية الزرقاء = المياه الزرقاء المتبخرة + المياه الزرقاء المتضمنة داخل العملية + المياه التي لا تعود إلى أحواض التجميع . (الحجم/الزمن)

6-6/ حساب البصمة المائية الخضراء:

تُعد البصمة المائية الخضراء مؤشرًا على مدى استخدام الإنسان لما يُعرف بالمياه الخضراء. ويُقصد بالمياه الخضراء مياه الأمطار التي تسقط على سطح الأرض ولا تتجه إلى المياه الجوفية، بل تُخزن داخل التربة أو تبقى لفترة قصيرة على سطحها أو على الغطاء النباتي. وفي النهاية يتبخر جزء من هذه المياه أو ينتقل إلى الغلاف الجوي عبر النباتات (Hoekstra et al, 2011) .

يمكن الاستفادة من المياه الخضراء في إنتاج المحاصيل الزراعية، إلا أن النباتات لا تستطيع امتصاص كامل هذه الكمية، وذلك بسبب استمرار تبخر جزء منها من التربة، إضافة إلى أن بعض الفترات من السنة أو بعض المناطق لا تكون ملائمة لنمو المحاصيل (سلام، 2017).

تُعرَّف البصمة المائية الخضراء بأنها كمية مياه الأمطار التي تُستهلك خلال عملية الإنتاج. وتبرز أهميتها بشكل خاص في المنتجات الزراعية والحرجية، مثل المحاصيل والأخشاب، إذ تمثل إجمالي مياه الأمطار التي تتبخر من الحقول أو المزارع، إضافة إلى المياه التي تبقى مخزنة داخل المحصول عند حصاده (سلام، 2017)(Hoekstra et al, 2011).

وعليه، فإن البصمة المائية الخضراء في إحدى مراحل العملية تساوي كمية مياه الأمطار التي يتم استهلاكها خلال تلك المرحلة من الإنتاج (Mekonnen, 2016).

البصمة المائية الخضراء = المياه الخضراء المتبخرة + المياه الخضراء المدمجة. (الحجم/الزمن)

6-7/ حساب البصمة المائية الرمادية:

تُعد البصمة المائية الرمادية في إحدى مراحل المعالجة مؤشرًا على مستوى تلوث المياه العذبة المرتبط بتلك المرحلة. وتُعرَّف بأنها حجم المياه العذبة المطلوب لاستيعاب حمولة الملوثات، وذلك بالاعتماد على تراكيزها الطبيعية ومعايير جودة المياه السائدة في البيئة المحيطة. وقد نشأ مفهوم البصمة المائية الرمادية من فكرة أن مقدار تلوث المياه يمكن التعبير عنه بحجم المياه اللازم لتخفيف تركيز الملوثات إلى مستوى يجعلها غير ضارة (Hoekstra et al, 2011)(Mekonnen, 2016).

تُحسب البصمة المائية الرمادية من خلال قسمة حمولة الملوثات (بوحدة الكتلة لكل وحدة زمن) على الفرق بين معيار جودة المياه المحيطة لذلك الملوث، أي الحد الأقصى للتركيز المسموح به (بوحدة الكتلة لكل حجم)، وبين تركيزه الطبيعي في المسطح المائي المستقبل (بوحدة الكتلة لكل حجم)

(Hoekstra et al,2011).

البصمة المائية الرمادية = حمولة الملوثات (الكتلة / الزمن) / معيار جودة المياه المحيطة للملوث (الكتلة / الحجم)– تركيزه الطبيعي في المسطح المائي المستقبل (الكتلة / الحجم).

7/- مفهوم المياه الافتراضية:

يُقصد بالماء الافتراضي كمية المياه "المضمَّنة" في إنتاج سلعة ما، ليس بالمعنى المادي المباشر، بل بالمعنى غير المباشر، إذ يشير إلى حجم المياه اللازمة لإنتاج ذلك المنتج. ويُعرف الماء الافتراضي أيضًا باسم الماء المضمَّن أو الماء الخارجي؛ حيث يدل المصطلح الأخير على أن استيراد الماء الافتراضي إلى دولة ما يعني في الواقع الاعتماد على موارد مائية خارج حدودها. وبهذا المعنى، يُعد الماء الخارجي إضافة إلى الموارد المائية المحلية للدولة وللوصول إلى تعريف كمي أكثر دقة للمياه الافتراضية، يمكن اعتماد طريقتين مختلفتين في القياس والتقدير (بكدي، 2020).

في أحد هذين النهجين، يُعرَّف محتوى المياه الافتراضية بأنه حجم المياه الذي استُخدم فعليًا في إنتاج المنتج. ويعتمد ذلك على ظروف الإنتاج المختلفة، مثل موقع الإنتاج وزمنه وكفاءة استخدام المياه. فعلى سبيل المثال،قد يتطلب إنتاج كيلوغرام واحد من الحبوب في بلد جاف كمية مياه تزيد مرتين أوثلاث مرات عمّا يلزم لإنتاج الكمية نفسها في بلد رطب (Haddadin MJ,2003).

أما في النهج الثاني، فيتم اعتماد منظور المستخدم بدلًا من منظور المنتج؛ حيث يُعرَّف المحتوى المائي الافتراضي للمنتج بأنه كمية المياه التي كان من الممكن استهلاكها لو تم إنتاج هذا المنتج في المكان الذي يُراد استهلاكه فيه (Hoekstra et al, 2011).

أما المياه الافتراضية للمنتج أو السلعة هي كمية المياه العذبة المستخدمة في إنتاج سلعة أو خدمة ما بمختلف أشكالها، مثل المياه الخضراء والزرقاء والرمادية. وتمثل إجمالي المياه اللازمة لإنتاج تلك السلعة، وغالبًا ما تُقاس بوحدات مثل متر مكعب لكل وحدة من المنتج أو لتر لكل كيلوغرام

(Haddadin MJ, 2003).

8/- أنواع المياه الافتراضية:

8-1/ المياه الزرقاء :

يمكن تعريف هذا النوع من المياه بأنه مجموع المياه التي تتبخر من مياه الري في الحقول الزراعية، إضافة إلى المياه المتبخرة من القنوات المستخدمة في نقل مياه الري ومن أماكن تخزينها. وفي حالة

العمليات الصناعية، تُعرَّف المياه الزرقاء بأنها كمية المياه العذبة المستخدمة في الإنتاج، سواء كانت مستخرجة من المياه السطحية أو من المياه الجوفية، والتي لا تعود مرة أخرى إلى النظام البيئي الذي أُخذت منه (بكدي، 2020).

2-8/ المياه الخضراء :

تُستخدم بصورة أساسية في الأنشطة الزراعية، وتشير إلى إجمالي المياه التي تتبخر من الحقل خلال فترة نمو المحصول. ويشمل ذلك عملية نتح النباتات إضافة إلى مختلف أشكال التبخر الأخرى من سطح التربة (بكدي، 2020).

3-8/ المياه الرمادية :

هي كمية المياه الافتراضية التي تتلوث أثناء عملية الإنتاج ، و يمكن تحديدها عن طريق تقييم كمية المياه اللازمة لتخفيف الملوثات الناتجة عن العملية الإنتاجية إلى مستوى يضمن بقاء جودة المياه ضمن الحدود والمعايير المعتمدة لنوعية المياه (Haddadin Mj, 2003).

الفصل الثاني
واقع الموارد المائية
و الاقتصاد في الجزائر

تمهيد : تُعَدّ المياه من أهم الموارد الطبيعية الضرورية لاستمرار حياة الإنسان وسائر الكائنات الحية، كما تشكّل عنصرًا أساسيًا في دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية، لا سيما في مجالات الزراعة والصناعة وتوفير مياه الشرب. غير أن توزيع هذا المورد الحيوي يختلف من منطقة إلى أخرى في العالم، إذ تعاني بعض الدول من ندرة المياه نتيجة عوامل مناخية وطبيعية متعددة. وتُصنَّف الجزائر ضمن الدول التي تواجه تحديات في مجال الموارد المائية، نظرًا لموقعها الجغرافي ووقوع جزء كبير من أراضيها ضمن النطاقين الجاف وشبه الجاف. لذلك تبرز أهمية التعرف على مصادر الموارد المائية في الجزائر وسبل استغلالها بشكل أمثل، إضافة إلى العمل على حمايتها والحفاظ عليها لضمان استدامتها (محسن،زبيدة 2016).

تشمل الموارد المائية في الجزائر نوعين رئيسيين من الموارد، الموارد المائية الطبيعية (التقليدية)، والموارد المائية غير الطبيعية (غير التقليدية). وتتمثل الموارد التقليدية في مياه الأمطار والمياه الجوفية والمياه السطحية، في حين تشمل الموارد غير التقليدية تحلية مياه البحر ومعالجة المياه المستعملة، أي إعادة تدوير مياه الصرف الصحي، إضافة إلى مصادر غير تقليدية أخرى (مغربي ،2017).

1/- التعريف بمنطقة الدراسة :

1-1/ الموقع الجغرافي :

تعتبر الجزائر أكبر دولة إفريقياً وعربياً ومنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط من حيث المساحة، حيث تتربع على مساحة إجمالية تقدر بـ 2,381,741كم². تقع في شمال إفريقيا بين خطي عرض 19° و 37° شمالا، و خطي طول 12° شرقا و 9° غربا . يحدها شمالاً البحر الأبيض المتوسط بشريط ساحلي يمتد على طول 1200كم، مما يمنحها موقعاً استراتيجياً في حركة التجارة الدولية (صادرات وواردات السلع المادية) (ONS, 2022).

الشكل 4: خريطة الموقع الجغرافي للجزائر (Wikipédia, 2026)

2-1/ الإطار الطوبوغرافي و التقسيم الإقليمي :

تنقسم الجزائر تضاريسياً إلى ثلاث وحدات كبرى تؤثر بشكل مباشر على الدورة الهيدرولوجية : (ONS, 2022)

أ/ الإقليم الشمالي (الأطلس التلي) : يتميز بسلسلة جبلية وسهول ساحلية وداخلية خصبة (مثل سهل متيجة وعنابة)، وهو مركز النشاط الفلاحي والصناعي الرئيسي.

ب/ إقليم الهضاب العليا (الأطلس الصحراوي) : منطقة انتقالية شبه جافة، تضم أحواضاً مائية هامة (مثل حوض عين وسارة) وتعتبر الرئة الرعوية للبلاد.

ج/ الإقليم الصحراوي : يغطي أكثر من 80% من المساحة الكلية، ويتميز بوجود المنخفضات والرقوق والعروق، ويحتوي على أضخم الاحتياطيات المائية الجوفية (الأحفورية).

1-3/ الإطار المناخي و الموارد المائية :

يتدرج المناخ في الجزائر من المتوسطي الرطب شمالاً إلى الصحراوي الجاف جنوباً، حيث تتراوح معدلات التساقط السنوي بين 1000ملم في المناطق الجبلية الشرقية وأقل من 50ملم في أقصى الجنوب (ONS, 2022).

أ/ الموارد السطحية : تتركز في الأحواض الشمالية بمتوسط تدفق سنوي يقدر بـ 12.4مليار م³، تُخزن عبر شبكة تضم أكثر من 80سداً عاملاً.

ب/ الموارد الجوفية : تقدر الاحتياطيات القابلة للاستغلال بحوالي 6.8مليار م³، يلعب فيها "النظام المائي للصحراء الشمالية (SASS) "الدور الحاسم بمخزون استراتيجي هائل يتجاوز 30,000 مليار م³ (مياه غير متجددة) .

1-4/ المؤشرات الاقتصادية والتجارة الخارجية :

تعتمد الجزائر في ميزانها التجاري على تصدير المحروقات بشكل أساسي، مع توجه متزايد نحو تنويع الصادرات خارج المحروقات (خاصة المنتجات الفلاحية والمواد المنجمية). وبالنظر إلى حجم التبادلات التجارية المادية بين عامي 2000 و2020، نلاحظ ارتباطاً وثيقاً بين النمو الاقتصادي وحجم استهلاك الموارد المائية (ONS, 2022) .

2/- واقع الموارد المائية في الجزائر :

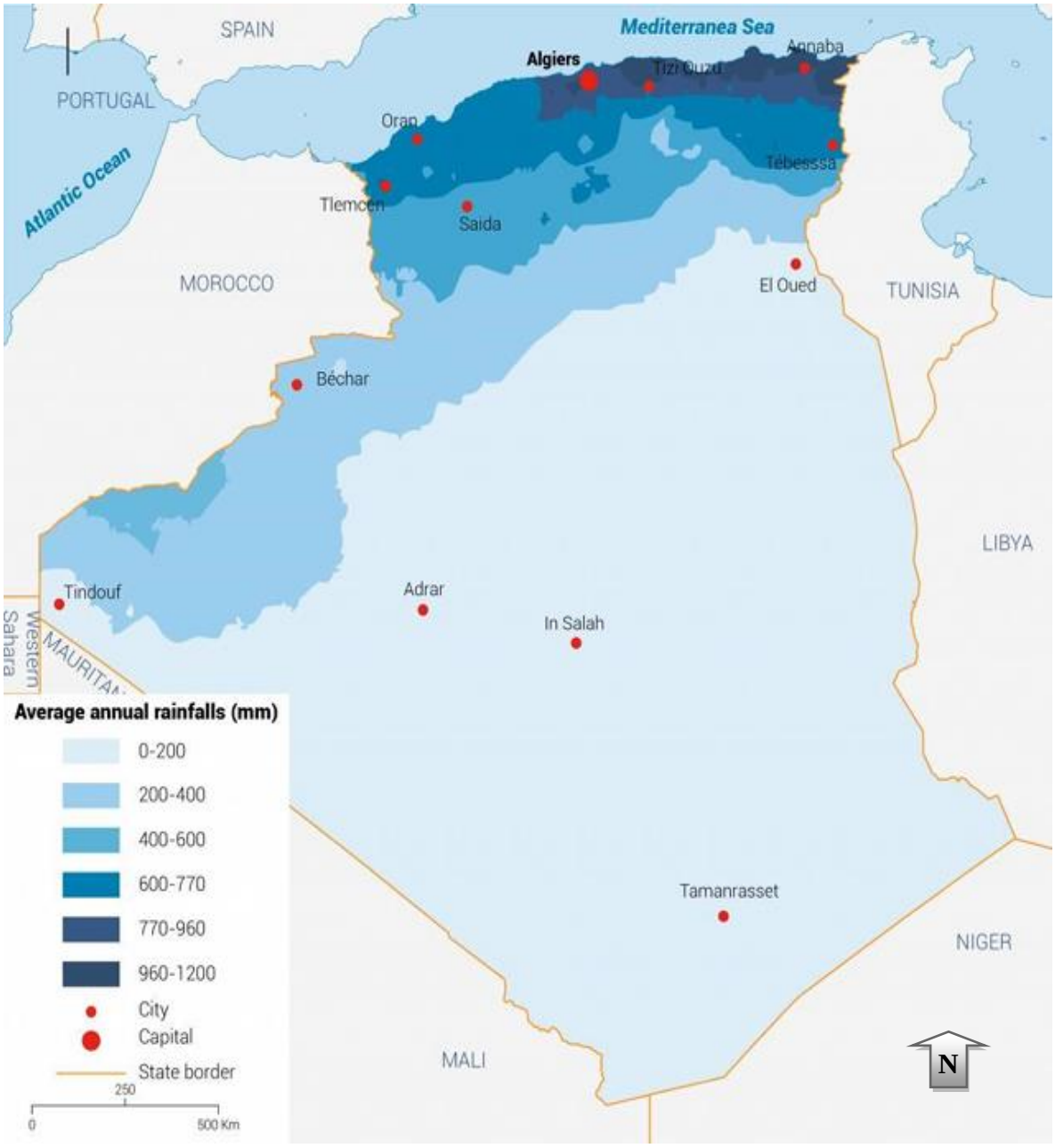
2-1/ الموارد المائية التقليدية :

2-1-1/ مياه الأمطار :

تتوفر الجزائر على موارد مائية سطحية وجوفية، و مياه الأمطار المصدر الأساسي لتغذية هذه الموارد. ونظرًا لاتساع مساحة الجزائر وتنوع تضاريسها، فإن العوامل المؤثرة في عملية التساقط تختلف من منطقة إلى أخرى. فبالرغم من شساعة مساحة الجزائر فإن نحو 85 ٪ من هذه المساحة تقع ضمن المنطقة الصحراوية، حيث يكون هطول الأمطار شبه منعدم، أما المنطقة الشمالية فتتميز بمناخ البحر

الأبيض المتوسط، حيث تستقبل سنويًا حوالي 192 مليار متر مكعب من مياه الأمطار، غير أن جزءًا كبيرًا من هذه الكمية يتجه نحو البحر أو يتبخر بفعل درجات الحرارة. لذلك فإن معدلات التساقط في الجزائر تتناقص تدريجيًا (مغربي ،2017).

في الجزء الشمالي من البلاد، يتراوح معدل تساقط الأمطار بين 300و1400 ملم سنويًا .أما في منطقة الصحراء الكبرى والمناطق الواقعة جنوب جبال الأطلس الصحراوي، فإن معدل التساقط يكون ضعيفًا جدًا، حيث نادرًا ما يتجاوز 50ملم سنويًا كما هو موضح في (الشكل 4).



الشكل 5: خريطة متوسط كميات الأمطار السنوية (FANACK WATER, 2026).

2-1-2/ المياه السطحية :

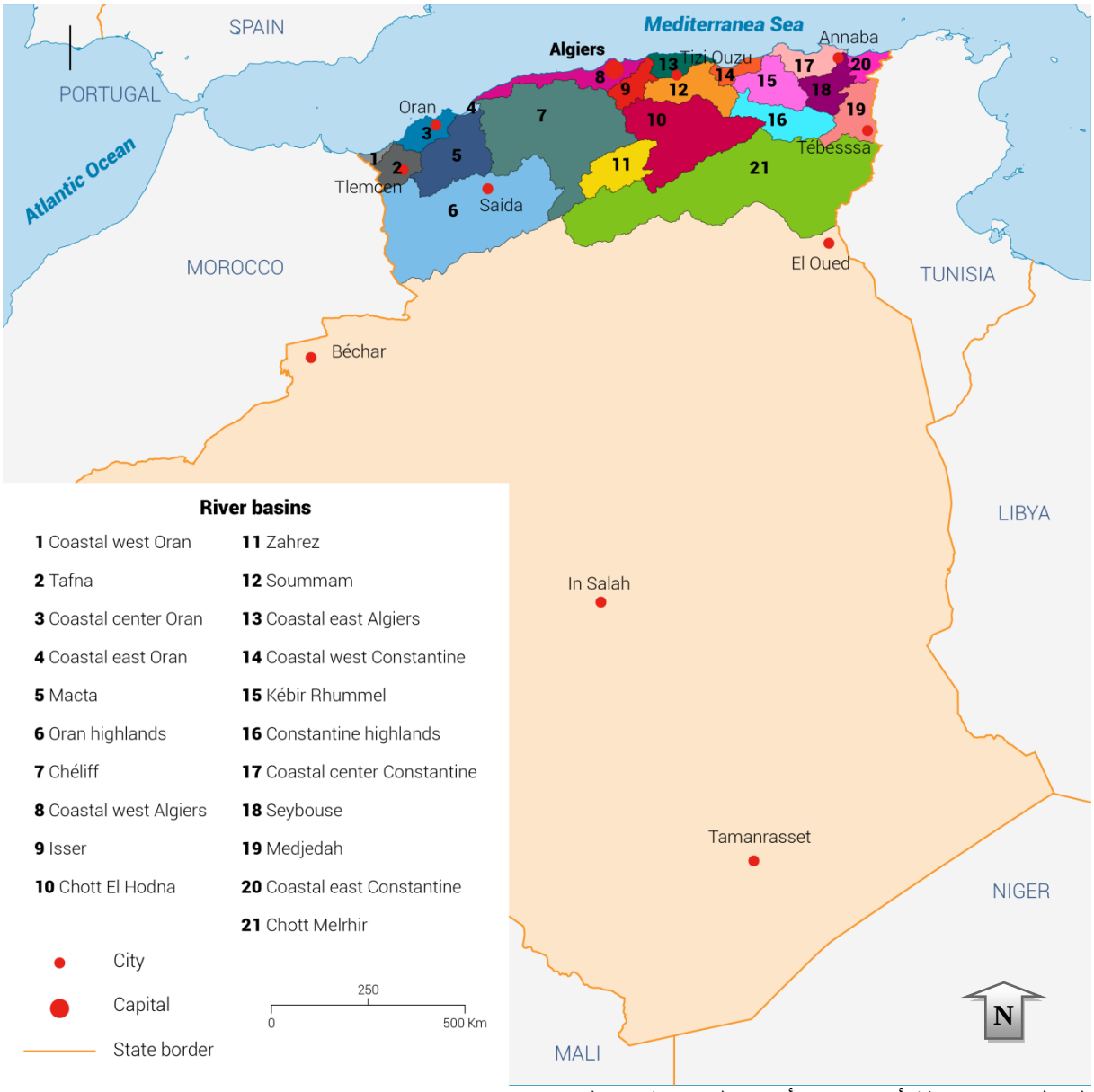
تتوزع التضاريس المائية في الجزائر على خمسة أحواض نهرية كبرى، تشتمل على 17 حوضاً فرعياً يتركز معظمها في المناطق الشمالية كما هو موضح في (الشكل 5). وتُشير التقديرات إلى أن حجم الموارد المائية السطحية المتجددة يبلغ حوالي 11 مليار متر مكعب سنوياً. وبينما تشهد الأحواض الصحراوية شحاً في التدفقات المائية بنحو 0.5 مليار متر مكعب، يعتمد الشمال بصفة جوهرية على هذه الموارد، إذ تُخزن السدود (بمختلف أحجامها) ما يقارب 8 مليارات متر مكعب. وتتسم حركة المياه السطحية هناك بفيضانات خاطفة وعنيفة تغذي السدود خلال موسم هطول الأمطار المحدود، والممتد غالباً بين شهري ديسمبر وفبراير (GIZ/BGR/OSS, 2016) (FAO AQUASTAT,2015).

تشمل المياه السطحية إجمالي الموارد المائية الموجودة فوق سطح الأرض، إذ يتجمع جزء منها في السدود والحواجز المائية، بينما يتدفق الجزء الآخر في الأنهار والأودية.

أما على صعيد التبادل المائي العابر للحدود ، ترفد تونس الجزائر بنحو 160 مليون متر مكعب سنوياً، بينما يتدفق من المغرب قرابة 230 مليون متر مكعب عبر وادي 'غور' الحدودي. أما الصادرات المائية نحو تونس فتصل إلى 320 مليون متر مكعب سنوياً، منها 168 مليون متر مكعب تُصرف عبر حوض مجردة، مما يوضح طبيعة الترابط الهيدروليكي بين دول المغرب العربي

(FAO AQUASTAT, 2022).

حيث رغم امتلاك الجزائر لبنية تحتية قوية تضم 81 سداً بسعة استيعابية تصل إلى 8.6مليار متر مكعب، إلا أن التأثيرات المناخية أدت إلى تراجع مقلق في مستويات التخزين؛ حيث لا يتجاوز معدل الملء حالياً 34% وهذا المؤشر سجل انخفاضاً مقارنة بنسبة 36%في الفترة ذاتها من العام الماضي، مما يجسد حدة شح الأمطار وتوالي سنوات الجفاف التي تشهدها المنطقة(FAO AQUASTAT, 2022) .



الشكل 6: خريطة أحواض الأنهار الرئيسية في الجزائر (FANACK WATER , 2026)

أ/- السدود :

تعد السدود من أبرز الحلول الإستراتيجية والناجحة لتنمية الموارد المائية وتطوير قطاعي الزراعة والري؛ إذ تكمن أهميتها في قدرتها على حجز مياه السيول والفيضانات وتخزينها لاستغلالها لاحقاً خلال فترات الجفاف والشح المائي. لذا، يبرز تشييد هذه المنشآت كضرورة ملحة في المناطق الجافة لضمان استمرارية الإمدادات وتسهيل توزيعها. ورغم هذه الفوائد الجوهرية، تظل التكاليف المالية الباهظة لعمليات الإنشاء هي التحدي الأكبر والعائق الرئيسي الذي يواجه التوسع في بناء المزيد منها (مغربي ،2017).

تزخر الجزائر ب 81 سدا منجزا، مستغلة منها 65 سدا منجزا عبر التراب الوطني بطاقة تخزين إجمالية تقدر ب 8 ملايير متر مكعب (ONS, 2022).

و من أشهر هذه السدود :

سد بني هارون : يُعد سد بني هارون أيقونة المنشآت الهيدروليكية في الجزائر وأكبر سدودها على الإطلاق، بقدرة استيعابية تصل إلى 960مليون متر مكعب وهيكل خرساني يرتفع لـ 118متراً . استغرقت عمليات تشييده قرابة خمس سنوات (1996-2001)، لتبدأ مرحلة الامتلاء في 2003 وصولاً إلى تدشينه الرسمي عام 2007. ويمتاز الموقع بـ جسر وادي الذيب الذي يربط ضفتي السد، مشكلاً شريان حياة يوفر مياه الري والشرب لملايين السكان في المنطقة الشرقية (ANBT, 2024).

سد غريب : يُعتبر سد غريب من أعرق المنشآت المائية في الجزائر، حيث يعود تاريخ تشييده إلى أربعينيات القرن الماضي. يقع السد على بُعد 150 كم غرب العاصمة، ويشكل ركيزة أساسية لقطاع الفلاحة؛ إذ يروي سهل متيجة الخصيب شرقاً، وسهول حوض الشلف العلوية والسفلية غرباً. وبالإضافة إلى دوره الزراعي، يساهم السد بفعالية في تعزيز منظومة التزويد بالماء الشروب لساكنة الجزائر العاصمة والمناطق المجاورة (ANBT, 2024).

سد كف الدير : يُعد سد كف الدير بولاية تيبازة أحد أبرز المنشآت المائية الاستراتيجية في الوسط الجزائري، بطاقة استيعابية تصل إلى 125مليون متر مكعب وهيكل يرتفع لـ 93متراً .ويمثل السد محوراً حيوياً للتموين المائي، حيث يضمن تزويد ثلاث ولايات كبرى (تيبازة، عين الدفلى، والشلف) بمياه الشرب والري الزراعي. وتكتمل منظومته الهندسية بوجود برج لسحب المياه ومجرى متطور لتصريف الفائض، مما يجعله صمام أمان مائي للمنطقة (ANBT, 2024).

ب/- الأودية :

يتميز النظام المائي للأودية في الجزائر بنظام جريان موسمي شديد التذبذب، حيث تتحول الأودية إلى سيول فيضانية خلال فصل الشتاء، بينما تعاني من جفاف شبه كلي صيفاً، وهو ما يفسره التفاعل بين الخصائص المناخية والمنحدرات التضاريسية الحادة. تتركز معظم هذه المجاري في الإقليم الشمالي، وتتوزع مصباتها بين الحوض المتوسطي والمناطق الداخلية . تتوزع إمكانات المياه السطحية في الجزائر عبر شبكة هيدروغرافية متباينة الأهمية، حيث يمكن تصنيف الأحواض المائية وفق قدراتها التعبوية السنوية إلى أربع فئات رئيسية، تعكس التفاوت في الموارد المائية المتاحة:

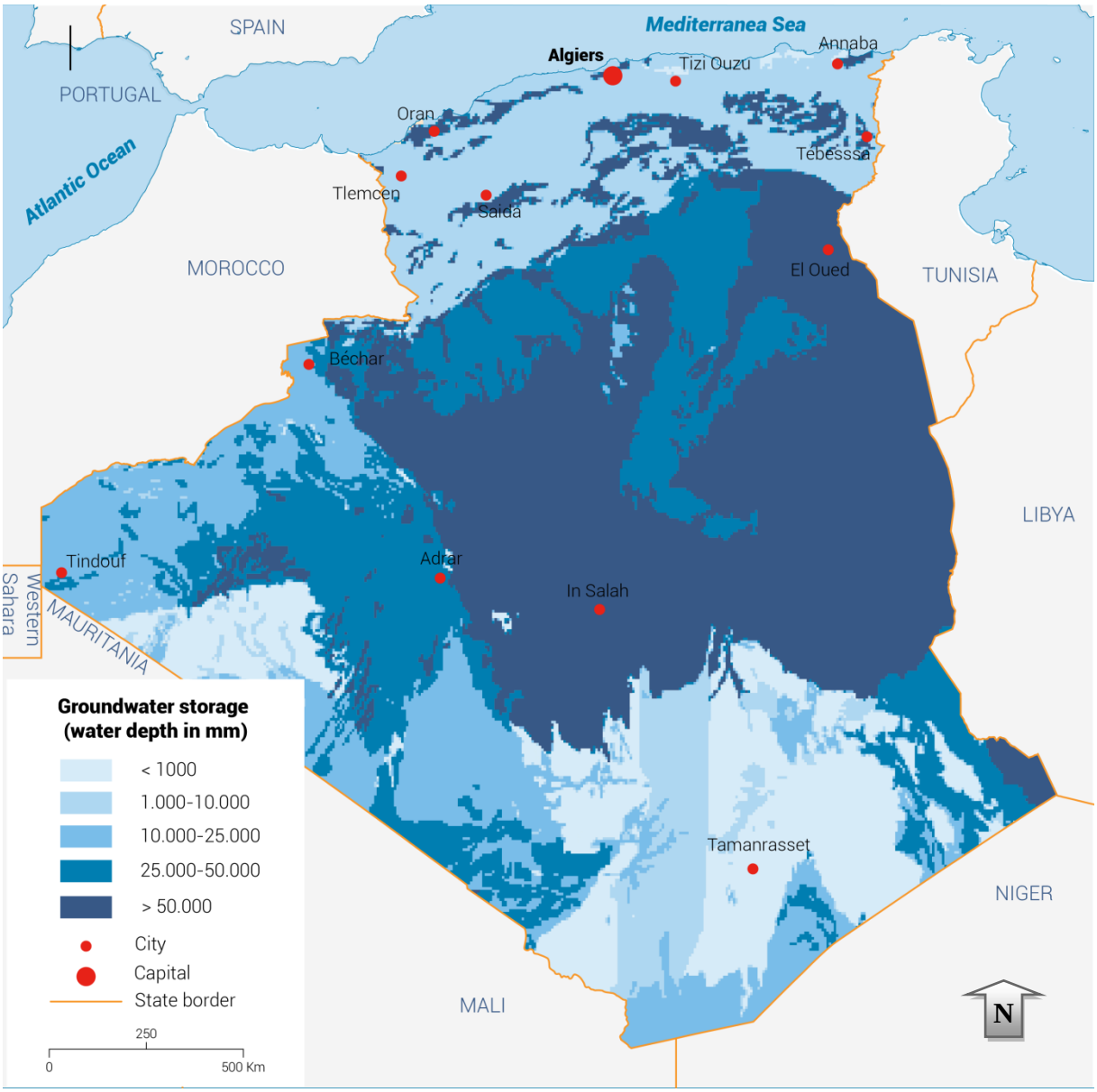
يتصدر المشهد واديا الشلف والكبير الرميل بتدفقات سنوية تتجاوز حاجز المليار متر مكعب لكل منهما، وبمساهمة إجمالية تقدر بـ 2268 مليون متر مكعب سنويا، تليها خمسة أودية إستراتيجية (سيباو، سيبوس، صومام، الكبير الشرقي، ويسر) بطاقة تعبئة تتراوح ما بين 500 و1000 مليون متر مكعب سنوياً، محققةً الحجم الأكبر من التدفقات المجمعة بـ 3410مليون متر مكعب سنويا. أما الأودية التي يتراوح تدفقها بين 100 و500 مليون متر مكعب سنويا، فتضم أحد عشر وادياً أبرزها وادي (جن جن، تافنة، الحراش، مزفران، الكبير الغربي) بإجمالي 2530مليون متر مكعب سنويا، وفي مستوى أدنى، تساهم ستة عشر واديا أبرزها (الداموس، صفصاف، وادي العرب، وادي القصب، الحميز، مسلمون، بودواو) بتدفقات تتراوح بين 30 و100 مليون بإجمالي 718مليون متر مكعب سنوياً .وبالإضافة إلى هذه المجاري الرئيسية، تسهم الأودية المتبقية والمسيلات المتفرقة بحجم معتبر يبلغ 3502 مليون متر مكعب سنويا، مما يعزز الرصيد السطحي الإجمالي للموارد المائية الوطنية (Remini B, 2005).

2-1-3 / المياه الجوفية :

يُقدر مخزون الجزائر من المياه الجوفية بنحو 7.6 مليار متر مكعب. وبينما يتزايد الضغط على هذه الموارد في الشمال، تعتمد المناطق الجنوبية بشكل شبه كلي على أحواض الصحراء الكبرى، والتي توفر 96% من احتياجات الجنوب المائية، مما يعكس الأهمية القصوى لهذه الموارد في المناطق الصحراوية (Bouchekima et al, 2008)(FAO Aquastat, 2015).

تتميز الطبقات المائية الجوفية في المناطق الجبلية الشمالية بكونها أحواضاً ضحلة، يتم استغلالها بصفة أساسية عبر الآبار والينابيع. ورغم أن معدل التجدد الطبيعي السنوي لهذه الأحواض يبلغ 1.9 مليار متر مكعب، إلا أن حجم الاستخراج الفعلي يتجاوز ذلك ليصل إلى 2.4مليار متر مكعب سنوياً .ويُعزى هذا العجز المائي بشكل رئيسي إلى غياب الحوكمة الفعالة، ونقص البيانات الدقيقة حول المخزون، بالإضافة إلى استفحال ظاهرة الآبار غير المرخصة وضعف التنسيق المؤسساتي بين الجهات الوصية على قطاع المياه (FAO, 2009).

أما على صعيد التبادل المائي الجوفي ، تسجل الجزائر تدفقات داخلة من المياه الجوفية تقدر بـ30 مليون متر مكعب سنوياً، في حين يبلغ حجم التدفقات الخارجة نحو دول الجوار قرابة 100 مليون متر مكعب سنوياً، تتسرب عبر طبقات مائية جوفية متعددة . تتصدر طبقة ' كونتيننتال إنتركاليز ' الجوفية وخزانها المعروف بـ 'المركب النهائي (Complexe Terminal) ' قائمة أهم الموارد المائية في المنطقة (IPEMED, 2013).



الشكل 7: خريطة توزع المياه الجوفية في الجزائر (FANACK WATER, 2026)

و تتميز الجزائر بامتلاكها واحدًا من أكبر احتياطيات المياه الجوفية في العالم، وتتوزع هذه الخزانات بشكل رئيسي بين منطقتين جغرافيتين مختلفتين تماماً من حيث الخصائص الهيدروجيولوجية :

.(OSS, 2020)

أ/ الخزانات الجوفية الصحراوية (النظام المائي لجنوب الصحراء المشترك - SASS) :

هو الخزان الأضخم والأكثر أهمية استراتيجيا ، ويغطي مساحة شاسعة في الجنوب الجزائري ويمتد إلى تونس وليبيا. وينقسم تقنياً إلى طبقتين أساسيتين:

المركب البيني الألبي : يعتبر من أكبر الخزانات الجوفية في العالم ، و يُعرف محلياً بطبقة (الألبي) و يقع على أعماق تتراوح بين 500 إلى 2000 متر.

المركب النهائي : تُستغل بكثافة في الواحات والمشاريع الفلاحية الكبرى في مناطق بسكرة، الوادي، وغرداية. يعتبر أقل عمقا من الألبي (بين 100 متر إلى 600 متر) ، و تُستغل بكثافة في الواحات والمشاريع الفلاحية الكبرى في مناطق بسكرة، الوادي، و غرداية .

ب/ الخزانات الجوفية في شمال الجزائر (التل والهضاب العليا) :

تتميز هذه الخزانات بأنها متجددة بفضل التساقط المطري، لكنها أصغر حجماً (OSS, 2020).

خزانات السهول الساحلية **:**مثل سهل متيجة (البليدة والجزائر العاصمة) وسهل عنابة. هي طبقات رسوبية غنية جداً لكنها تواجه خطر تداخل مياه البحر بسبب الضخ المفرط.

خزانات الهضاب العليا :مثل أحواض الشلف، قسنطينة، وسطيف. تعتبر حيوية جداً لتزويد المدن الداخلية بمياه الشرب والري التكميلي.

خزانات المناطق السهبية **:**مثل حوض عين وسارة والجلفة، حيث تلعب المياه الجوفية دوراً حاسماً في مكافحة التصحر ودعم الرعي.

2-2/ الموارد المائية غير التقليدية :

لمواجهة الشح المائي المقدر بـ 1.3 مليار متر مكعب، اتجهت الجزائر نحو الاستثمار في الحلول المائية البديلة. وتتجلى هذه الجهود في التوسع المتسارع في تشييد محطات التحلية العملاقة، إلى جانب تفعيل تقنيات تدوير المياه المستعملة. ويعد دمج هذه المياه في الدورة الاقتصادية (زراعياً وصناعياً) خطوة استراتيجية لتخفيف الضغط على الموارد الباطنية المحدودة وضمان أمن مائي مستدام(MH, 2023) .

2-3/ أبرز الموارد المائية غير التقليدية في الجزائر :

2-3-1/ تحلية مياه البحر :

بما أن الموارد المائية التقليدية كالأنهار والأمطار ترتهن لعوامل جغرافية ومناخية متقلبة يصعب التحكم فيها، فإن زيادة تدفقاتها تظل أمراً غير مضمون. لذا، اتجهت الجزائر نحو تحلية مياه البحر كبديل استراتيجي وحل عملي، مستفيدة من موقعها المتميز على حوض البحر الأبيض المتوسط بساحل يمتد طوله لـ 1200كم (العربية ،2025).

بقدرة إنتاجية تتجاوز 3.7 مليون متر مكعب يومياً، نجحت الجزائر في حجز مكانة رائدة دولياً كأول قوة إفريقية وثاني قوة عربية في تحلية مياه البحر. وتعتمد الخطة الوطنية الحالية على نشر محطات عملاقة في ولايات ساحلية محورية (وهران، تيبازة، بومرداس، بجاية، والطارف)، حيث تساهم كل محطة بـ 300 ألف متر مكعب يومياً. هذا المسار التنموي لا يهدف فقط لتغطية 42% من الطلب الوطني الحالي، بل يطمح لتحقيق قفزة نوعية لتصل التغطية إلى 60% في أفق عام 2030، لضمان الأمن المائي المستدام (العربية، 2025) (MH, 2023).

2-3-2/ معالجة المياه المستعملة :

تتبنى الجزائر رؤية شاملة لإدارة وتدوير المياه المستعملة، حيث تدير شبكة واسعة تضم أكثر من 200محطة تصفية .وتهدف هذه الإستراتيجية إلى تحويل المياه المعالجة إلى مورد اقتصادي يُستغل في الري الزراعي والعمليات الصناعية، بالتوازي مع حماية المنظومة البيئية من التلوث. وتُشير المؤشرات الوطنية إلى كفاءة عالية في البنية التحتية، حيث تتجاوز نسبة الربط بشبكات الصرف الصحي 93%، بطاقة تصفية نظرية تخطت حاجز المليار متر مكعب سنوياً، مما يعزز من قدرة البلاد على الصمود أمام تحديات الشح المائي (FAO AQUASTAT, 2022)(MH, 2023).

3/- توزيع إستعمالات المياه :

1-3/ الاستعمال الفلاحي :

يُصنف النشاط الزراعي كأبرز المجالات استنزافاً للموارد المائية في الجزائر، حيث يستحوذ وحده على قرابة 65 %من إجمالي الاستخدامات الوطنية، وهو ما يعادل تقريباً 5 مليار متر مكعب

(FAO AQUASTAT, 2022).

تعتمد منظومة إمدادات المياه في الجزائر على مزيج من المصادر المتنوعة؛ حيث تشكل المياه السطحية المعبأة عبر السدود والمنشآت المائية العمود الفقري للتزويد في الشمال، بينما تظل المياه الجوفية هي المصدر الحيوي والأساسي في المناطق الجنوبية. وبالتوازي مع ذلك، تصاعدت الأهمية الاستراتيجية للموارد غير التقليدية، لا سيما تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي، كحلول مستدامة لتغطية العجز وضمان الأمن المائي (FAO AQUASTAT, 2015) .

2-3/ الاستعمال الصناعي : تتبنى الجزائر إستراتيجية متكاملة لتنمية مواردها المائية (السطحية، الجوفية، وغير التقليدية) بهدف مواكبة الطلب المتنامي. وبينما يظل القطاع الزراعي المستهلك الأكبر ،

تتجه الدولة نحو تخصيص حصص متزايدة من المياه لا سيما المحلاة والمعالجة لدعم النشاط الصناعي، ويأتي هذا التوجه معززاً بخطط طموحة لإعادة تدوير المياه المصفاة، لضمان استدامة الموارد وتقليل الاعتماد على المصادر الطبيعية النابضة.

يُعد الماء عنصراً حيوياً في القطاع الصناعي، حيث تتعدد استخداماته لتشمل عمليات التبريد، غسيل المعدات، والتخلص من النفايات الصناعية بطرق آمنة. علاوة على ذلك، يمثل الماء مادة خاماً أساسية في العديد من الصناعات الإستراتيجية ، مثل صناعة الأدوية والمستحضرات الطبية، والمشروبات الغازية، والصناعات الغذائية .وبناءً على ذلك، ثمة علاقة طردية بين التطور الصناعي للدولة وزيادة طلبها على الموارد المائية، مما يفرض ضرورة تأمين مصادر مستدامة لدعم النمو الاقتصادي.

ترتكز الإمدادات المائية الموجهة للقطاع الصناعي في الجزائر على شبكة قوية تضم 81سداً قيد التشغيل ومنظومة متطورة من 19محطة لتحلية مياه البحر .وتبرز أهمية هذا التكامل بشكل جلي في المناطق الساحلية، حيث باتت تحلية المياه تغطي قرابة 49%من الاحتياجات المائية في بعض الأقاليم، مما يوفر بيئة مستقرة للصناعات الحيوية بعيداً عن تقلبات المناخ (FAO)(MH, 2023) .AQUASTAT, 2022)

4/- واقع الاقتصاد في الجزائر :

خاضت الجزائر مساراً تحولياً عميقاً في بنية نظامها الاقتصادي؛ فبعد عقود من تبني النهج الاشتراكي الموجه غداة استقلالها عام 1962، شرعت البلاد في الانتقال نحو اقتصاد السوق .وقد تسارعت وتيرة هذا التحول الجذري مع مطلع التسعينيات، استجابةً للمتغيرات الدولية والضروريات التنموية المحلية، بهدف تحرير المبادرة الاقتصادية وجذب الاستثمارات (RDSA, 2015).

يمر الاقتصاد الجزائري بمرحلة إعادة هيكلة جذرية تهدف إلى التحرر من "ريع المحروقات "والانتقال نحو نموذج اقتصادي متنوع ومنتج. و منذ مطلع التسعينيات، تبنت الجزائر آليات اقتصاد السوق، مما سمح بانفتاح أكبر على القطاع الخاص والاستثمارات الأجنبية. ويتميز الاقتصاد حالياً بقوة الإنفاق العمومي في البنية التحتية، مع توجه استراتيجي نحو تعزيز القطاعات خارج المحروقات كالفلاحة، الصناعات التحويلية، والمناجم (RDSA, 2015).

4-1/ واقع الصادرات الجزائرية:

تعتمد الصادرات الجزائرية بشكل أساسي على قطاع الطاقة، لكنها شهدت قفزة نوعية في السنوات الأخيرة في تنويع السلع الموجهة للخارج : (MCEPE,2024) (ONS , 2024)

4-1-1/ المحروقات :

الغاز الطبيعي والمسال : تعد الجزائر من أكبر الموردين للقارة الأوروبية.

النفط الخام والمشتقات البترولية : تمثل الحصة الأكبر من مداخيل العملة الصعبة.

4-1-2/ الصادرات خارج المحروقات (القطاع النامي):

المنتجات المنجمية والكيميائية : مثل الأسمدة (الفوسفات واليوريا) والحديد والصلب (مركب بلارة ومركب الحجار).

مواد البناء : خاصة الإسمنت، حيث تحولت الجزائر من مستورد إلى مصدر بفضل الفائض في الإنتاج.

المنتجات الفلاحية : تتصدرها التمور (دقلة نور (التي تصل إلى أكثر من 70 دولة، بالإضافة إلى الفواكه والخضروات الموسمية .

4-2/ واقع الواردات الجزائرية:

تتبع الجزائر سياسة "ترشيد الواردات" لحماية الإنتاج الوطني وتقليل عجز الميزان التجاري، وتتركز وارداتها في المجالات التالية : (MCEPE ,2024) (ONS, 2024)

4-2-1/ المواد الغذائية الإستراتيجية:

الحبوب (القمح اللين والصلب) : تعتبر الجزائر من أكبر مستوردي القمح عالمياً لتلبية الطلب المحلي الواسع (MADR, 2024).

مسحوق الحليب والزيوت الغذائية والسكر : مواد أساسية مدعمة من طرف الدولة.

4-2-2 التجهيزات والمواد الأولية:

الآلات والمعدات الصناعية : لزوم المشاريع الاستثمارية ومصانع التركيب (MCEPE, 2024).

قطع الغيار والسيارات : شهدت تذبذباً في السنوات الأخيرة قبل العودة للاستيراد المنظم وبناء مصانع محلية (مثل مصنع فيات) (MCEPE, 2024).

المواد الصيدلانية : رغم تطور الصناعة المحلية للأدوية، لا تزال الجزائر تستورد بعض الأدوية النوعية والمواد الأولية الكيميائية.

الفصل الثالث

تحليل و تقييم البصمة المائية للتجارة الخارجية في الجزائر

تمهيد :

تُعد الموارد المائية في الجزائر من أكثر الموارد إستراتيجية وحساسية، نظراً لوقوع البلاد ضمن المناطق القاحلة وشبه القاحلة التي تعاني من "إجهاد مائي" مستمر. وفي ظل التحديات المناخية الراهنة وتزايد الطلب الاقتصادي، لم يعد تقييم الموارد المائية يقتصر على حساب الأحجام المتوفرة في السدود والمجاري المائية فحسب، بل امتد ليشمل الأبعاد "الخفية" لاستهلاك المياه وتداولها عبر الحدود الدولية فيما يُعرف بتجارة المياه الافتراضية.

بناءً على الإطار النظري المذكور في الفصلين السابقين، يهدف هذا الفصل التطبيقي إلى إسقاط منهجية شبكة البصمة المائية (Water Footprint Network) على واقع التجارة الخارجية الجزائرية خلال الفترة الممتدة ما بين 2000 و2024 وسينصب التركيز على حجم المياه "المستترة" في السلع والمنتجات المتبادلة في القطاعات الحيوية التالية :الفلاحة، والتجارة الخارجية .

1/- واقع الإنتاجية من محاصيل الدراسة (2000-2024):

تُعد الإنتاجية المحرك الأساسي للنمو الاقتصادي المستدام، حيث انتقل التركيز من مجرد "زيادة الإنتاج" إلى "رفع كفاءة استغلال الموارد" حيث شهد القطاع الفلاحي تحولا جوهريا وأصبحت الإنتاجية تقاس بمدى القدرة على تحقيق الأمن الغذائي عبر رفع كميات الإنتاج .

تعتبر المحاصيل الزراعية المختارة في هذه الدراسة (التمور، البطاطس، الطماطم، البصل، والحمضيات) الركائز الأساسية للقطاع الفلاحي في الجزائر، و تشكل أيضاً المحركات الرئيسية للصادرات الفلاحية و تتصدر البطاطس، الطماطم، والبصل قائمة المحاصيل الواسعة الاستهلاك في الجزائر. فمن الناحية الكمية، شهدت هذه المحاصيل قفزة إنتاجية مكنت البلاد من تحقيق اكتفاء ذاتي بل والتوجه نحو التصدير و تعد التمور و الحمضيات واجهة المنتوج الوطني في الأسواق العالمية كما هو موضح في الجدول 1.

الجدول 1: واقع الإنتاجية (كغ/هكتار) لمحاصيل الدراسة في الجزائر (FAOSTAT ,2024)

السنة	التمر	البطاطس	الطماطم	البصل	البرتقال	الليمون
2000	3590.8	16614.3	20433.7	10000	11022.2	10885.1
2001	4189.9	14701.8	22287.2	10003.9	11868	11633.8
2002	3462.9	18377.4	22523.2	10006.1	12858.8	13817.7
2003	3821.6	21203.7	24500.4	10000	13524.6	13850.7
2004	3236	20358.5	26358.3	10006.8	14376.1	15035.7
2005	3490.7	21626.7	24362.5	10011	14655.9	14960.5
2006	3188.3	22068.9	26861.1	10000	15372.4	14398.7
2007	3295.9	18992.7	28254	10046.4	15198.6	12261.8
2008	3411.4	23639.3	28453.3	10000	14543.2	12420.7
2009	3734.1	25076.4	30835.2	10030.5	17845	16847
2010	4002.3	27052.6	33628.4	10000	12424.2	12001.8
2011	4471	29280.6	37502.1	10666.7	17297	16481.6
2012	4813.6	30429.1	36995.8	11000	16812.6	16959.9
2013	5150.1	30321.8	43342.4	11000	18716	18243
2014	5649.9	29924.7	47055.1	10946	22238.9	22198.5
2015	5934.2	29609.9	48359.3	10799.8	23197	19145.6
2016	6155	30450.6	56772.9	10912.9	18582.4	17242.7
2017	6314.3	30952.4	53646.7	11019.5	20302.5	18364.6
2018	6483.1	31091.6	58672.9	11112	24919.7	19808.4
2019	6690.9	31801.1	59124.6	10643.5	26031	21786.7
2020	6756.1	31174.4	62164.7	11219.7	25185.3	21373.8
2021	6910.3	31864.9	63740.8	10990.1	24057.7	20731.5
2022	7084.3	32880.9	66357.8	10949.7	25158.9	21382.2
2023	7380.6	33785.1	69703	11052.8	26036.1	22255.4
2024	7599.9	33944	72255.8	10997.5	26165.9	22365.6

2/- الصادرات الفلاحية (طن):

يشهد قطاع الفلاحة في الجزائر تحولاً جذرياً انتقل به من دور "تأمين الاحتياجات المحلية" إلى مرحلة "الاقتحام الفعلي للأسواق الدولية " . ولم يعد القطاع مجرد نشاط تقليدي ، بل أصبح مساهماً بارزاً في الناتج المحلي الإجمالي. و تستند قوة الصادرات الجزائرية إلى تنوع المناخ و الجودة الطبيعية للمنتجات حيث تتصدرها التمور و على رأسها (دقلة نور) أما في الخضروات أثبتت الجزائر قدرتها

التنافسية العالية في تصدير البطاطس و الطماطم و البصل خاصة الموجهة من المناطق الصحراوية ، و تشهد الحمضيات طلب متزايد في الأسواق الأوروبية بفضل خصائصها العضوية (الجدول2).

الجدول 2: واقع الصادرات (طن) في الجزائر (FAOSTAT ,2024)

السنة	التمر	البطاطس	الطماطم	البصل	البرتقال	الليمون
2000	10783	0	0	0	0	0
2001	7850	371	0	41	1	0
2002	11023	5	22	3	1	0
2003	10197	972	9	284	1	0
2004	8133	166	0	25	0	0
2005	10863	119	32	101	1	0
2006	12328	152	21	190	3	0
2007	13356	22	12	1324	1	0
2008	10055	14	7	2471	0	21
2009	12000	0	0	2784	0	21
2010	10393	48	4	0	0	21
2011	28143	407	0	3051	0	0
2012	20439	0	0	1885	0	0
2013	20682	815	1	2317	0	0
2014	26001,13	644,09	2,89	3135,68	0,65	7,6
2015	28644,95	25,59	17,18	2942,35	3,34	0,01
2016	31109,18	2621,65	129,99	2400,51	24,92	23,33
2017	46825,41	821,55	351,01	1880,03	10,48	0,98
2018	90026,29	814,68	40,95	239	26,48	11,77
2019	104097,1	1297,49	94,45	1685,84	29,95	1,5
2020	126349,8	2149,79	20,06	1019	10,41	0,85
2021	138282,5	226	1241,26	225	26,36	0,44
2022	187575,8	1634,29	2,3	111	48,09	0,72
2023	158124,6	1373,03	5,04	4,6	171,15	0,32
2024	167670,5	1071,1	5,04	321,18	48,86	1,71

2-1/ حساب البصمة المائية للصادرات الفلاحية : إن البصمة المائية تحسب وفق العلاقات التي وضعها العالم **هوكسترا** كما يلي :

البصمة المائية للمحاصيل = البصمة المائية الخضراء + البصمة المائية الزرقاء + البصمة المائية الرمادية

البصمة المائية الخضراء = احتياج المحاصيل من المياه الخضراء / الإنتاجية .

البصمة المائية الزرقاء = احتياج المحاصيل من المياه الزرقاء / الإنتاجية .

البصمة المائية الرمادية = (معدل الترشيح × معدل استخدام المواد الكيميائية) / (معيار التلوث – التركيز الطبيعي) (المجموع) / الإنتاجية .

البصمة المائية للصادرات = كمية الصادرات (طن) × البصمة المائية الكلية للمحصول (الخضراء ، الزرقاء ، الرمادية)($م^3$/طن).

معدل الترشيح: القيمة المعيارية هي 0,1 أي 10 % من الأسمدة المضافة تتسرب للمياه الجوفية (franke et al 2013) .

معدل استخدام المواد الكيميائية : معدل التسميد النيتروجيني (FAOSTAT بيانات استهلاك الأسمدة في الجزائر).

معيار التلوث(كغ/متر مكعب): يستخدم النيتروجين كملوث مرجعي و الحد الأقصى المسموح به في الجزائر هو 50 مغ/لتر وهو ما يعادل 0,05 كغ / متر مكعب (معيار الجزائر، WHO 2011) .

التركيز الطبيعي(كغ/متر مكعب): يفترض دائما أنه 0 في الحسابات التقديرية لتبسيط النموذج .

2-2 احتياج المحاصيل للمياه :

تعتمد المحاصيل الزراعية في نموها و إنتاجها على نوعين رئيسيين من المياه :

المياه الخضراء: يقصد بها مياه الأمطار المخزنة في التربة و التي تمتصها النباتات مباشرة ، و تمثل المصدر الأساسي للزراعات التي تعتمد على الأمطار(ONM).

المياه الزرقاء: تتمثل في المياه السطحية و الجوفية المستخدمة في الري و تعد ضرورية في المناطق التي تعاني من نقص تساقط الأمطار(MADR, 2024).

إن التمييز بين هذين النوعين من المياه يكتسي أهمية كبيرة في تقييم كفاءة استخدام الموارد المائية في الزراعة حيث تختلف احتياجات المحاصيل لهما حسب نوع المحصول ، المناخ ، و طبيعة التربة

المياه الرمادية: يقصد بها حجم المياه العذبة اللازمة لتخفيف تركيز الملوثات الناتجة عن الأنشطة الزراعية إلى مستويات مقبولة وفق المعايير البيئية (الجدول 3). و تنتج أساسا عن استخدام الأسمدة الكيميائية و المبيدات حيث تتسرب هذه المواد إلى التربة و المياه الجوفية أو تنجرف نحو المسطحات المائية (Hoekstra et al, 2011).

الجدول 3: الاحتياجات المائية الرمادية (متر مكعب / هكتار) (WHO, 2011),(FAOSTAT)

السنة	التمر	البطاطس	الطماطم	البصل	الحمضيات
2000	70	320	280	200	240
2001	72	328	286	204	244
2002	72	336	292	208	248
2003	74	344	298	212	252
2004	74	352	304	216	256
2005	76	360	310	220	260
2006	78	368	316	226	264
2007	80	376	322	232	268
2008	80	384	328	238	272
2009	82	392	334	244	276
2010	84	400	340	250	280
2011	86	410	346	256	286
2012	88	420	352	262	292
2013	92	430	358	268	298
2014	94	440	364	274	304
2015	96	450	370	280	310
2016	98	456	376	284	312
2017	100	462	382	288	314
2018	100	468	388	292	316
2019	102	474	394	296	318
2020	104	480	400	300	320
2021	106	482	406	302	322
2022	108	486	410	306	326
2023	108	488	416	308	328
2024	110	490	420	310	330

2-2/ حساب البصمة المائية للمحاصيل :

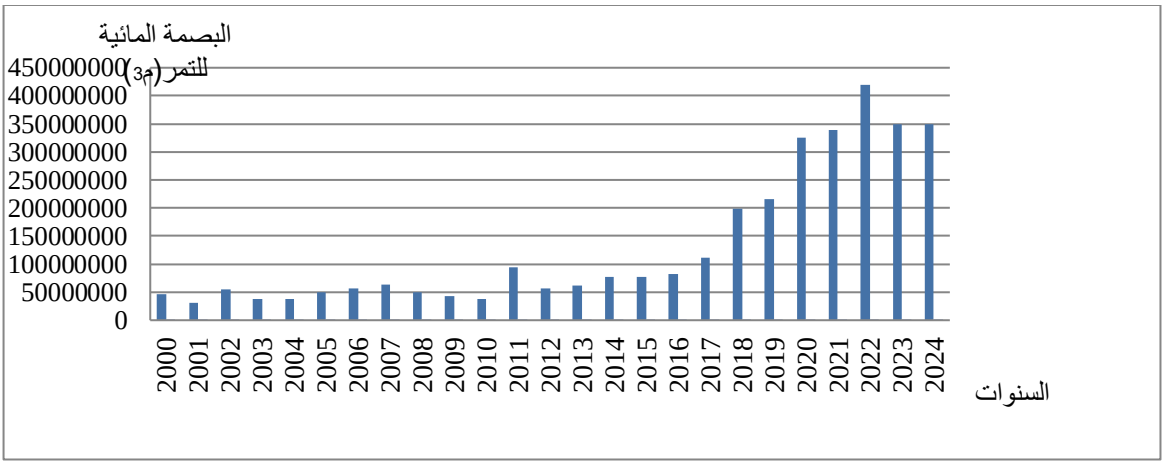
أ/ التمر:

تعتبر زراعة النخيل و إنتاج التمور ركيزة أساسية في القطاع الفلاحي للجزائر، تتركز زراعة النخيل في المناطق الواحاتية بالجنوب أبرزها ولاية بسكرة وتمتلك الجزائر ثروة وطنية تتعدى 18 مليون نخلة، تعتمد النخيل على المياه الزرقاء بشكل أساسي نظرا لمحدودية الأمطار في الجنوب الجزائر، و الجدول 4 والشكل 8 يوضحان البصمة المائية للتمر.

الجدول 4: حساب البصمة المائية للتمر(م3)

السنة	احتياج الماء الأخضر.	احتياج الماء الأزرق.	احتياج الماء الرمادي.	البصمة المائية الخضراء.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية(م3/طن).	البصمة المائية للصادرات(م3).
2000	294	15006	70	81,87591	4179,013	19,49426	4280,383	46155372,06
2001	273	16227	72	65,16446	3873,347	17,18623	3955,698	31052227,05
2002	261	16989	72	75,37035	4906,004	20,79182	5002,166	55138873,78
2003	326	13474	74	85,30458	3525,748	19,36362	3630,417	37019357,86
2004	300	14700	74	92,70705	4542,645	22,86774	4658,22	37885303,46
2005	286	15464	76	81,93199	4430,057	21,77214	4533,761	49250247,23
2006	306	14394	78	95,97591	4514,632	24,46445	4635,072	57141167,39
2007	291	15159	80	88,29151	4599,351	24,27258	4711,915	62932334,11
2008	268	16532	80	78,56012	4846,104	23,45078	4948,115	49753297,77
2009	333	13167	82	89,17812	3526,151	21,95978	3637,289	43647465,25
2010	316	13934	84	78,9546	3481,498	20,98793	3581,441	37221912,9
2011	300	14700	86	67,09908	3287,855	19,23507	3374,189	94959807,2
2012	341	12859	88	70,84095	2671,389	18,28154	2760,512	56422102,38
2013	294	15006	92	57,08627	2913,73	17,86373	2988,68	61811876,27
2014	273	16227	94	48,31944	2872,086	16,63746	2937,043	76366440,33
2015	286	15464	96	48,19521	2605,911	16,17741	2670,284	76490154,98
2016	278	15922	98	45,16653	2586,84	15,92201	2647,929	82374884,75
2017	300	14700	100	47,5112	2328,049	15,83707	2391,397	111978159,3
2018	316	13934	100	48,74211	2149,28	15,42472	2213,447	199268445,9
2019	326	13474	102	48,72289	2013,78	15,24459	2077,747	216287436,1
2020	261	16989	104	38,63176	2514,616	15,3935	2568,642	324547233,1
2021	268	16532	106	38,78269	2392,371	15,33942	2446,493	338307156,7
2022	286	15464	108	40,37096	2182,855	15,24498	2238,471	419883053
2023	278	15922	108	37,66631	2157,277	14,63296	2209,576	349388481,8
2024	286	15464	110	37,63207	2034,764	14,47387	2086,87	349906484,1

وحدة احتياج المياه(الأخضر، الأزرق، الرمادي) : متر مكعب / هكتار. و في الحساب قمنا بتحويلها للمتر مكعب / طن.

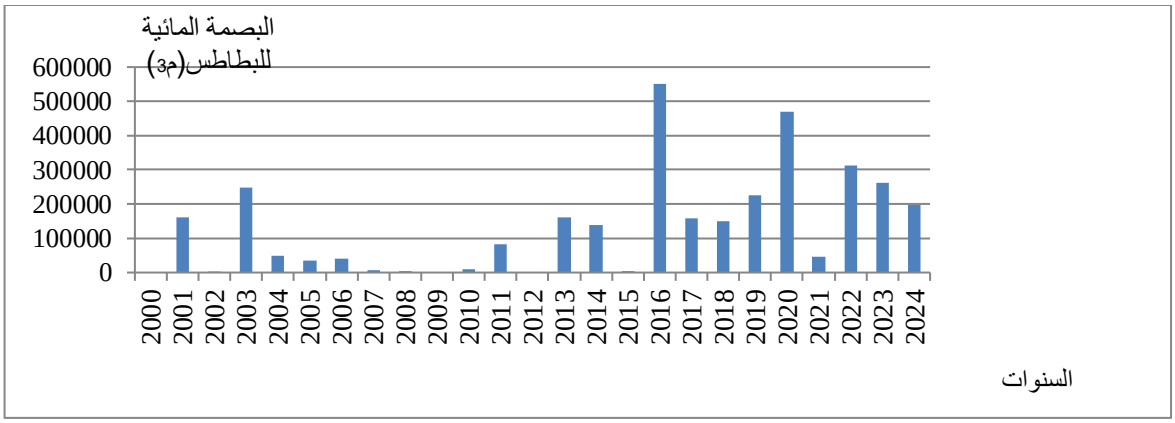


الشكل8:مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للتمر (2000-2024)

ب/ البطاطس: تعتبر البطاطس المنتج الاستراتيجي الأول في الجزائر بعد الحبوب، تتركز زراعة البطاطس في المناطق التلية (عين الدفلى) و المناطق الصحراوية (الوادي) و تعتمد في سقيها على المياه الزرقاء خاصة في منطقة الوادي و الجدول 5 و الشكل9 يوضحان بصمتها المائية.

الجدول 5: حساب البصمة المائية للبطاطس(م3)

السنة	احتياج الماء الأخضر.	احتياج الماء الأزرق.	احتياج الماء الرمادي.	البصمة المائية الخضراء.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية(م3/طن).	البصمة المائية للصادرات(م3).
2000	1618	3992	320	97,38599	240,2749	19,26052	356,9214	0
2001	1500	4550	328	102,0283	309,4859	22,31019	433,8244	160948,8634
2002	1435	4890	336	78,08504	266,0877	18,28333	362,4561	1812,280301
2003	1793	3267	344	84,56071	154,0769	16,22358	254,8612	247725,0669
2004	1650	3850	352	81,04723	189,1102	17,29008	287,4475	47716,28558
2005	1571	4204	360	72,64169	194,3893	16,64609	283,6771	33757,57744
2006	1684	3706	368	76,30648	167,9286	16,67505	260,9101	39658,34274
2007	1602	4063	376	84,3482	213,9243	19,79708	318,0696	6997,53063
2008	1473	4687	384	62,31149	198,2715	16,24414	276,8271	3875,580072
2009	1833	3117	392	73,09662	124,3001	15,63223	213,029	0
2010	1737	3488	400	64,20825	128,934	14,78601	207,9283	9980,556398
2011	1650	3850	410	56,3513	131,4864	14,00245	201,8401	82148,93137
2012	1875	2965	420	61,61865	97,43962	13,80258	172,8608	0
2013	1618	3992	430	53,36095	131,6545	14,18122	199,1966	162345,2434
2014	1500	4550	440	50,12582	152,0483	14,70357	216,8777	139688,7554
2015	1571	4204	450	53,05658	141,9795	15,19762	210,2337	5379,881391
2016	1528	4412	456	50,17964	144,8904	14,97507	210,0451	550664,7948
2017	1650	3850	462	53,30766	124,3845	14,92614	192,6183	158245,5997
2018	1737	3488	468	55,86718	112,1846	15,0523	183,1041	149171,263
2019	1793	3267	474	56,3817	102,7323	14,90514	174,0191	225788,091
2020	1435	4890	480	46,03136	156,8595	15,39725	218,2881	469273,5369
2021	1473	4687	482	46,22641	147,0897	15,12636	208,4425	47108,00913
2022	1571	4204	486	47,7785	127,8554	14,78062	190,4145	311192,5066
2023	1528	4412	488	45,22704	130,5901	14,44424	190,2614	261234,5928
2024	1571	4204	490	46,28211	123,851	14,43554	184,5687	197691,5361

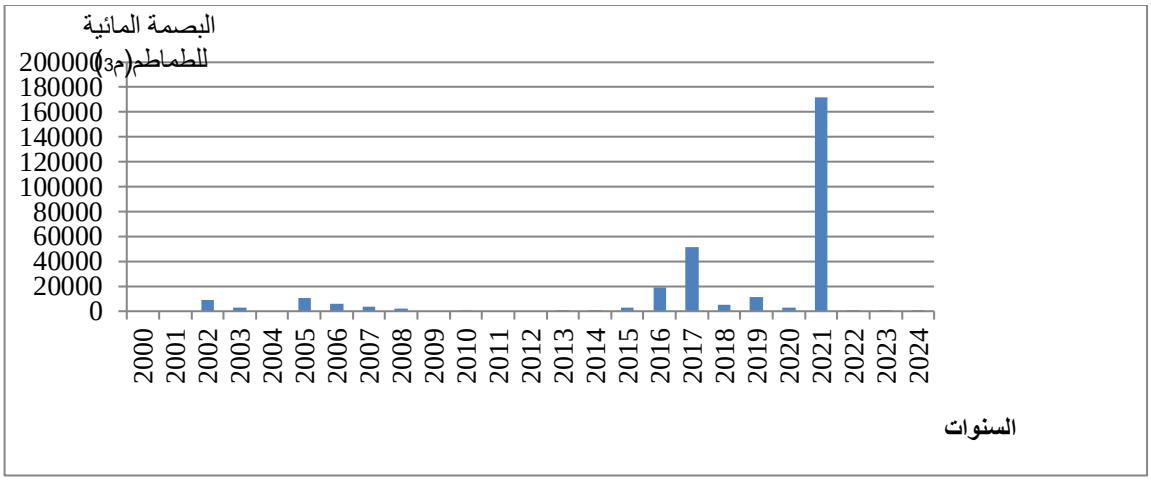


الشكل9: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبطاطس(2000-2024)

ج/ الطماطم: تعتبر الطماطم في الجزائر من أكثر المحاصيل تأثيرا في الميزان التجاري الزراعي، تتوزع زراعتها في شرق و جنوب الجزائر و تعتمد في سقيها على المياه الزرقاء في المناطق الجنوبية و المياه الخضراء في المناطق الشرقية من البلاد و الجدول 6 و الشكل 10 يوضحان بصمتها المائية.

الجدول 6: حساب البصمة المائية للطماطم(م3)

السنة	احتياج الماء الأخضر.	احتياج الماء الأزرق.	احتياج الماء الرمادي.	البصمة المائية الخضراء.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية(م3/طن).	البصمة المائية للصادرات(م3).
2000	1838	5812	280	89,94945	284,4321	13,70285	388,0844	0
2001	1705	6545	286	76,50131	293,6663	12,83248	383,0001	0
2002	1630	6995	292	72,36982	310,5687	12,96441	395,9029	8709,863607
2003	2038	4862	298	83,18232	198,4457	12,16307	293,7911	2644,120096
2004	1875	5625	304	71,13509	213,4053	11,53337	296,0737	0
2005	1786	6089	310	73,30939	249,9333	12,72447	335,9672	10750,9492
2006	1913	5437	316	71,21823	202,4117	11,76422	285,3941	5993,276523
2007	1820	5905	322	64,41566	208,997	11,39662	284,8092	3417,710767
2008	1674	6726	328	58,83325	236,3873	11,52766	306,7483	2147,237754
2009	2083	4667	334	67,55267	151,353	10,83178	229,7374	0
2010	1974	5151	340	58,70038	153,1741	10,1105	221,985	887,9399555
2011	1875	5625	346	49,9972	149,9916	9,22615	209,215	0
2012	2131	4469	352	57,60113	120,7975	9,514594	187,9132	0
2013	1838	5812	358	42,40651	134,095	8,25981	184,7613	184,7613422
2014	1705	6545	364	36,23412	139,0923	7,735612	183,062	529,049136
2015	1786	6089	370	36,93188	125,9117	7,651062	170,4946	2929,097402
2016	1736	6364	376	30,57797	112,0957	6,622878	149,2966	19407,06288
2017	1875	5625	382	34,95089	104,8527	7,120662	146,9242	51571,87339
2018	1974	5151	388	33,64415	87,79181	6,612934	128,0489	5243,602242
2019	2038	4862	394	34,46958	82,23311	6,663893	123,3666	11651,97397
2020	1630	6995	400	26,22067	112,5237	6,43452	145,1789	2912,287842
2021	1674	6726	406	26,26261	105,5211	6,369547	138,1533	171484,1288
2022	1786	6089	410	26,9147	91,76012	6,178626	124,8534	287,1629258
2023	1736	6364	416	24,90567	91,30167	5,968179	122,1755	615,7646012
2024	1786	6089	420	24,71774	84,27005	5,812682	114,8005	615,7646012

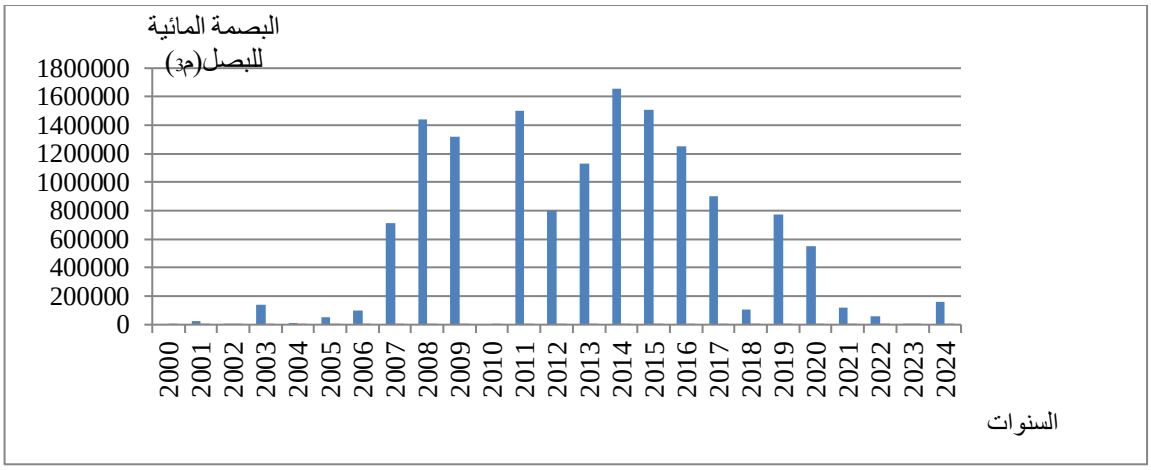


الشكل10: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للطماطم(2000-2024)

د/ البصل:يعتبر البصل من المحاصيل ذات الإنتاجية العالية خاصة في منطقة عين الدفلى و معسكر ويعتمد في سقيه على المياه الخضراء شتويا و الزرقاء صيفا والجدول7 والشكل11 يوضح بصمته المائية.

الجدول 7: حساب البصمة المائية للبصل(م3)

السنة	احتياج الماء الأخضر.	احتياج الماء الأزرق.	احتياج الماء الرمادي.	البصمة المائية الخضراء.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية(م3/طن).	البصمة المائية للصادرات(م3).
2000	1961	3139	200	196,1	313,9	20	530	0
2001	1818	3682	204	181,7291	368,0565	20,39205	570,1776	23377,28286
2002	1739	4011	208	173,794	400,8555	20,78732	595,4368	1786,310351
2003	2174	2426	212	217,4	242,6	21,2	481,2	136660,8
2004	2000	3000	216	199,8641	299,7961	21,58532	521,2456	13031,13883
2005	1905	3345	220	190,2907	334,1325	21,97583	546,399	55186,29508
2006	2041	2859	226	204,1	285,9	22,6	512,6	97394
2007	1942	3208	232	193,3031	319,3184	23,09285	535,7143	709285,7143
2008	1786	3814	238	178,6	381,4	23,8	583,8	1442569,8
2009	2222	2278	244	221,5244	227,1073	24,32581	472,9575	1316713,623
2010	2105	2645	250	210,5	264,5	25	500	0
2011	2000	3000	256	187,4994	281,2491	23,99993	492,7485	1503375,552
2012	2273	2127	262	206,6364	193,3636	23,81818	423,8182	798897,2727
2013	1961	3139	268	178,2727	285,3636	24,36364	488	1130696
2014	1818	3682	274	166,0881	336,3786	25,03198	527,4986	1654066,903
2015	1905	3345	280	176,3922	309,728	25,92641	512,0465	1506620,076
2016	1852	3548	284	169,7074	325,1198	26,02425	520,8515	1250309,161
2017	2000	3000	288	181,4964	272,2447	26,13549	479,8766	902182,3713
2018	2105	2645	292	189,4348	238,031	26,2779	453,7437	108444,7444
2019	2174	2426	296	204,2561	227,9325	27,8104	459,9991	775484,8161
2020	1739	4011	300	154,9952	357,4962	26,73868	539,2301	549475,4762
2021	1786	3814	302	162,5099	347,0396	27,47928	537,0288	120831,4756
2022	1905	3345	306	173,9774	305,4878	27,94597	507,4112	56322,63898
2023	1852	3548	308	167,5594	321,0046	27,86624	516,4302	2375,579039
2024	1905	3345	310	173,2212	304,16	28,18822	505,5694	162378,7952

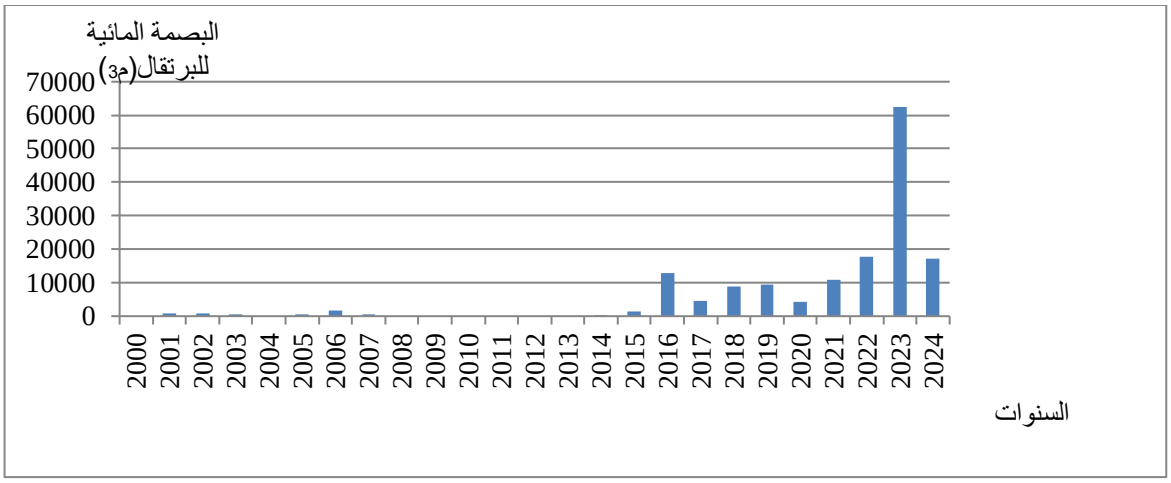


الشكل11: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبصل(2000-2024)

هـ/ البرتقال: يعتبر البرتقال من أهم المحاصيل الدائمة في الجزائر، تتركز زراعة البرتقال في المناطق الوسطى و الغربية (متيجة و الشلف) و يعتمد البرتقال على المياه الزرقاء في فترات الجفاف الصيفي و المياه الخضراء شتويا كما هو مبين في الجدول 8 و الشكل 12.

الجدول 8: حساب البصمة المائية للبرتقال(م3)

السنة	احتياج الماء الأخضر.	احتياج الماء الأزرق.	احتياج الماء الرمادي.	البصمة المائية الخضراء.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية(م3/طن).	البصمة المائية للصادرات(م3).
2000	3750	4920	240	340,2225	446,3719	21,77424	808,3686	0
2001	3477	5873	244	292,9727	494,8601	20,55949	808,3923	808,3923155
2002	3326	6449	248	258,6556	501,5242	19,2864	779,4662	779,4662021
2003	4158	3662	252	307,4398	270,7659	18,63271	596,8384	596,8383538
2004	3825	4675	256	266,0666	325,1925	17,80733	609,0664	0
2005	3643	5282	260	248,5688	360,4009	17,7403	626,7101	626,7100622
2006	3903	4427	264	253,8966	287,9837	17,17364	559,0539	1677,161666
2007	3714	5041	268	244,3646	331,6753	17,6332	593,6731	593,6731015
2008	3415	6105	272	234,8176	419,7838	18,7029	673,3044	0
2009	4250	3400	276	238,162	190,5296	15,46652	444,158	0
2010	4026	4049	280	324,045	325,8962	22,53666	672,4779	0
2011	3825	4675	286	221,1366	270,2781	16,53466	507,9494	0
2012	4347	3133	292	258,5561	186,3483	17,36793	462,2723	0
2013	3750	4920	298	200,3633	262,8767	15,92221	479,1622	0
2014	3477	5873	304	156,3477	264,0868	13,66974	434,1042	282,1677331
2015	3643	5282	310	157,0462	227,7019	13,3638	398,1118	1329,693495
2016	3542	5638	312	190,6105	303,4054	16,79008	510,8059	12729,28362
2017	3825	4675	314	188,4004	230,2672	15,46608	434,1337	4549,721463
2018	4026	4049	316	161,5589	162,4819	12,68073	336,7215	8916,386634
2019	4158	3662	318	159,7326	140,6784	12,2162	312,6273	9363,186201
2020	3326	6449	320	132,0612	256,0621	12,70582	400,8291	4172,630463
2021	3415	6105	322	141,9504	253,7649	13,38449	409,0998	10783,87044
2022	3643	5282	326	144,7997	209,9456	12,95764	367,7029	17682,83152
2023	3542	5638	328	136,0419	216,5455	12,59789	365,1853	62501,45759
2024	3643	5282	330	139,227	201,8658	12,61183	353,7046	17282,00826

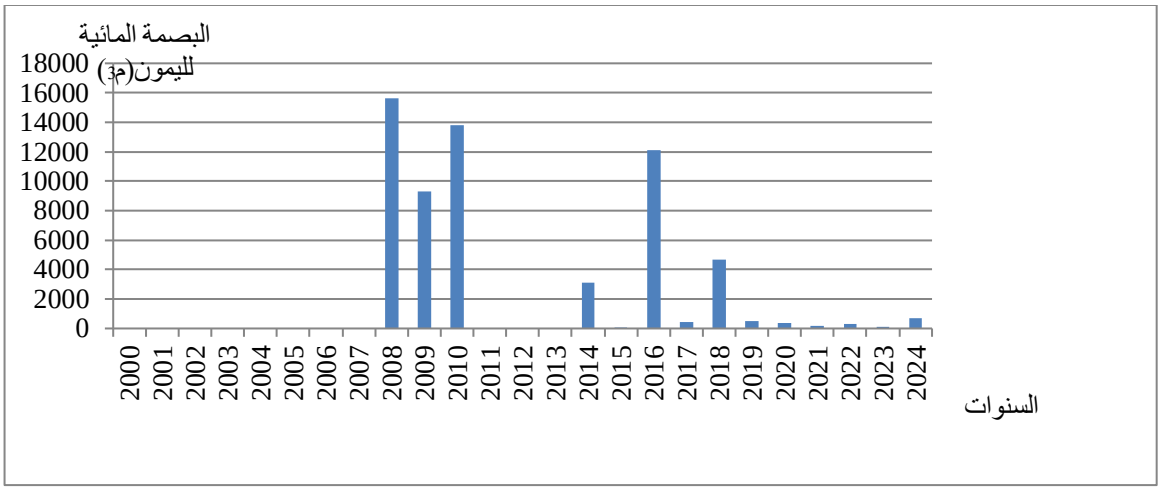


الشكل12: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبرتقال(2000-2024)

و/ الليمون: يعتبر الليمون من أهم المحاصيل ضمن عائلة الحمضيات في الجزائر، تتركز زراعة الليمون في المناطق الساحلية و يعتمد على المياه الخضراء و الزرقاء كما هو مبين في الجدول 9 و الشكل 13.

الجدول 9: حساب البصمة المائية لليمون(م3)

السنة	احتياج الماء الأخضر.	احتياج الماء الأزرق.	احتياج الماء الرمادي.	البصمة المائية الخضراء.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية(م3/طن).	البصمة المائية للصادرات(م3).
2000	3529	4631	240	324,2046	425,444	22,04849	771,6971	0
2001	3273	5527	244	281,3354	475,0812	20,97337	777,39	0
2002	3130	6070	248	226,5211	439,2916	17,94799	683,7607	0
2003	3913	3447	252	282,5128	248,8683	18,19403	549,5751	0
2004	3600	4400	256	239,4302	292,6369	17,02614	549,0932	0
2005	3429	4971	260	229,2036	332,275	17,3791	578,8577	0
2006	3673	4167	264	255,0925	289,4011	18,33499	562,8286	0
2007	3495	4745	268	285,0316	386,9742	21,8565	693,8622	0
2008	3214	5746	272	258,7616	462,6148	21,89893	743,2753	15608,78211
2009	4000	3200	276	237,431	189,9448	16,38274	443,7585	9318,929186
2010	3789	3811	280	315,7026	317,5357	23,32983	656,5682	13787,93181
2011	3600	4400	286	218,4254	266,9644	17,35268	502,7425	0
2012	4091	2949	292	241,216	173,8807	17,21708	432,3139	0
2013	3529	4631	298	193,4441	253,8508	16,33503	463,6299	0
2014	3273	5527	304	147,4424	248,9808	13,69462	410,1178	3116,895286
2015	3429	4971	310	179,1012	259,6419	16,19171	454,9348	4,549348153
2016	3333	5307	312	193,2992	307,7824	18,09461	519,1762	12112,38147
2017	3600	4400	314	196,0293	239,5914	17,09811	452,7188	443,6644414
2018	3789	3811	316	191,2825	192,3931	15,95283	399,6284	4703,626744
2019	3913	3447	318	179,605	158,2158	14,59606	352,4168	528,6252622
2020	3130	6070	320	146,441	283,9926	14,9716	445,4051	378,5943538
2021	3214	5746	322	155,0298	277,1628	15,53192	447,7245	196,99877
2022	3429	4971	326	160,367	232,4831	15,24633	408,0965	293,8294469
2023	3333	5307	328	149,7614	238,459	14,738	402,9584	128,9466826
2024	3429	4971	330	153,3158	222,261	14,7548	390,3316	667,4670029



الشكل13: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية لليمون(2000-2024)

3/- الواردات الفلاحية (طن): تميزت التجارة الجزائرية خلال العقدين الماضيين بارتباط وثيق بالأسواق الزراعية العالمية، حيث شكلت الواردات الفلاحية وعلى رأسها الحبوب و البقوليات الجافة صمام الأمان لتلبية الطلب الداخلي المتزايد (الجدول 10).

الجدول 10: الواردات الجزائرية (طن) (FAOSTAT, 2024)

السنة	عدس	أرز	أناناس	الموز	بن أخضر	تفاح	ذرة	شعير	قمح	فاصوليا
2000	72101	68190,65	12	0	106505	0	1481981	569893	5367044	36768
2001	46658	38590,6	275	85438	87026	7697	1678722	340088	4538000	44595
2002	62955	96277,7	313	231471	110586	43647	1877881	593146	5998039	52906
2003	66500	60205,7	55	223334	104814	49968	1544210	90302	5182777	45175
2004	38924	70801,95	61	204621	128994	59354	1790349	38156	5034447	56106
2005	86173	53674,85	75	157082	112804	75836	2377057	142528	5683349	47872
2006	55799	66887,35	97	147159	109792	82691	2194161	143863	4966229	42556
2007	66661	72917,95	197	162630	117000	91365	2282885	56821	4855881	54030
2008	61094	96300,2	298	163894	125786	92565	2199318	324034	6486531	64785
2009	60555	74786,7	341	179578	122775	118388	1994807	105336	5719728	51220
2010	85436	104059,5	255	57804	69159	109905	2588335	160000	5057377	50421
2011	93432	86427,1	729	245285	115684	128620	3153350	385153	7454603	81621
2012	46484	110094,3	811	221668	126461	124555	3041015	401781	6347232	54289
2013	82010	120853,4	878	273997	126643	113740	3218998	514798	6304734	62858
2014	64738,78	116746,1	738,37	263332,1	128236,7	152428,8	4108043	770222,4	7417000	54796,65
2015	91186,34	111382,7	391,7	245652,2	128732,8	141806,7	4417613	756142,7	8504848	64761,75
2016	58481,27	109340	14	196825,1	138298,1	62140,08	4115551	879215,5	8225654	63271,07
2017	90540,12	128880,9	40	95874,36	130311,9	60000	4141523	541558,3	8079164	56271,11
2018	72753,36	150083,6	3,25	60241	115000	55000	4124599	370032	8422057	70041,76
2019	75439,85	123171,3	102,96	206603	121434,2	14210	5303612	413639,8	6810745	70911,81
2020	69684,49	140419,4	309,95	284497,1	125889,4	4373	5010405	840319,7	7053568	46274,9
2021	78028,95	135695,7	355,54	201719	141949,4	305	3669652	763386,6	8029360	87316,75
2022	83436,06	177684,9	234,57	97845,92	100014,9	751	3807287	400720	7017241	76203,93
2023	163155,9	225063	65,55	194700	142842,1	4,07	4200105	225326,3	5836218	45885,25
2024	122581,5	212154,2	55,61	180438,5	71396,16	192,53	4950595	782938,9	6922844	54843,81

3-1/ البصمة المائية للواردات الفلاحية: تحسب البصمة المائية للواردات وفق العلاقة الموضحة من قبل **هوكسترا** كما يلي :

البصمة المائية للواردات = كمية الواردات (طن) × البصمة المائية للمحصول (الخضراء، الزرقاء، الرمادية)(م3/طن).

3-2/البصمة المائية للمحاصيل :

نظرا لتعدد مصادر الاستيراد لدولة الجزائر تم الاعتماد في حساب البصمة المائية للواردات على المتوسط العالمي للبصمة المائية وفقا لقاعدة بيانات شبكة البصمة المائية (الجدول 11)، هذا الخيار يضمن استقرار الفترة الزمنية المدروسة و يسمح بقياس حجم المياه الافتراضية المستوردة.

الجدول 11: البصمة المائية للمحاصيل (م3/طن) (Mekonnen, 2011)

المحصول	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
القمح	1277	342	207	1827
الشعير	1232	228	184	1644
الذرة	947	81	194	1222
الأرز	1146	341	187	1673
الفاصوليا	3945	125	983	5053
العدس	4324	489	1060	5874
البن الأخضر	15249	116	532	15897
الأناناس	215	9	31	255
التفاح	561	133	127	822
الموز	660	97	33	790

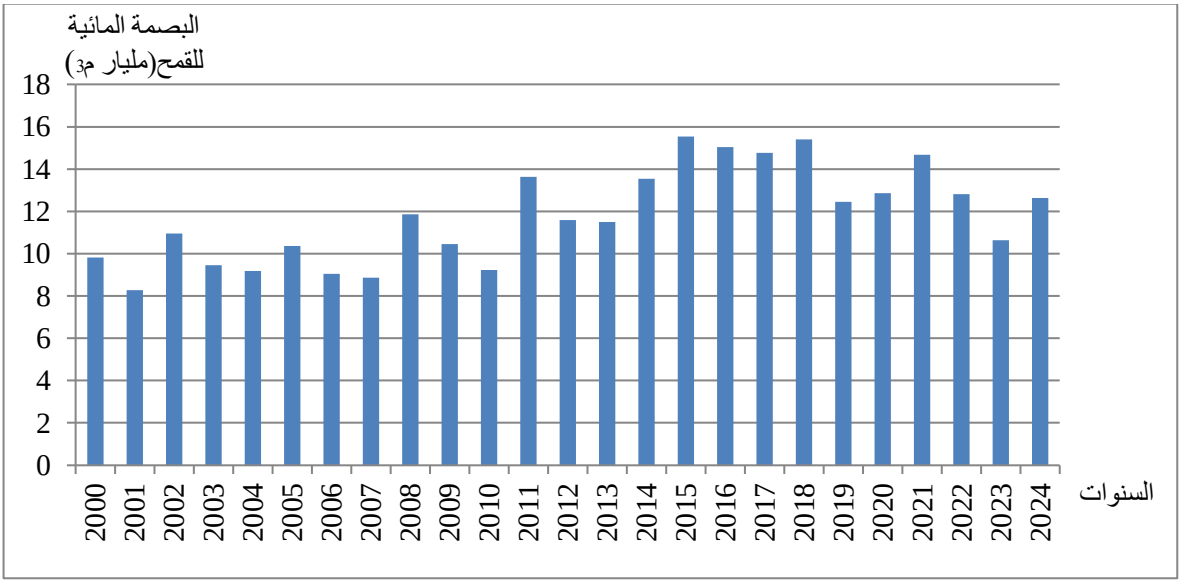
3-3/حساب البصمة المائية للواردات الفلاحية :

أ/ القمح:

يشكل القمح بمشتقاته المادة الأساسية في الهيكل الاستهلاكي الجزائري، بمتوسط سنوي يقدر بنحو10 مليون طن. ويعكس هذا المستوى العالي من الاستهلاك المادي ضرورة استيراد كميات هائلة لتغطية العجز الإنتاجي، وهو ما يفسر تصنيف الجزائر كواحدة من أضخم القوى المستوردة للحبوب دولياً و الجدول 12 و الشكل 14 يوضحان البصمة المائية للقمح.

الجدول 12: حساب البصمة المائية للقمح (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	6853715188	1835529048	1110978108	9800222344
2001	5795026000	1551996000	939366000	8286388000
2002	7659495803	2051329338	1241594073	10952419214
2003	6618406229	1772509734	1072834839	9463750802
2004	6428988819	1721780874	1042130529	9192900222
2005	7257636673	1943705358	1176453243	10377795274
2006	6341874433	1698450318	1028009403	9068334154
2007	6200960037	1660711302	1005167367	8866838706
2008	8283300087	2218393602	1342711917	11844405606
2009	7304092656	1956146976	1183983696	10444223328
2010	6458270429	1729622934	1046877039	9234770402
2011	9519528031	2549474226	1543102821	13612105078
2012	8105415264	2170753344	1313877024	11590045632
2013	8051145318	2156219028	1305079938	11512444284
2014	9471508579	2536613887	1535318932	13543441397
2015	10860690411	2908657886	1760503457	15529851754
2016	10504160784	2813173836	1702710479	15020045099
2017	10317092428	2763074088	1672386948	14752553464
2018	10754966738	2880343480	1743365791	15378676009
2019	8697321480	2329274821	1409824234	12436420534
2020	9007406081	2412320188	1460088535	12879814803
2021	10253492503	2746041062	1662077485	14661611050
2022	8961016425	2399896333	1452568833	12813481591
2023	7452850194	1995986505	1208097095	10656933794
2024	8840471354	2367612532	1433028638	12641112523

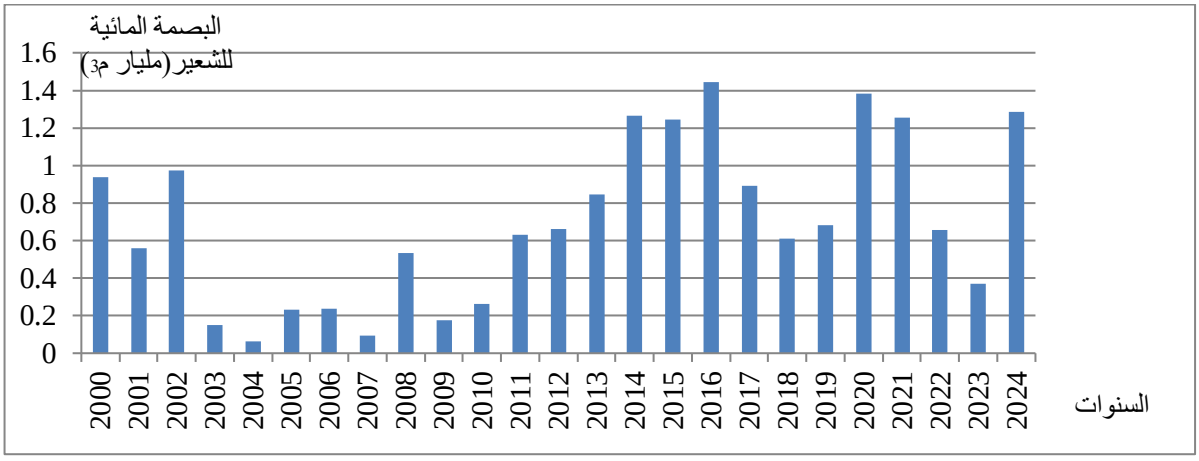


الشكل14: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للقمح (2000-2024)

ب/الشعير: يُعتبر الشعير الركيزة الأساسية والمدخل الحيوي لقطاع الثروة الحيوانية في الجزائر، فضلاً عن كونه عنصراً جوهرياً في النظم الغذائية السائدة بالمناطق السهبية والريفية و يمثل الجدول 13 و الشكل 15 بصمته المائية.

الجدول 13: حساب البصمة المائية للشعير (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	702108176	129935604	104860312	936904092
2001	418988416	77540064	62576192	559104672
2002	730755872	135237288	109138864	975132024
2003	111252064	20588856	16615568	148456488
2004	47008192	8699568	7020704	62728464
2005	175594496	32496384	26225152	234316032
2006	177239216	32800764	26470792	236510772
2007	70003472	12955188	10455064	93413724
2008	399209888	73879752	59622256	532711896
2009	129773952	24016608	19381824	173172384
2010	197120000	36480000	29440000	263040000
2011	474508496	87814884	70868152	633191532
2012	494994192	91606068	73927704	660527964
2013	634231136	117373944	94722832	846327912
2014	948913959,8	175610700	141720916	1266245576
2015	931567769,4	172400529	139130251	1243098549
2016	1083193447	200461125	161775645	1445430216
2017	667199850,2	123475297	99646730,9	890321878,1
2018	455879424	84367296	68085888	608332608
2019	509604221,3	94309872,1	76109721,4	680023814,8
2020	1035273833	191592885	154618819	1381485537
2021	940492303,5	174052147	140463136	1255007587
2022	493687027,7	91364157,7	73732478,2	658783663,6
2023	277601952,3	51374387,3	41460031,8	370436371,4
2024	964580712,5	178510067	144060756	1287151535



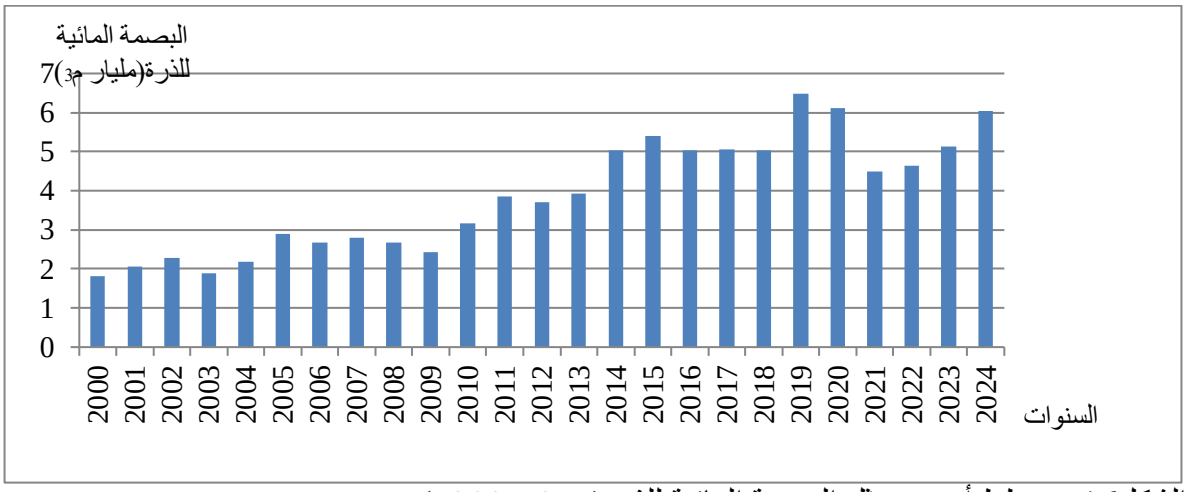
الشكل15: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للشعير(2000-2024)

ج/ الذرة:

تُصنف الذرة كأحد أهم الموارد المائية الافتراضية المستوردة في الجزائر بعد القمح، إذ تعد من الاستخدامات الأساسية في أغذية الأنعام و الدواجن و يبين الجدول 14 و الشكل 16 بصمتها المائية.

الجدول 14: حساب البصمة المائية للذرة ($م^3$)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	1403436007	120040461	287504314	1810980782
2001	1589749734	135976482	325672068	2051398284
2002	1778353307	152108361	364308914	2294770582
2003	1462366870	125081010	299576740	1887024620
2004	1695460503	145018269	347327706	2187806478
2005	2251072979	192541617	461149058	2904763654
2006	2077870467	177727041	425667234	2681264742
2007	2161892095	184913685	442879690	2789685470
2008	2082754146	178144758	426667692	2687566596
2009	1889082229	161579367	386992558	2437654154
2010	2451153245	209655135	502136990	3162945370
2011	2986222450	255421350	611749900	3853393700
2012	2879841205	246322215	589956910	3716120330
2013	3048391106	260738838	624485612	3933615556
2014	3890316399	332751455	796960276	5020028131
2015	4183479672	357826667	857016955	5398323294
2016	3897426456	333359602	798416824	5029202882
2017	3922022082	335463346	803455421	5060940849
2018	3905995196	334092514	800172194	5040259905
2019	5022520327	429592552	1028900680	6481013559
2020	4744853185	405842775	972018498	6122714458
2021	3475160008	297241775	711912399	4484314182
2022	3605500410	308390215	738613600	4652504225
2023	3977499094	340208476	814820300	5132527870
2024	4688213257	400998177	960415387	6049626821



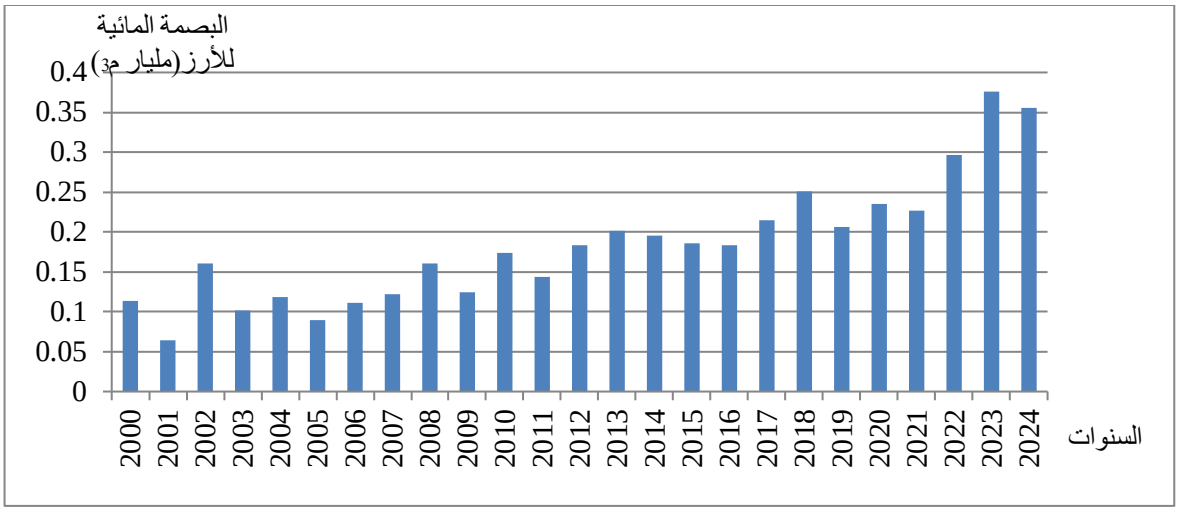
الشكل16: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للذرة(2000-2024)

د/ الأرز:

يعتبر الأرز نموذجاً لاستيراد المياه الافتراضية في الجزائر، حيث استُبدل إنتاجه المحلي المكلف مائياً بالاستيراد لتغطية الاحتياجات المتزايدة. وتُثبت هذه الحالة الدراسية كيف تساهم التجارة الخارجية في حماية الموارد المائية المحلية من خلال استيراد محاصيل ذات بصمة مائية عالية وتوطينها في العادات الاستهلاكية كما يبينه الجدول 15 و الشكل 17.

الجدول 15: حساب البصمة المائية للأرز ($م^3$)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	78146484,9	23253011,7	12751651,6	114151148,1
2001	44224827,6	13159394,6	7216442,2	64600664,4
2002	110334244,2	32830695,7	18003929,9	161168869,8
2003	68995732,2	20530143,7	11258465,9	100784341,8
2004	81139034,7	24143465	13239964,7	118522464,3
2005	61511378,1	18303123,9	10037197	89851698,9
2006	76652903,1	22808586,4	12507934,5	111969423,9
2007	83563970,7	24865021	13635656,7	122064648,3
2008	110360029,2	32838368,2	18008137,4	161206534,8
2009	85705558,2	25502264,7	13985112,9	125192935,8
2010	119252187	35484289,5	19459126,5	174195603
2011	99045456,6	29471641,1	16161867,7	144678965,4
2012	126168067,8	37542156,3	20587634,1	184297858,2
2013	138497939,1	41210992,4	22599576,5	202308507,9
2014	133791076,4	39810433,7	21831528,2	195433038,4
2015	127644562,7	37981497,3	20828563	186454623,1
2016	125303628,5	37284936,6	20446578,1	183035143,3
2017	147697499,9	43948383,5	24100726,4	215746609,9
2018	171995748,3	51178490,6	28065623,9	251239862,7
2019	141154321,3	42001416,7	23033035	206188772,9
2020	160920655,3	47883022,2	26258431,5	235062109,1
2021	155507295,1	46272240,5	25375099,6	227154635,3
2022	203626895,4	60590550,9	33227076,3	297444522,6
2023	257922209,5	76746486,4	42086782,9	376755478,7
2024	243128747,6	72344592,4	39672841	355146181

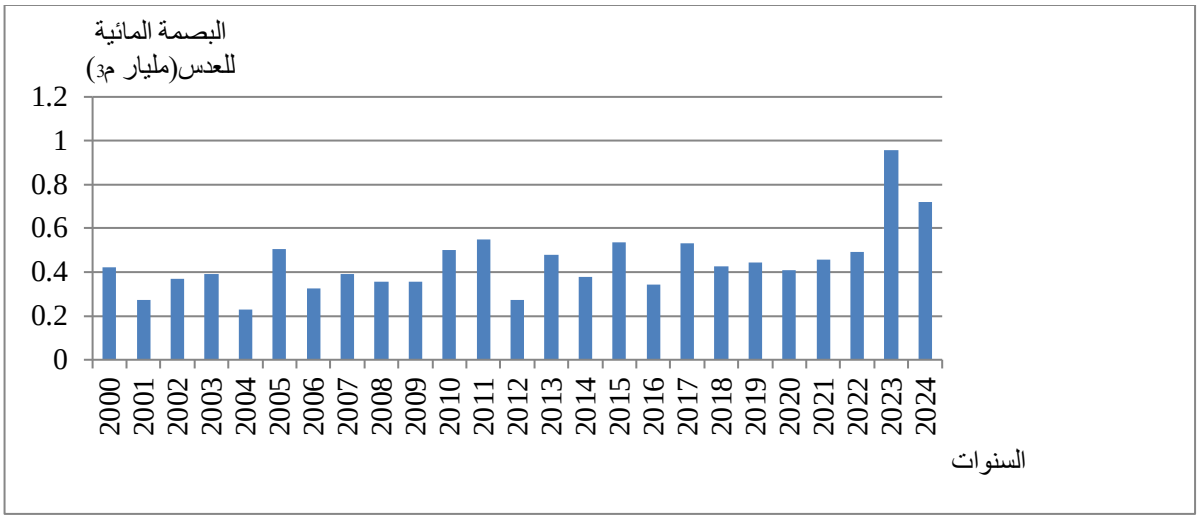


الشكل17: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأرز(2000-2024)

هـ/ العدس: يعتبر العدس من أهم البقوليات في الغذاء الجزائري، تستهلك الجزائر عشرات الآلاف من الأطنان سنويا كما يعتبر من الأغذية ذات البصمة المائية العالية كما هو موضح في الجدول16الشكل 18.

الجدول 16: حساب البصمة المائية للعدس (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	311764724	35257389	76427060	423449173
2001	201749192	22815762	49457480	274022434
2002	272217420	30784995	66732300	369734715
2003	287546000	32518500	70490000	390554500
2004	168307376	19033836	41259440	228600652
2005	372612052	42138597	91343380	506094029
2006	241274876	27285711	59146940	327707527
2007	288242164	32597229	70660660	391500053
2008	264170456	29874966	64759640	358805062
2009	261839820	29611395	64188300	355639515
2010	369425264	41778204	90562160	501765628
2011	403999968	45688248	99037920	548726136
2012	200996816	22730676	49273040	273000532
2013	354611240	40102890	86930600	481644730
2014	279930484,7	31657263,4	68623106,8	380210854,9
2015	394289734,2	44590120,3	96657520,4	535537374,8
2016	252873011,5	28597341	61990146,2	343460498,7
2017	391495478,9	44274118,7	95972527,2	531742124,8
2018	314585528,6	35576393	77118561,6	427280483,3
2019	326201911,4	36890086,7	79966241	443058239,1
2020	301315734,8	34075715,6	73865559,4	409257009,8
2021	337397179,8	38156156,6	82710687	458264023,4
2022	360777523,4	40800233,3	88442223,6	490019980,4
2023	705485981,9	79783220,4	172945222	958214424,5
2024	530042233	59942333,9	129936348	719920914,6

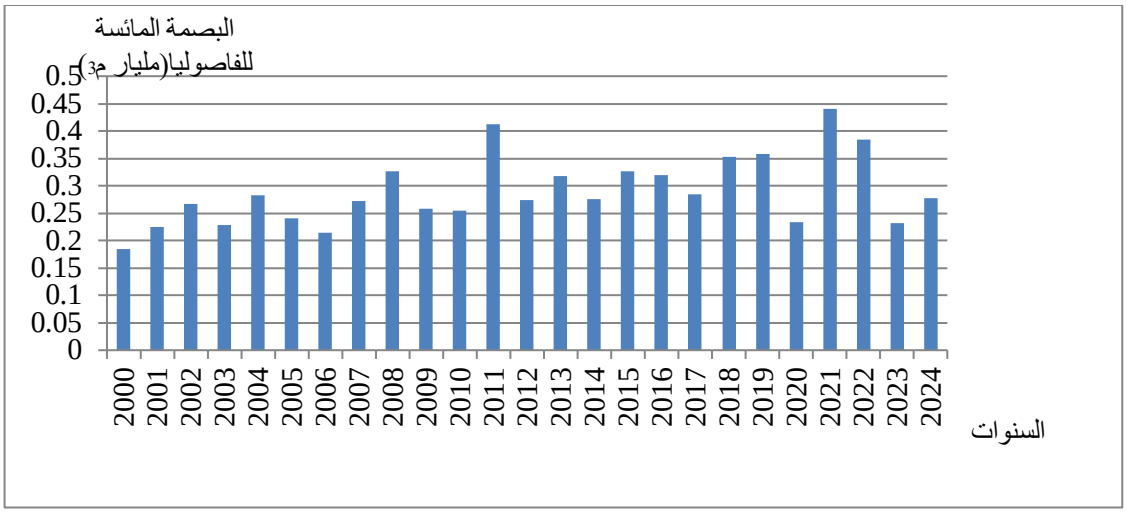


الشكل18: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للعدس(2000-2024)

و/ الفاصوليا: تعتبر الفاصوليا عنصرا حيويا في نظامنا الغذائي، و تساهم المياه الخضراء بشكل كبير في إنتاجها كونها تعتمد على مياه الأمطار و يبين الجدول 17 و الشكل 19 بصمتها المائية.

الجدول 17: حساب البصمة المائية للفاصوليا (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	145049760	4596000	36142944	185788704
2001	175927275	5574375	43836885	225338535
2002	208714170	6613250	52006598	267334018
2003	178215375	5646875	44407025	228269275
2004	221338170	7013250	55152198	283503618
2005	188855040	5984000	47058176	241897216
2006	167883420	5319500	41832548	215035468
2007	213148350	6753750	53111490	273013590
2008	255576825	8098125	63683655	327358605
2009	202062900	6402500	50349260	258814660
2010	198910845	6302625	49563843	254777313
2011	321994845	10202625	80233443	412430913
2012	214170105	6786125	53366087	274322317
2013	247974810	7857250	61789414	317621474
2014	216172784,3	6849581,25	53865107	276887472,5
2015	255485103,8	8095218,75	63660800,3	327241122,8
2016	249604371,2	7908883,75	62195461,8	319708716,7
2017	221989529	7033888,75	55314501,1	284337918,8
2018	276314743,2	8755220	68851050,1	353921013,3
2019	279747090,5	8863976,25	69706309,2	358317375,9
2020	182554480,5	5784362,5	45488226,7	233827069,7
2021	344464578,8	10914593,8	85832365,3	441211537,8
2022	300624503,9	9525491,25	74908463,2	385058458,3
2023	181017311,3	5735656,25	45105200,8	231858168,3
2024	216358830,5	6855476,25	53911465,2	277125771,9

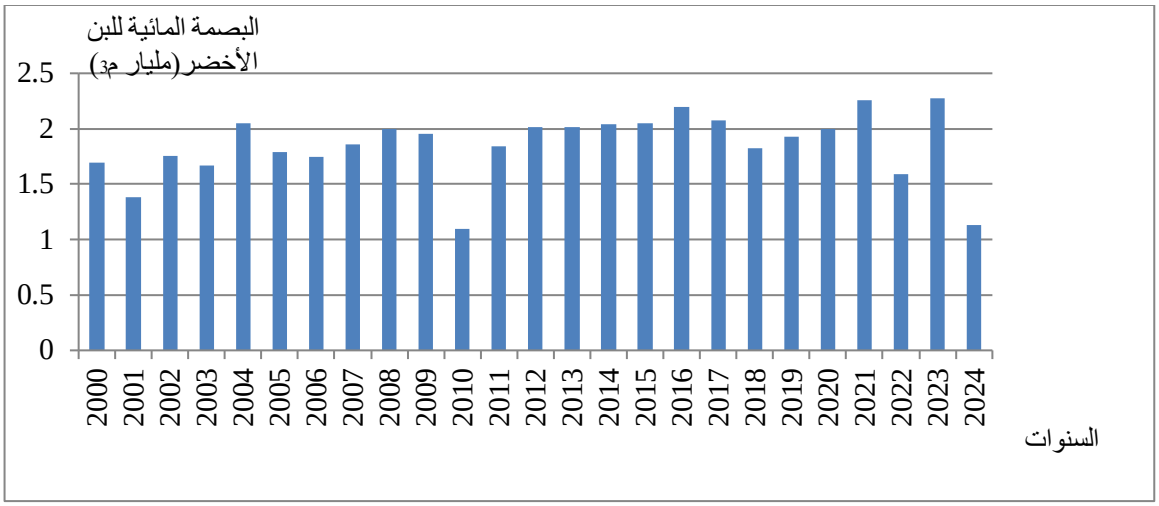


الشكل19: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للفاصوليا(2000-2024)

ز/ البن الأخضر: تستهلك الجزائر مئات الآلاف من البن الأخضر سنويا و تعتبر من أكثر الزراعات استهلاكا للمياه و هو ما يجعل الجزائر تلجأ لاستيرادها و الجدول 18 و الشكل 20 يبينان بصمته المائية.

الجدول 18: حساب البصمة المائية للبن الأخضر (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	1624094745	12354580	56660660	1693109985
2001	1327059474	10095016	46297832	1383452322
2002	1686325914	12827976	58831752	1757985642
2003	1598308686	12158424	55761048	1666228158
2004	1967029506	14963304	68624808	2050617618
2005	1720148196	13085264	60011728	1793245188
2006	1674218208	12735872	58409344	1745363424
2007	1784133000	13572000	62244000	1859949000
2008	1918110714	14591176	66918152	1999620042
2009	1872195975	14241900	65316300	1951754175
2010	1054605591	8022444	36792588	1099420623
2011	1764065316	13419344	61543888	1839028548
2012	1928403789	14669476	67277252	2010350517
2013	1931179107	14690588	67374076	2013243771
2014	1955481133	14875454,9	68221913,8	2038578502
2015	1963046772	14933007,1	68485860,2	2046465640
2016	2108906964	16042573,8	73574562,6	2198524101
2017	1987125401	15116174,6	69325904,2	2071567479
2018	1753635000	13340000	61180000	1828155000
2019	1851750268	14086368,4	64602999,7	1930439636
2020	1919687918	14603173,9	66973176,8	2001264269
2021	2164586858	16466133,9	75517096,8	2256570089
2022	1525126600	11601723,8	53207905,5	1589936229
2023	2178198573	16569679	75991975,9	2270760228
2024	1088720044	8281954,56	37982757,1	1134984756

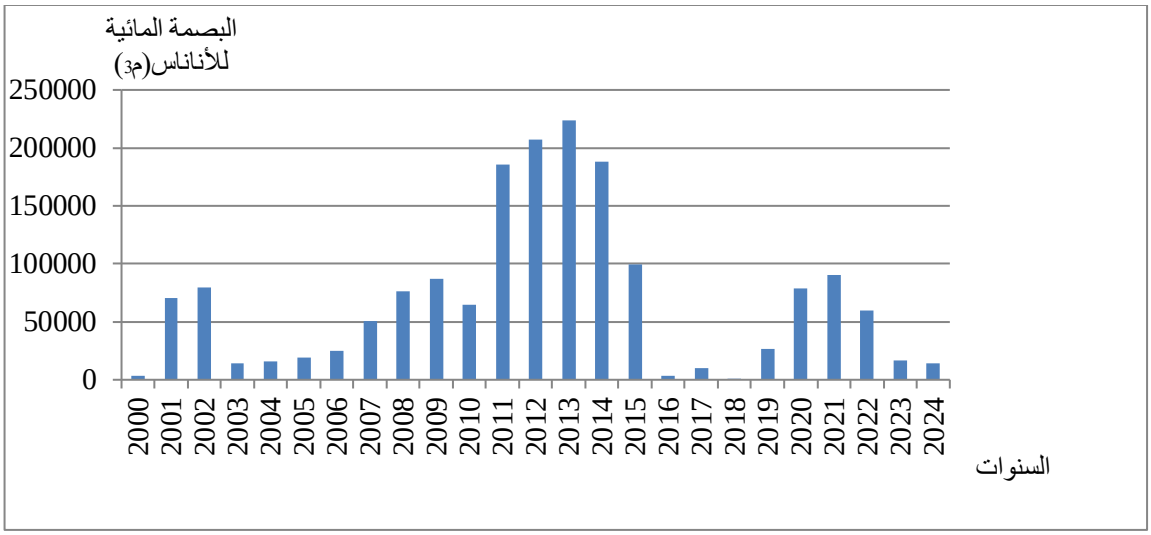


الشكل20: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للبن الأخضر(2000-2024)

ح/ الأناناس:يعتبر الأناناس من الفواكه الاستوائية المستوردة في الجزائر و يمثل مياها افتراضية مستوردة من مناطق ذات وفرة مائية عالية و هو ما يبينه الجدول 19 و الشكل 21.

الجدول 19: حساب البصمة المائية للأناناس (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	2580	108	372	3060
2001	59125	2475	8525	70125
2002	67295	2817	9703	79815
2003	11825	495	1705	14025
2004	13115	549	1891	15555
2005	16125	675	2325	19125
2006	20855	873	3007	24735
2007	42355	1773	6107	50235
2008	64070	2682	9238	75990
2009	73315	3069	10571	86955
2010	54825	2295	7905	65025
2011	156735	6561	22599	185895
2012	174365	7299	25141	206805
2013	188770	7902	27218	223890
2014	158749,55	6645,33	22889,47	188284,35
2015	84215,5	3525,3	12142,7	99883,5
2016	3010	126	434	3570
2017	8600	360	1240	10200
2018	698,75	29,25	100,75	828,75
2019	22136,4	926,64	3191,76	26254,8
2020	66639,25	2789,55	9608,45	79037,25
2021	76441,1	3199,86	11021,74	90662,7
2022	50432,55	2111,13	7271,67	59815,35
2023	14093,25	589,95	2032,05	16715,25
2024	11956,15	500,49	1723,91	14180,55

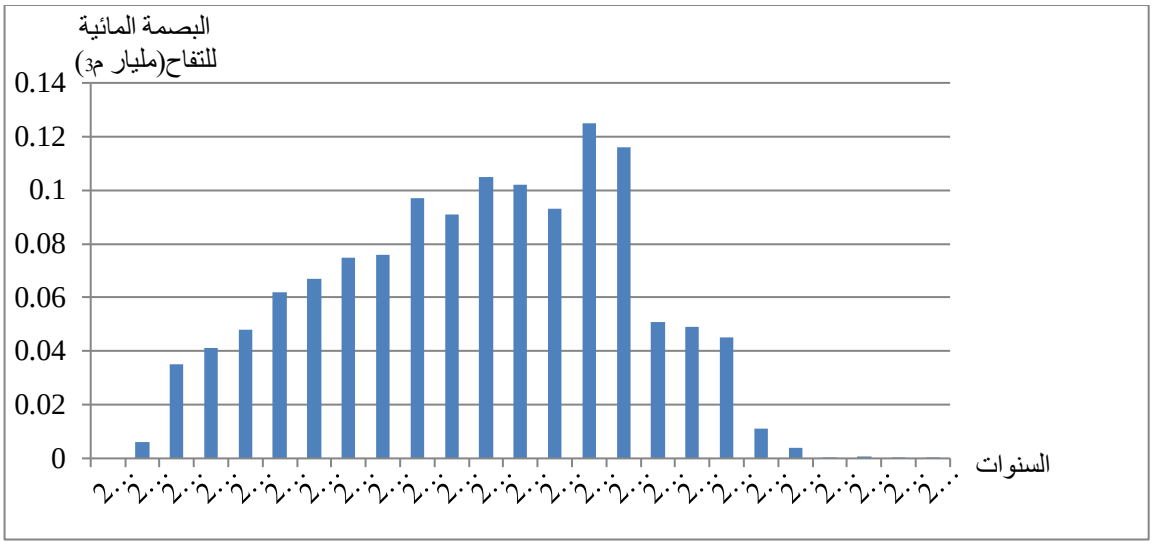


الشكل21: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأناناس(2000-2024)

ط/ التفاح:يعتبر التفاح من الفواكه ذات الاستيراد الكبير في الجزائر كما يعتبر كذلك من الفواكه ذات البصمة المائية العالية و هو ما يؤكده الجدول 20 و الشكل 22.

الجدول 20: حساب البصمة المائية للتفاح (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	0	0	0	0
2001	4318017	1023701	977519	6319237
2002	24485967	5805051	5543169	35834187
2003	28032048	6645744	6345936	41023728
2004	33297594	7894082	7537958	48729634
2005	42543996	10086188	9631172	62261356
2006	46389651	10997903	10501757	67889311
2007	51255765	12151545	11603355	75010665
2008	51928965	12311145	11755755	75995865
2009	66415668	15745604	15035276	97196548
2010	61656705	14617365	13957935	90232005
2011	72155820	17106460	16334740	105597020
2012	69875355	16565815	15818485	102259655
2013	63808140	15127420	14444980	93380540
2014	85512556,8	20273030,4	19358457,6	125144044,8
2015	79553530,65	18860284,5	18009444,6	116423259,7
2016	34860584,88	8264630,64	7891790,16	51017005,68
2017	33660000	7980000	7620000	49260000
2018	30855000	7315000	6985000	45155000
2019	7971810	1889930	1804670	11666410
2020	2453253	581609	555371	3590233
2021	171105	40565	38735	250405
2022	421311	99883	95377	616571
2023	2283,27	541,31	516,89	3341,47
2024	108009,33	25606,49	24451,31	158067,13

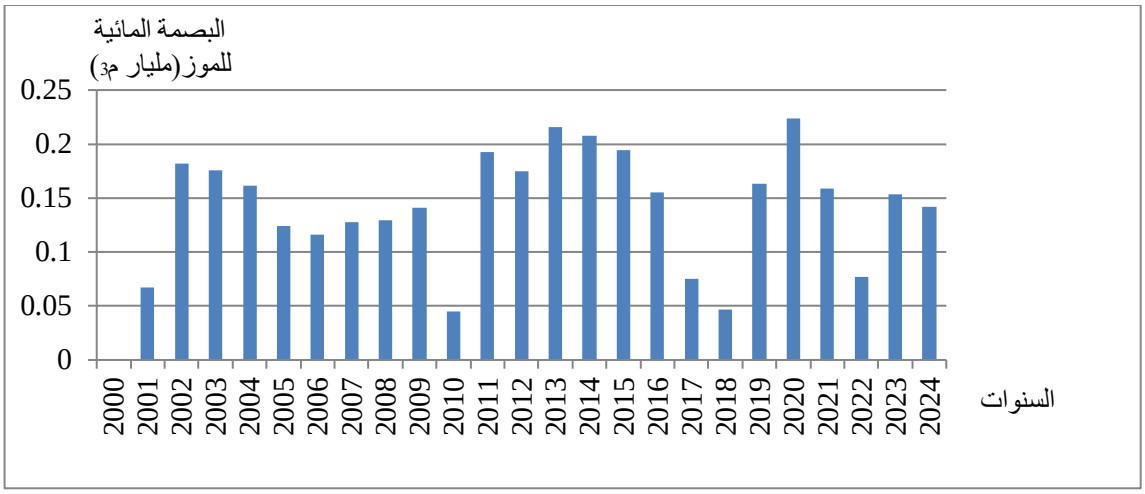


الشكل22: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للتفاح(2000-2024)

ي/ الموز: يعتبر الموز محصول استوائي و استيراده يمثل إستراتيجية مائية غير مباشرة نظرا لبصمته المائية المرتفعة كما هو مبين في الجدول 21 و الشكل 23.

الجدول 21: حساب البصمة المائية للموز (م3)

السنة	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
2000	0	0	0	0
2001	56389080	8287486	2819454	67496020
2002	152770860	22452687	7638543	182862090
2003	147400440	21663398	7370022	176433860
2004	135049860	19848237	6752493	161650590
2005	103674120	15236954	5183706	124094780
2006	97124940	14274423	4856247	116255610
2007	107335800	15775110	5366790	128477700
2008	108170040	15897718	5408502	129476260
2009	118521480	17419066	5926074	141866620
2010	38150640	5606988	1907532	45665160
2011	161888100	23792645	8094405	193775150
2012	146300880	21501796	7315044	175117720
2013	180838020	26577709	9041901	216457630
2014	173799199,2	25543215,6	8689959,96	208032374,8
2015	162130471,8	23828266,3	8106523,59	194065261,7
2016	129904539,6	19092030,8	6495226,98	155491797,4
2017	63277077,6	9299812,92	3163853,88	75740744,4
2018	39759060	5843377	1987953	47590390
2019	136357993,2	20040492,9	6817899,66	163216385,8
2020	187768086	27596218,7	9388404,3	224752709
2021	133134507	19566738,2	6656725,35	159357970,5
2022	64578307,2	9491054,24	3228915,36	77298276,8
2023	128502000	18885900	6425100	153813000
2024	119089410	17502534,5	5954470,5	142546415



الشكل23: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للموز(2000-2024)

4/الصادرات الصناعية :

شهد قطاع الصناعة في الجزائر تحولا جذريا عميقا بين (2000-2024) فبعد سنوات من الاعتماد الكلي عن الاستيراد لتلبية الاحتياجات، نجحت الدولة في تحقيق الاكتفاء الذاتي و التوجه نحو التصدير الدولي(الجدول 22) .

الجدول 22: الصادرات الصناعية للجزائر (طن) (CNIS, 2024) (ITC)(MCEPE, 2024) (ONS, 2024)

السنة	الأسمدة الكيميائية	الاسمنت و مواد البناء	الحديد و الصلب	الأجهزة الكهرومنزلية
2000	500000	0	10000	0
2001	560000	0	11000	6
2002	620000	0	12000	12
2003	680000	0	13000	18
2004	740000	0	14000	24
2005	800000	0	15000	30
2006	880000	0	16000	36
2007	960000	0	17000	42
2008	1040000	0	18000	48
2009	1120000	0	19000	54
2010	1200000	0	20000	60
2011	1460000	0	45714	148
2012	1720000	0	71429	236
2013	1980000	0	97143	324
2014	2240000	0	122857	412
2015	2500000	0	148571	500
2016	3000000	500000	174286	1533
2017	3500000	1000000	200000	2567
2018	4000000	2333333	466667	3600
2019	4500000	3666667	733333	6066
2020	5000000	5000000	1000000	8534
2021	5625000	7000000	1750000	11000
2022	6250000	9000000	2500000	14667
2023	6875000	11000000	3000000	18333
2024	7500000	13000000	3500000	22000

لحساب البصمة المائية للصادرات أو الواردات الصناعية نتبع العلاقة الموضحة من قبل **هوكسترا** بالاعتماد على معاملات البصمة المائية الموضحة في الجدول 23.

الجدول 23: معاملات البصمة المائية الصناعية (Gerbens-Leenes,2018)

	البصمة المائية الخضراء	البصمة المائية الزرقاء	البصمة المائية الرمادية	البصمة المائية الكلية
الاسمنت و مواد البناء	0	2,5	0,5	3
الأسمدة الكيميائية	0	5	20	25
الحديد و الصلب	0	10	25	35
الأجهزة الكهرومنزلية	0	40	80	120

البصمة المائية الزرقاء= معامل البصمة المائية الزرقاء × كمية الصادرات أو الواردات.

البصمة المائية الرمادية =معامل البصمة المائية الرمادية× كمية الصادرات أو الواردات.

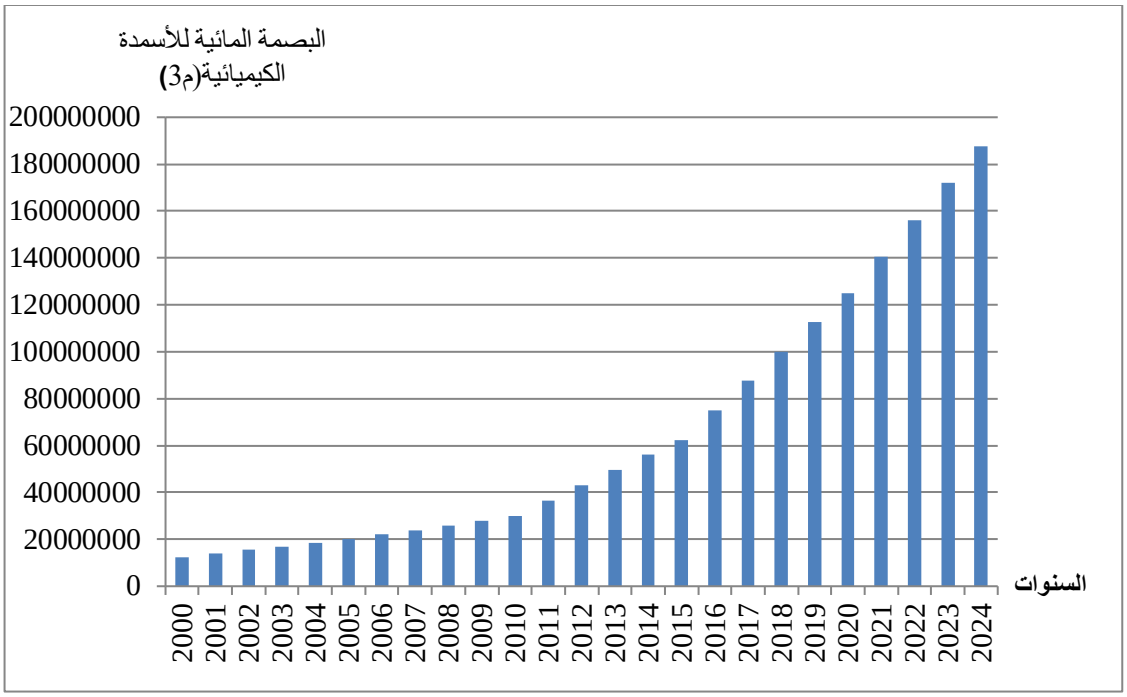
البصمة المائية الكلية= معامل البصمة المائية الكلية × كمية الصادرات أو الواردات.

4-1/حساب البصمة المائية للصادرات الصناعية:

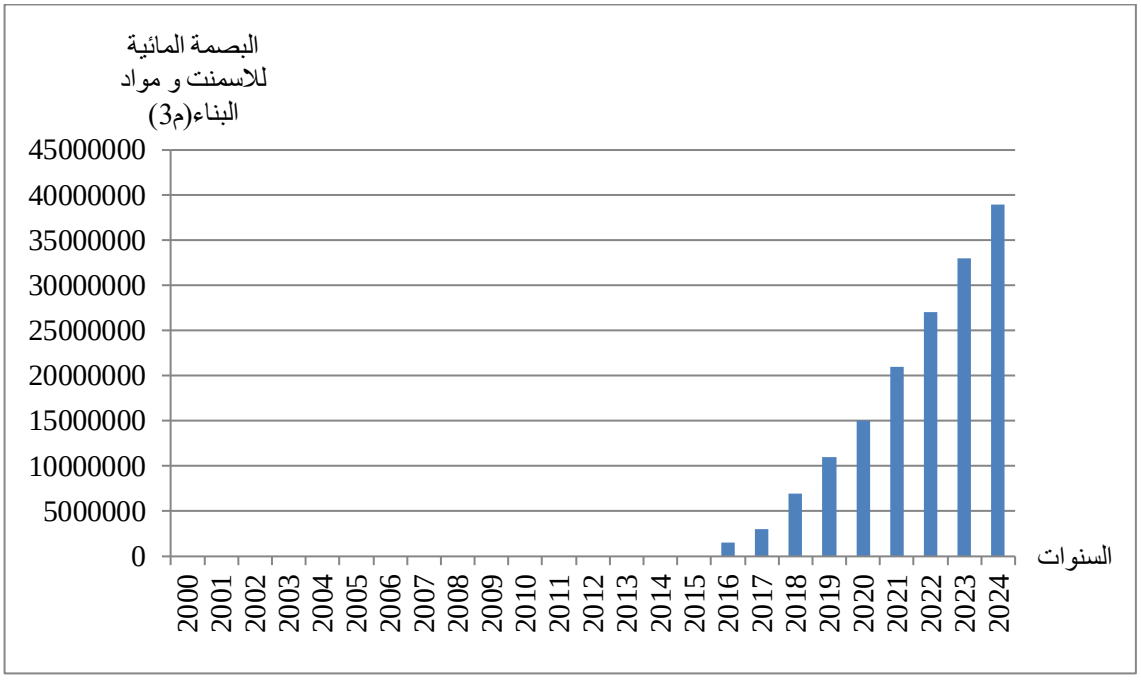
إن الغرض من حساب البصمة المائية للصادرات الصناعية المبينة في الجدول 24 هو تحديد حجم الماء المستعمل في الصناعة بين ماء أزرق (المستعمل في تبريد الآلات) و ماء رمادي (المستعمل في تخفيف التلوث).

الجدول 24: حساب البصمة المائية للصادرات الصناعية ($م^3$)

السنة	الأسمدة الكيميائية			الإسمنت و مواد البناء		
	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.
2000	2500000	10000000	12500000	0	0	0
2001	2800000	11200000	14000000	0	0	0
2002	3100000	12400000	15500000	0	0	0
2003	3400000	13600000	17000000	0	0	0
2004	3700000	14800000	18500000	0	0	0
2005	4000000	16000000	20000000	0	0	0
2006	4400000	17600000	22000000	0	0	0
2007	4800000	19200000	24000000	0	0	0
2008	5200000	20800000	26000000	0	0	0
2009	5600000	22400000	28000000	0	0	0
2010	6000000	24000000	30000000	0	0	0
2011	7300000	29200000	36500000	0	0	0
2012	8600000	34400000	43000000	0	0	0
2013	9900000	39600000	49500000	0	0	0
2014	11200000	44800000	56000000	0	0	0
2015	12500000	50000000	62500000	0	0	0
2016	15000000	60000000	75000000	1250000	250000	1500000
2017	17500000	70000000	87500000	2500000	500000	3000000
2018	20000000	80000000	100000000	5833332,5	1166667	6999999,5
2019	22500000	90000000	112500000	9166667,5	1833334	11000001,5
2020	25000000	100000000	125000000	12500000	2500000	15000000
2021	28125000	112500000	140625000	17500000	3500000	21000000
2022	31250000	125000000	156250000	22500000	4500000	27000000
2023	34375000	137500000	171875000	27500000	5500000	33000000
2024	37500000	150000000	187500000	32500000	6500000	39000000



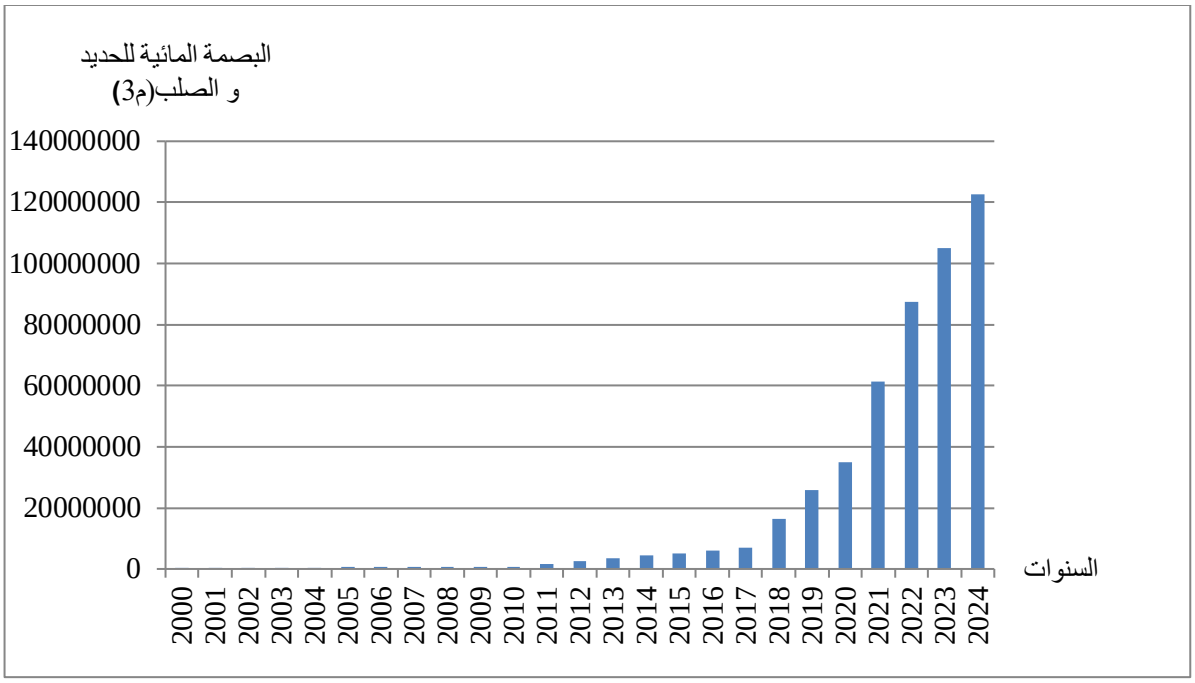
الشكل 24: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية (2000-2024)



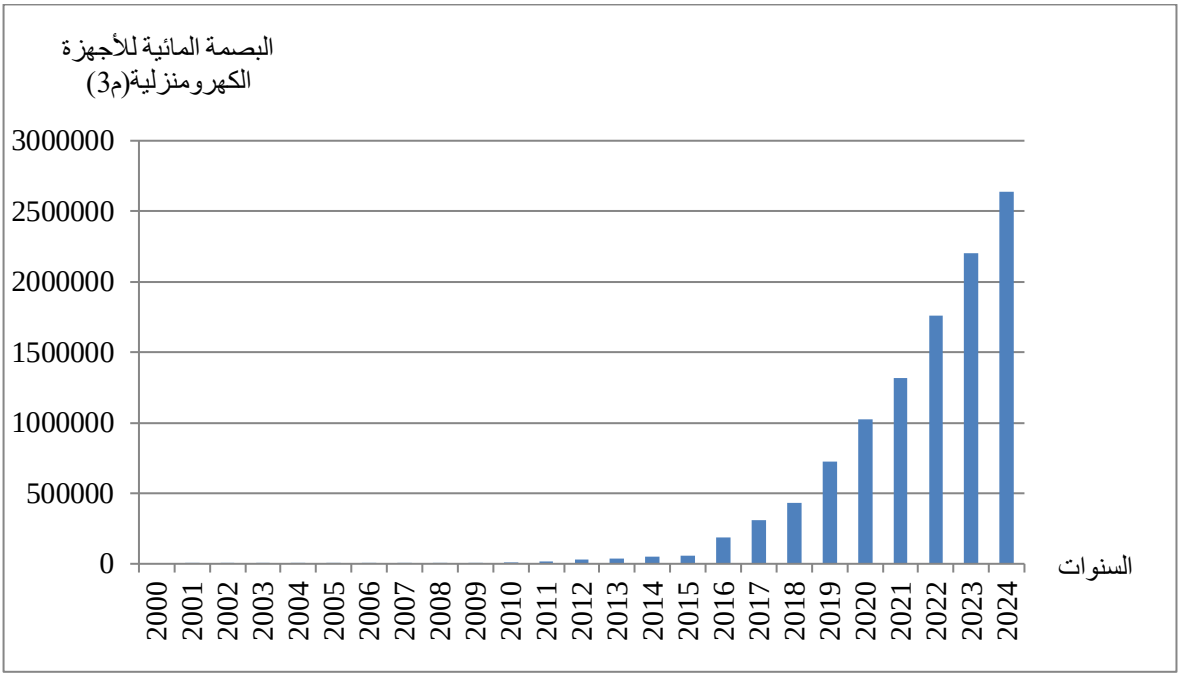
الشكل 25: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء (2000-2024)

تابع الجدول 24: حساب البصمة المائية للصادرات الصناعية(م3)

السنة	الحديد و الصلب			الأجهزة الكهرومنزلية		
	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.
2000	100000	250000	350000	0	0	0
2001	110000	275000	385000	240	480	720
2002	120000	300000	420000	480	960	1440
2003	130000	325000	455000	720	1440	2160
2004	140000	350000	490000	960	1920	2880
2005	150000	375000	525000	1200	2400	3600
2006	160000	400000	560000	1440	2880	4320
2007	170000	425000	595000	1680	3360	5040
2008	180000	450000	630000	1920	3840	5760
2009	190000	475000	665000	2160	4320	6480
2010	200000	500000	700000	2400	4800	7200
2011	457140	1142850	1599990	5920	11840	17760
2012	714290	1785725	2500015	9440	18880	28320
2013	971430	2428575	3400005	12960	25920	38880
2014	1228570	3071425	4299995	16480	32960	49440
2015	1485710	3714275	5199985	20000	40000	60000
2016	1742860	4357150	6100010	61320	122640	183960
2017	2000000	5000000	7000000	102680	205360	308040
2018	4666670	11666675	16333345	144000	288000	432000
2019	7333330	18333325	25666655	242640	485280	727920
2020	10000000	25000000	35000000	341360	682720	1024080
2021	17500000	43750000	61250000	440000	880000	1320000
2022	25000000	62500000	87500000	586680	1173360	1760040
2023	30000000	75000000	105000000	733320	1466640	2199960
2024	35000000	87500000	122500000	880000	1760000	2640000



الشكل 26: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب (2000-2024)



الشكل 27: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرومنزلية (2000-2024)

5/الواردات الصناعية:

شهدت الواردات الصناعية الجزائرية تراجعا جذريا منذ سنة 2017/2016 و ذلك عائد لاقتحامها القوي للتصدير كما هو مبين في الجدول 25.

الجدول 25: الواردات الصناعية للجزائر (طن) (CNIS, 2024) (ITC)(MCEPE, 2024) (ONS,2024)

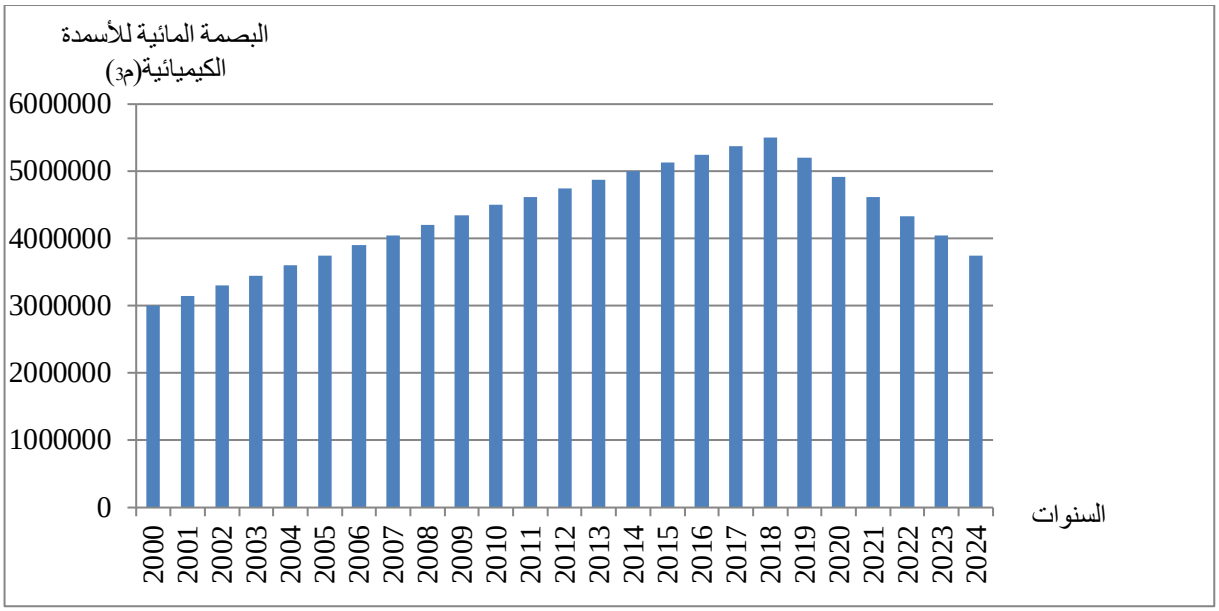
السنة	الأسمدة الكيميائية	الاسمنت و مواد البناء	الحديد و الصلب	الأجهزة الكهرومنزلية
2000	120000	2000000	1500000	102000
2001	126000	2346154	1714286	109633
2002	132000	2692308	1928571	117267
2003	138000	3038462	2142857	124900
2004	144000	3384615	2357143	132533
2005	150000	3730769	2571429	140167
2006	156000	4076923	2785714	147800
2007	162000	4423077	3000000	155433
2008	168000	4769231	3214286	163067
2009	174000	5115385	3428571	170700
2010	180000	5461538	3642857	178333
2011	185000	5807692	3857143	168834
2012	190000	6153846	4071429	159333
2013	195000	6500000	4285714	136500
2014	200000	5300000	4500000	113667
2015	205000	4100000	4200000	90833
2016	210000	2900000	3900000	68000
2017	215000	1700000	3600000	56500
2018	220000	500000	3300000	45000
2019	208333	387500	3000000	33500
2020	196667	275000	2760000	22000
2021	185000	162500	2520000	18375
2022	173333	50000	2280000	14750
2023	161667	27500	2040000	11125
2024	150000	5000	1800000	7500

5-1/حساب البصمة المائية للواردات الصناعية:

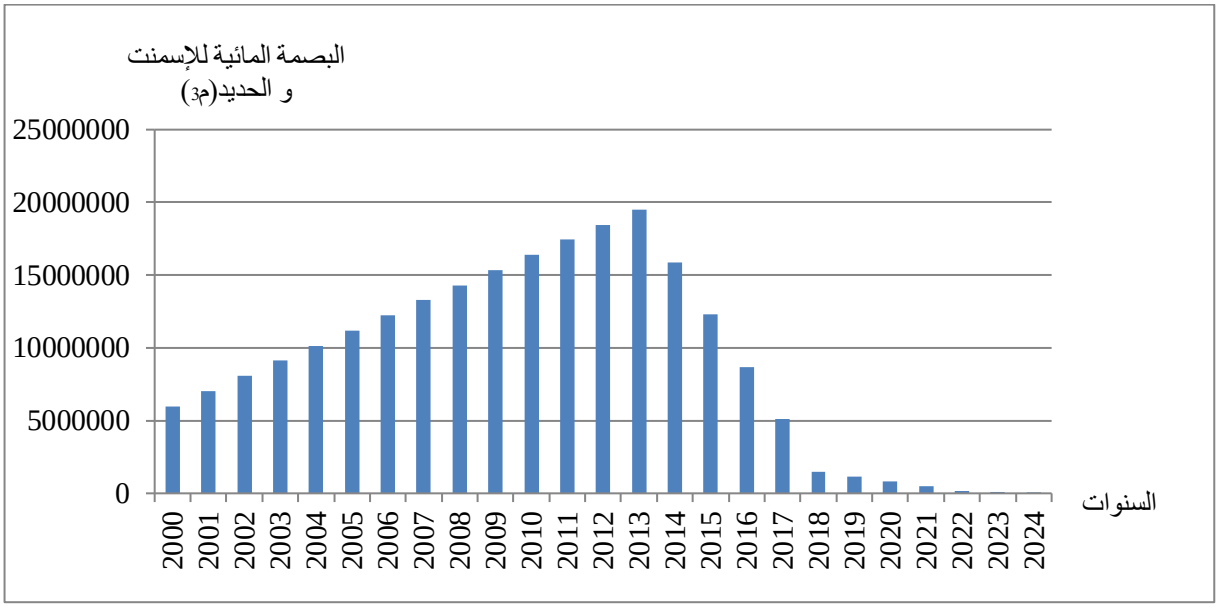
تتمثل الغاية الأساسية من حساب البصمة المائية للواردات الصناعية المبينة في الجدول 26 في تقييم المياه الافتراضية التي تم استنزافها في بلد المنشأ و تساعد كذلك الدول المستوردة من حماية مواردها المائية من الاستنزاف من خلال استيراد السلع ذات الكثافة المائية العالية .

الجدول26: حساب البصمة المائية للواردات الصناعية ($م^3$)

السنة	الأسمدة الكيميائية			الإسمنت و مواد البناء		
	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.
2000	600000	2400000	3000000	5000000	1000000	6000000
2001	630000	2520000	3150000	5865385	1173077	7038462
2002	660000	2640000	3300000	6730770	1346154	8076924
2003	690000	2760000	3450000	7596155	1519231	9115386
2004	720000	2880000	3600000	8461537,5	1692308	10153845
2005	750000	3000000	3750000	9326922,5	1865385	11192307
2006	780000	3120000	3900000	10192308	2038462	12230769
2007	810000	3240000	4050000	11057693	2211539	13269231
2008	840000	3360000	4200000	11923078	2384616	14307693
2009	870000	3480000	4350000	12788463	2557693	15346155
2010	900000	3600000	4500000	13653845	2730769	16384614
2011	925000	3700000	4625000	14519230	2903846	17423076
2012	950000	3800000	4750000	15384615	3076923	18461538
2013	975000	3900000	4875000	16250000	3250000	19500000
2014	1000000	4000000	5000000	13250000	2650000	15900000
2015	1025000	4100000	5125000	10250000	2050000	12300000
2016	1050000	4200000	5250000	7250000	1450000	8700000
2017	1075000	4300000	5375000	4250000	850000	5100000
2018	1100000	4400000	5500000	1250000	250000	1500000
2019	1041665	4166660	5208325	968750	193750	1162500
2020	983335	3933340	4916675	687500	137500	825000
2021	925000	3700000	4625000	406250	81250	487500
2022	866665	3466660	4333325	125000	25000	150000
2023	808335	3233340	4041675	68750	13750	82500
2024	750000	3000000	3750000	12500	2500	15000



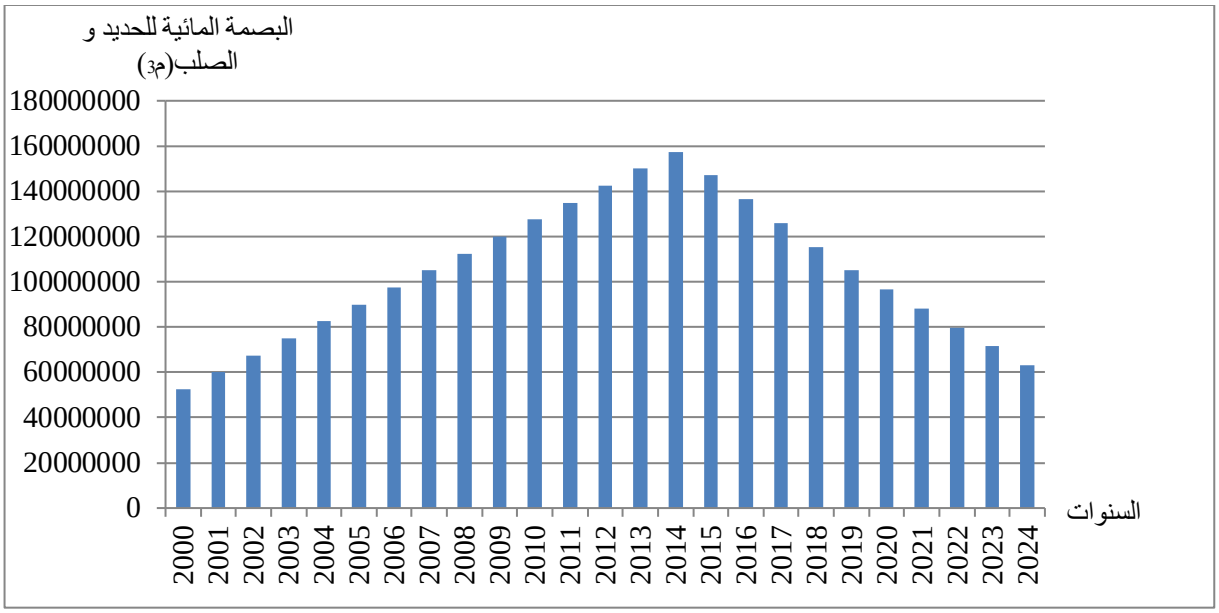
الشكل 28: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية المستوردة (2000-2024)



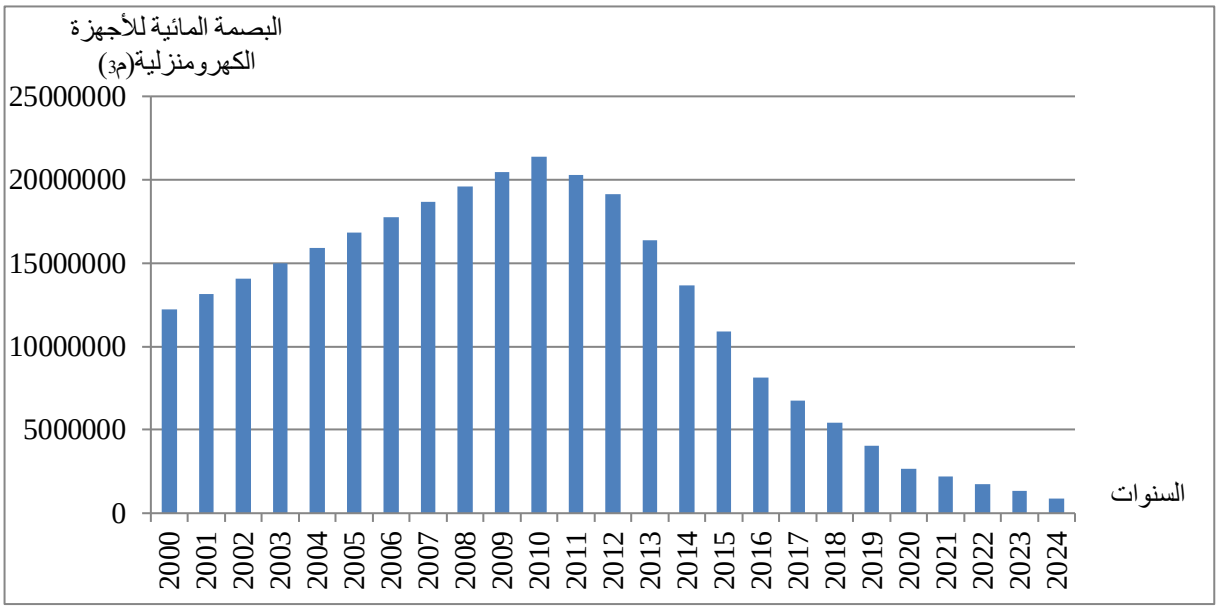
الشكل 29: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء المستوردة (2000-2024)

تابع الجدول 26: حساب البصمة المائية للواردات الصناعية ($م^3$)

السنة	الحديد و الصلب			الأجهزة الكهرومنزلية		
	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.	البصمة المائية الزرقاء.	البصمة المائية الرمادية.	البصمة المائية الكلية.
2000	15000000	37500000	52500000	4080000	8160000	12240000
2001	17142860	42857150	60000010	4385320	8770640	13155960
2002	19285710	48214275	67499985	4690680	9381360	14072040
2003	21428570	53571425	74999995	4996000	9992000	14988000
2004	23571430	58928575	82500005	5301320	10602640	15903960
2005	25714290	64285725	90000015	5606680	11213360	16820040
2006	27857140	69642850	97499990	5912000	11824000	17736000
2007	30000000	75000000	105000000	6217320	12434640	18651960
2008	32142860	80357150	112500010	6522680	13045360	19568040
2009	34285710	85714275	119999985	6828000	13656000	20484000
2010	36428570	91071425	127499995	7133320	14266640	21399960
2011	38571430	96428575	135000005	6753360	13506720	20260080
2012	40714290	101785725	142500015	6373320	12746640	19119960
2013	42857140	107142850	149999990	5460000	10920000	16380000
2014	45000000	112500000	157500000	4546680	9093360	13640040
2015	42000000	105000000	147000000	3633320	7266640	10899960
2016	39000000	97500000	136500000	2720000	5440000	8160000
2017	36000000	90000000	126000000	2260000	4520000	6780000
2018	33000000	82500000	115500000	1800000	3600000	5400000
2019	30000000	75000000	105000000	1340000	2680000	4020000
2020	27600000	69000000	96600000	880000	1760000	2640000
2021	25200000	63000000	88200000	735000	1470000	2205000
2022	22800000	57000000	79800000	590000	1180000	1770000
2023	20400000	51000000	71400000	445000	890000	1335000
2024	18000000	45000000	63000000	300000	600000	900000



الشكل 30: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب المستورد (2000-2024)



الشكل 31: مخطط أعمدة يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرومنزلية المستوردة (2000-2024)

الفصل الرابع

النتائج و المناقشة

1/- مناقشة نتائج الصادرات و الواردات الفلاحية :

تُظهر إحصائيات الواردات الجزائرية خلال ربع القرن الأخير بين عامي 2000 و 2024 عن تبعية مادية واضحة للمنتجات الزراعية، إن هذا الارتفاع الكمي اتخذ منحى تصاعدياً لتصل أحجامها إلى ملايين الأطنان سنوياً.

وبتطبيق معاملات البصمة المائية (متر مكعب/طن) الخاصة بهذه المحاصيل، يتبين أن هذه الملايين من الأطنان تُترجم إلى مليارات الأمتار المكعبة من البصمة المائية الخضراء(مياه الأمطار) التي تم استهلاكها في دول المنشأ لإنتاج هذه السلع. و تُثبت هذه النتائج أن واردات الحبوب تتجاوز كونها مجرد تدفقات تجارية ترهق الميزان التجاري، لتصبح أداة إستراتيجية لتعويض العجز المائي فهي تمثل 'استيراداً غير مباشر للمياه الافتراضية' يساهم في تخفيف الضغط على الموارد المائية المحلية المحدودة.

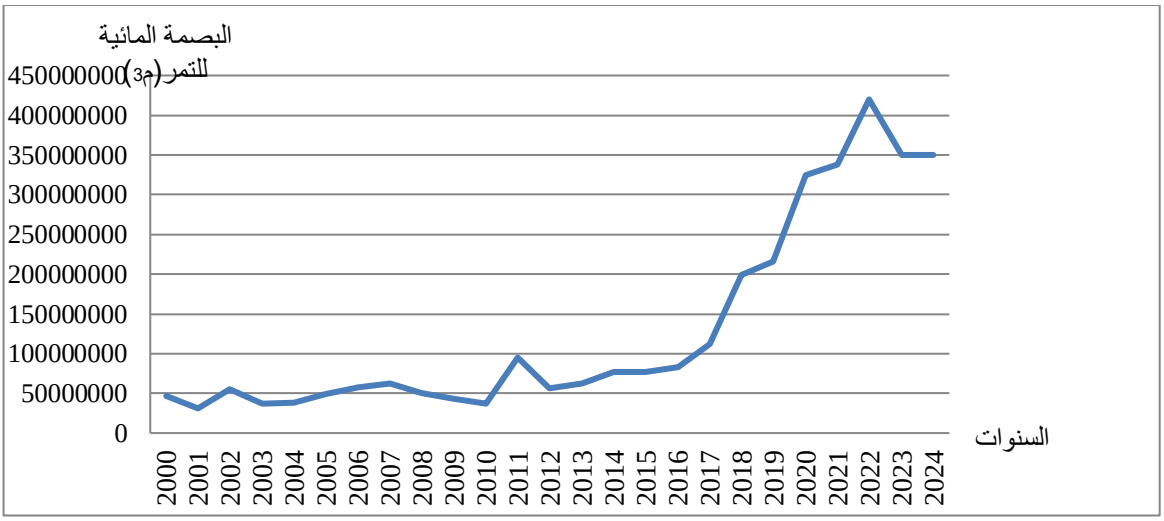
أما في المقابل تشير البيانات إلى قفزة سريعة للأحجام المصدرة خاصة التمور متجاوزة عتبة مئات الآلاف، و عند تفكيك مكونات البصمة المائية لهذه الصادرات نجد تمركزا شديدا في الاعتماد على البصمة المائية الزرقاء (المياه الجوفية) حيث التمور و الزراعات الصحراوية تعتمد بشكل شبه كلي على السقي من المياه الجوفية.

و بناءً على ما سبق، يتبين أن القطاع الفلاحي يعيش حالة من التوازن الهش فبينما تساهم الواردات في استجلاب المياه الخضراء لتخفيف العجز، تأتي إستراتيجية التصدير لتضغط بشدة على الرصيد الاستراتيجي من المياه الزرقاء، مما يجعل الميزان المائي للقطاع يتطلب ضبطاً سياسيا يوازن بين متطلبات 'الأمن الغذائي' وحتمية 'الأمن المائي'.

1-1/الصادرات الفلاحية :

أ/ التمر :

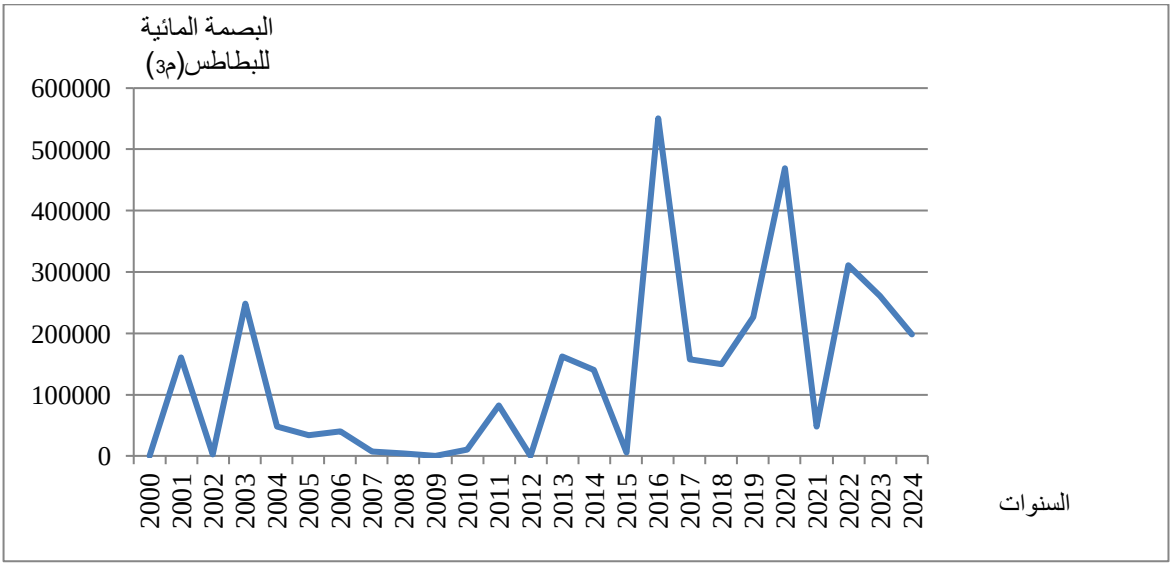
يعتبر التمر من الصادرات الرئيسية في الجزائر ذات البصمة المائية المرتفعة لكونها تعتمد على المياه الجوفية و بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 4 و الشكل 8 و 32 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول التمر بلغت أدناها سنة (2019) بـ (2077,747 متر مكعب / طن) أما أعلاها فكانت سنة (2002) بـ (5002,166 متر مكعب / طن) أما البصمة المائية لصادرات التمر فبلغت أدناها سنة (2001) حيث قدرت بـ (31052227,05) متر مكعب ، و بلغت أقصاها سنة (2022) حيث قدرت بنحو (419883053) متر مكعب حيث نرى التطور المستمر لحجم البصمة المائية من سنة 2000 الى غاية 2022 ثم التراجع الطفيف خلال آخر سنتين .



الشكل 32: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للتمر (2000-2024)

ب/ البطاطس :

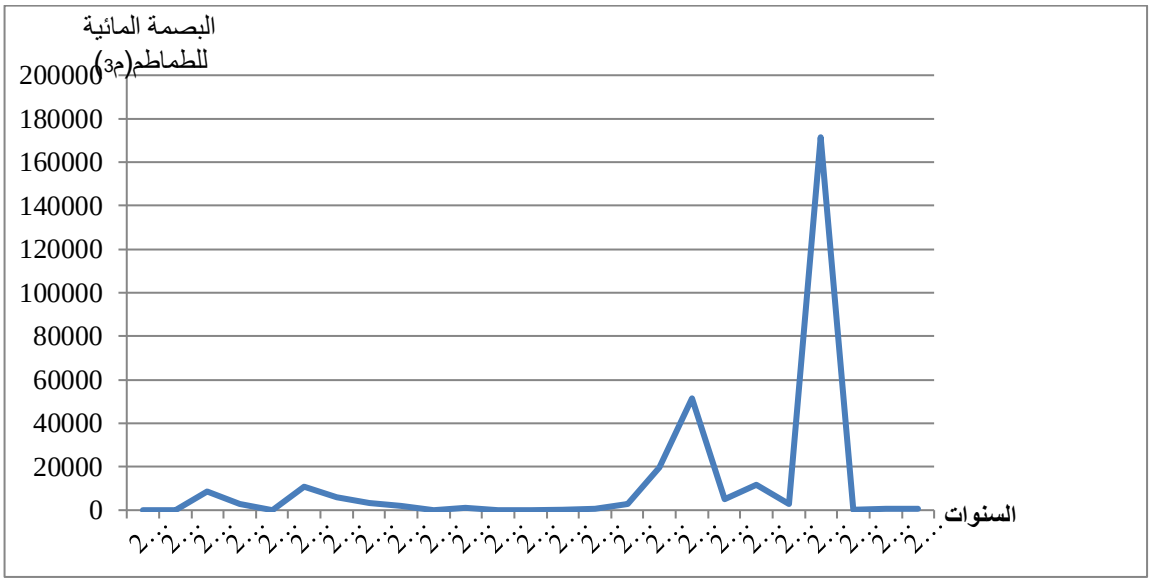
بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 5 و الشكل 9 و 33 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول البطاطس بلغت أدناها سنة (2012) بـ (172,8608 متر مكعب / طن) أما أعلاها فكانت سنة (2001) بـ (433,8244 متر مكعب / طن) أما البصمة المائية لصادرات البطاطس فبلغت أدناها سنة (2000,2009,2012) حيث قدرت بـ (0) متر مكعب ، و بلغت أقصاها سنة (2016) حيث قدرت بنحو (550664,7948) متر مكعب حيث نرى تذبذب البصمة المائية بين زيادة و نقصان خلال فترة الدراسة.



الشكل 33: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للبطاطس(2000-2024)

ج/ الطماطم :

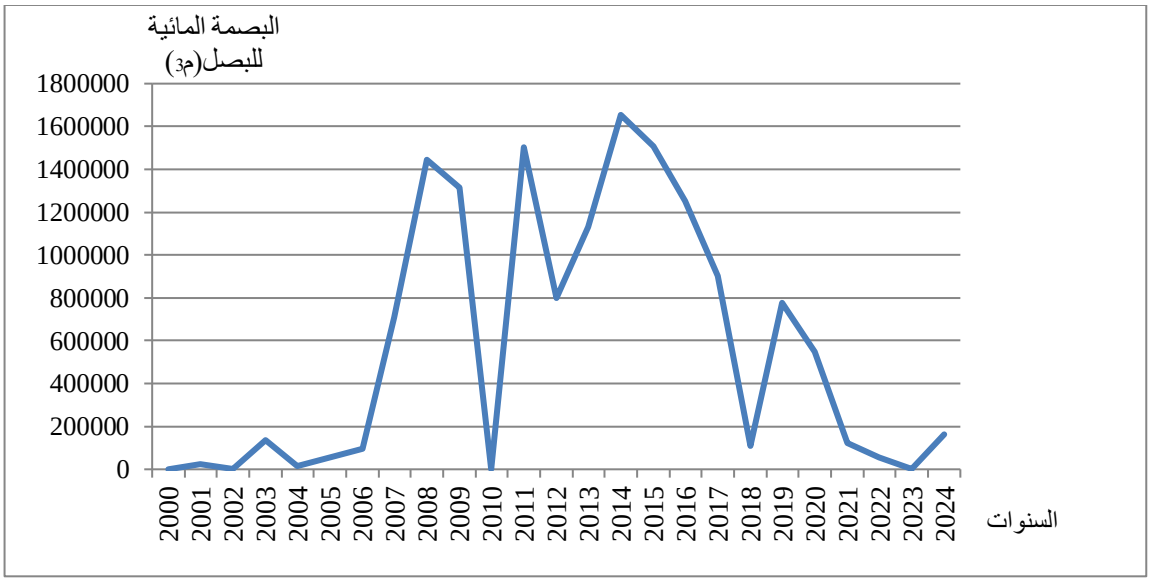
بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 6 و الشكل 10 و 34 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول الطماطم بلغت أدناها سنة (2024) بـ (114,8005 متر مكعب / طن) أما أعلاها فكانت سنة (2000) بـ (388,0844 متر مكعب / طن) أما البصمة المائية لصادرات الطماطم فبلغت أدناها سنة (2000،2001،2004،2009،2011،2012) حيث قدرت بـ (0) متر مكعب و ذلك لعدم التصدير في هذه السنوات، و بلغت أقصاها سنة (2021) حيث قدرت بنحو (171484,1288) متر مكعب إذ نرى في الشكل 34 التذبذب الخفيف خلال عشرون سنة الأولى و من ثم التزايد الكبير خلال سنة 2021 أما بعد ذلك فنرة التراجع الكبير الى شبه الانعدام.



الشكل 34: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للطماطم(2024-2000)

د/ البصل :

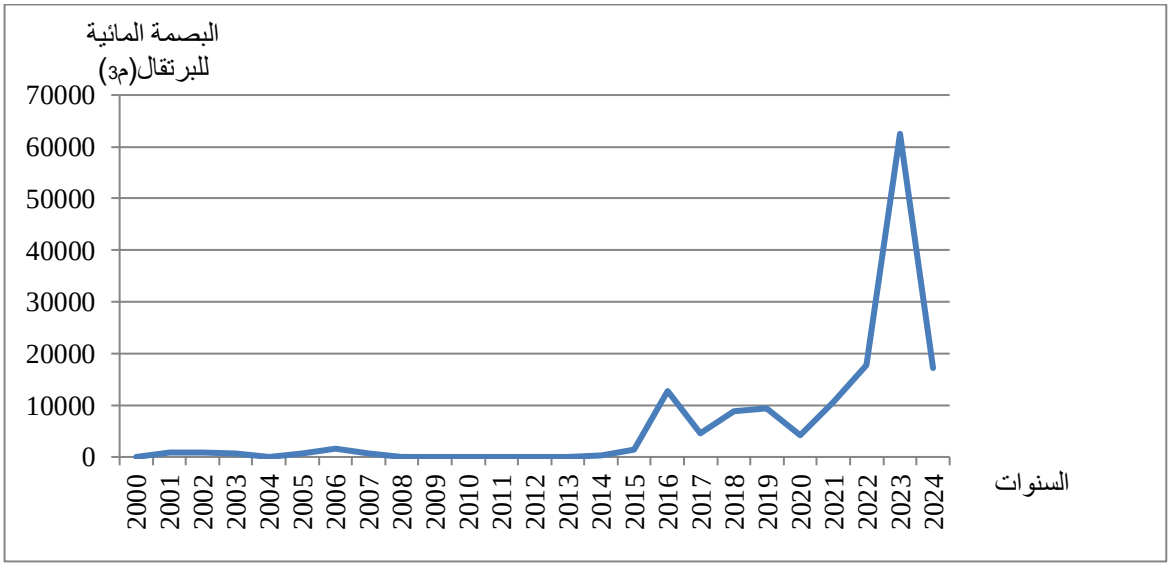
بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 7 و الشكل 11 و 35 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول البصل بلغت أدناها سنة (2012) بـ (423,8182 متر مكعب / طن) أما أعلاها فكانت سنة (2002) بـ (595,4368 متر مكعب / طن) أما البصمة المائية لصادرات البصل فبلغت أدناها سنة (2000 ، 2010) حيث قدرت بـ (0) متر مكعب و ذلك لعدم التصدير في هذه السنتين، و بلغت أقصاها سنة (2014) حيث قدرت بنحو (1654066,903) متر مكعب حيث نرى تزايد البصمة المائية ثم التناقص إلى الانعدام سنة 2010 ثم عودة التزايد المتذبذب .



الشكل 35: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للبصل(2000-2024)

هـ/ البرتقال :

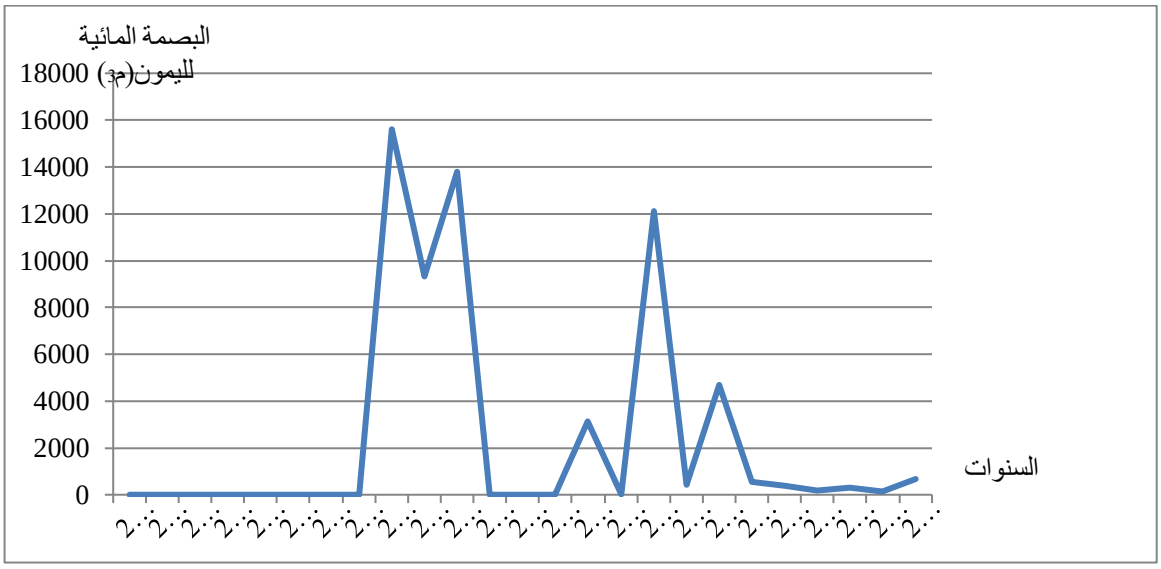
بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 8 و الشكل 12 و 36 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول البرتقال بلغت أدناها سنة (2019) بـ (312,6273 متر مكعب / طن) أما أعلاها فكانت سنة (2001) بـ (808,3923 متر مكعب / طن) أما البصمة المائية لصادرات البرتقال فبلغت أدناها سنة (2000،2004،2008،2009،2010،2011،2012،2013) حيث قدرت بـ (0) متر مكعب و ذلك لعدم التصدير في هذه السنوات، و بلغت أقصاها سنة (2023) حيث قدرت بنحو (62501,45759) متر مكعب حيث نرى الثبات الشبه منعدم خلال 15 سنة الأولى و من ثم التزايد إلى غاية تسجيل أعلى قيمة.



الشكل 36: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للبرتقال(2000-2024)

و/ الليمون :

بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 9 و الشكل 13 و 37 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول الليمون بلغت أدناها سنة (2019) بـ (352,4168 متر مكعب / طن) أما أعلاها فكانت سنة (2001) بـ (777,39 متر مكعب / طن) أما البصمة المائية لصادرات الليمون فبلغت أدناها سنة ([2007-2000] و [2011-2013]) حيث قدرت بـ (0) متر مكعب و ذلك لعدم التصدير في هذه السنتين، و بلغت أقصاها سنة (2008) حيث قدرت بنحو (15608,78211) متر مكعب إذ نرى الثبات المنعدم إلى غاية تسجيل أعلى حجم للبصمة المائية و بعد ذلك التذبذب المستمر إلى شبه الانعدام سنة 2020 .



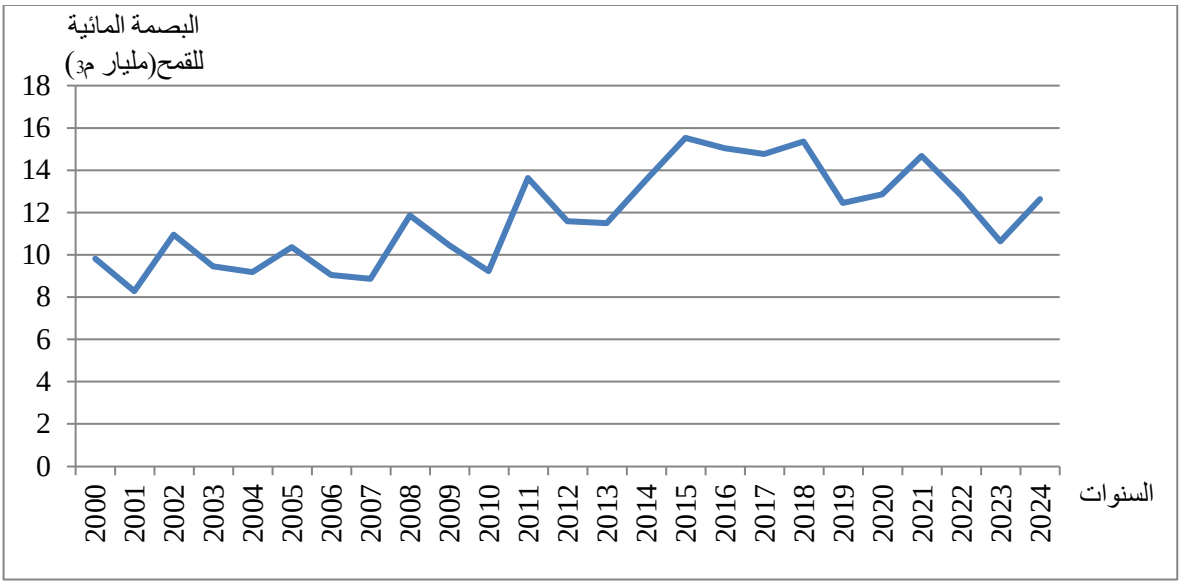
الشكل 37: منحنى بياني يمثل البصمة المائية لليمون(2000-2024)

1-2/ الواردات الفلاحية :

أ/ القمح :

إن الاعتماد الأساسي على استيراد القمح يعتبر إستراتيجية توفير مياه غير مباشرة حيث تكتفي الجزائر باستيراد المياه الافتراضية بدلا من استنزاف الموارد المائية المحلية .

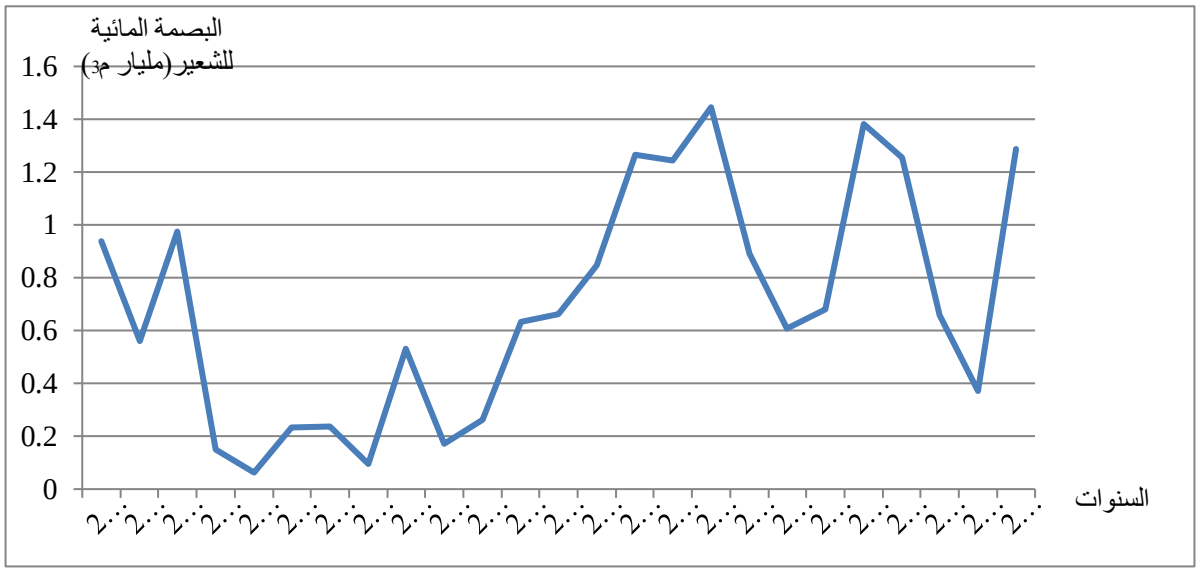
بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 12 و الشكل 14 و 38 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول القمح بلغت أدناها سنة (2001) بـ (8,286 مليار متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2015) بـ (15,53 مليار متر مكعب) ، و يعتبر القمح من أهم المحاصيل المستهلكة في الجزائر لذلك قد تكون البصمة المائية للقمح أعلى حجما مستوردا حيث نرى تذبذب البصمة المائية بين تزايد و تناقص سنة بسنة.



الشكل 38: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للقمح(2000-2024)

ب/ الشعير :

بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 13 و الشكل 15 و 39 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول الشعير بلغت أدناها سنة (2004) بـ (0,06 مليار متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2016) بـ (1,44 مليار متر مكعب) حيث نرى تذبذب البصمة المائية خلال فترة الدراسة بين التزايد و التناقص.

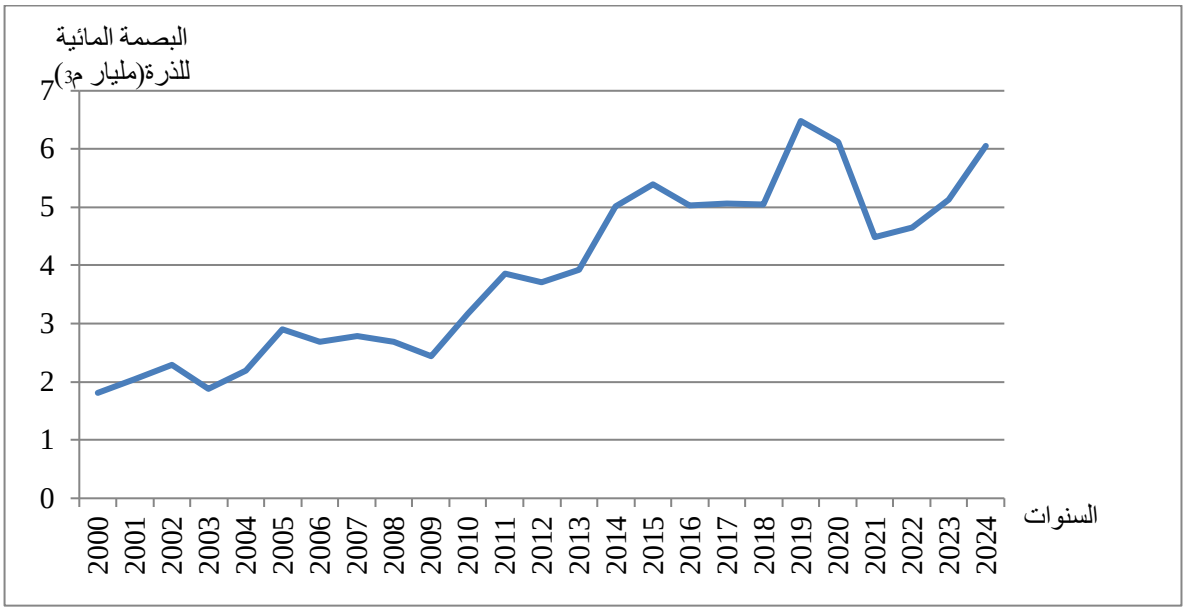


الشكل 39: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للشعير(2000-2024)

ج/ الذرة :

إن الاعتماد على استيراد الذرة في الجزائر راجع لكونها أحد أهم المحاصيل إستراتيجية لتوفير المياه الغير مباشرة و بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 14 و الشكل 16 و 40 تبين أن البصمة

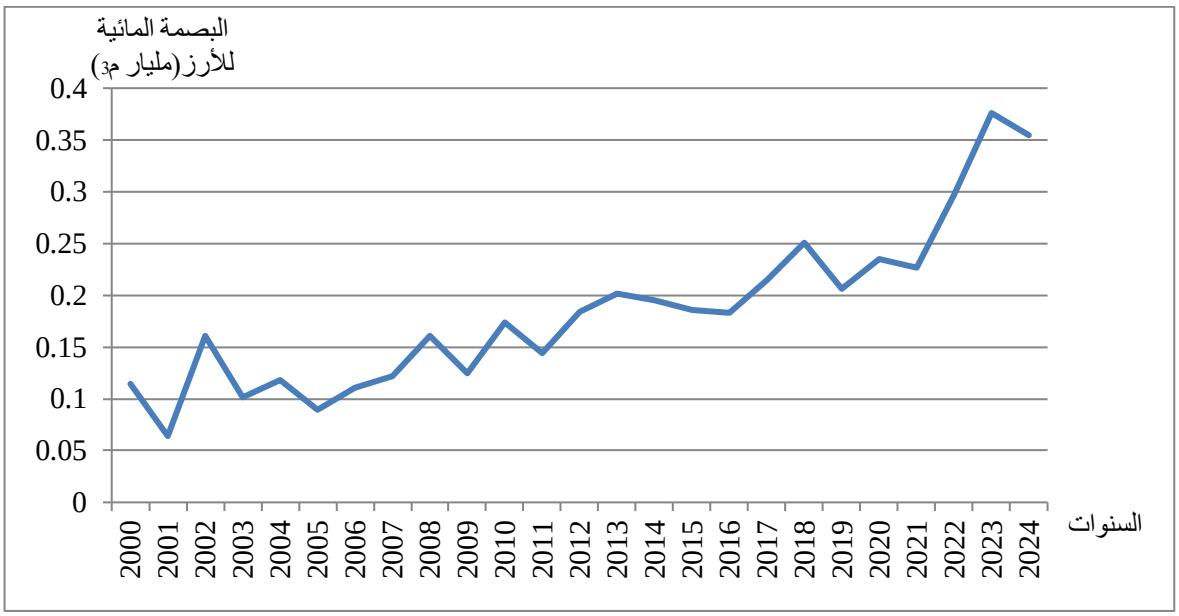
المائية الكلية لمحصول الذرة بلغت أدناها سنة (2000) بـ (1,81 مليار متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2019) بـ (6,48 مليار متر مكعب) حيث نرى التزايد المستمر للبصمة المائية خلال فترة الدراسة.



الشكل 40: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للذرة(2000-2024)

د/ الأرز :

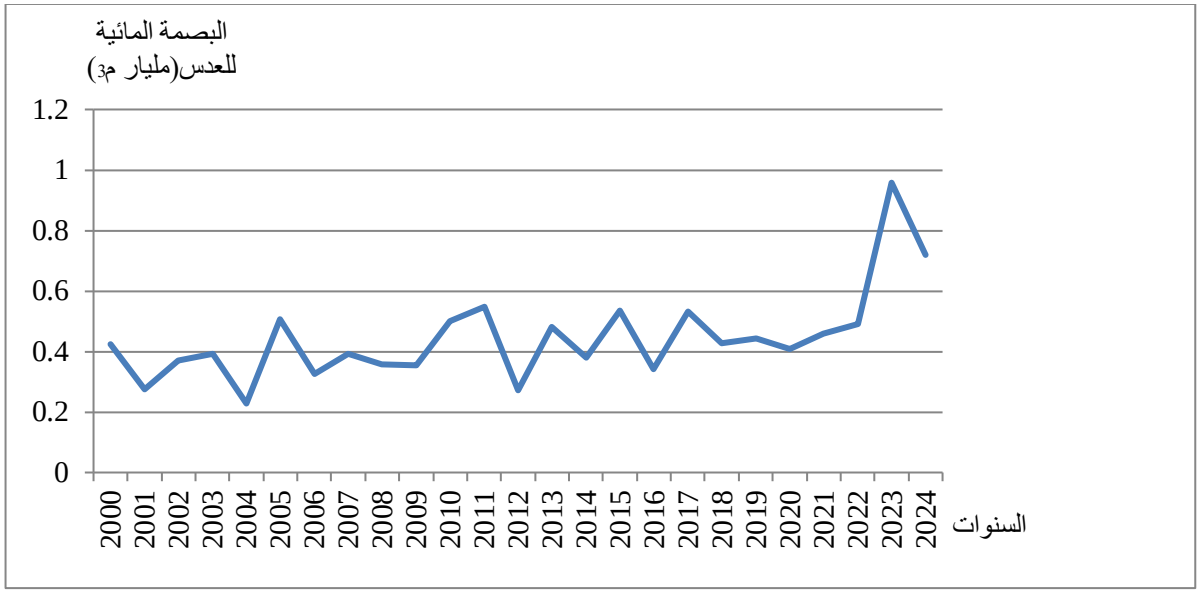
بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 15 و الشكل 17 و 41 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول الأرز بلغت أدناها سنة (2001) بـ (0,06 مليار متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2023) بـ (0,37 مليار متر مكعب) إذ نرى التزايد المتواصل خلال سنوات الدراسة.



الشكل 41: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأرز(2000-2024)

هـ/ العدس :

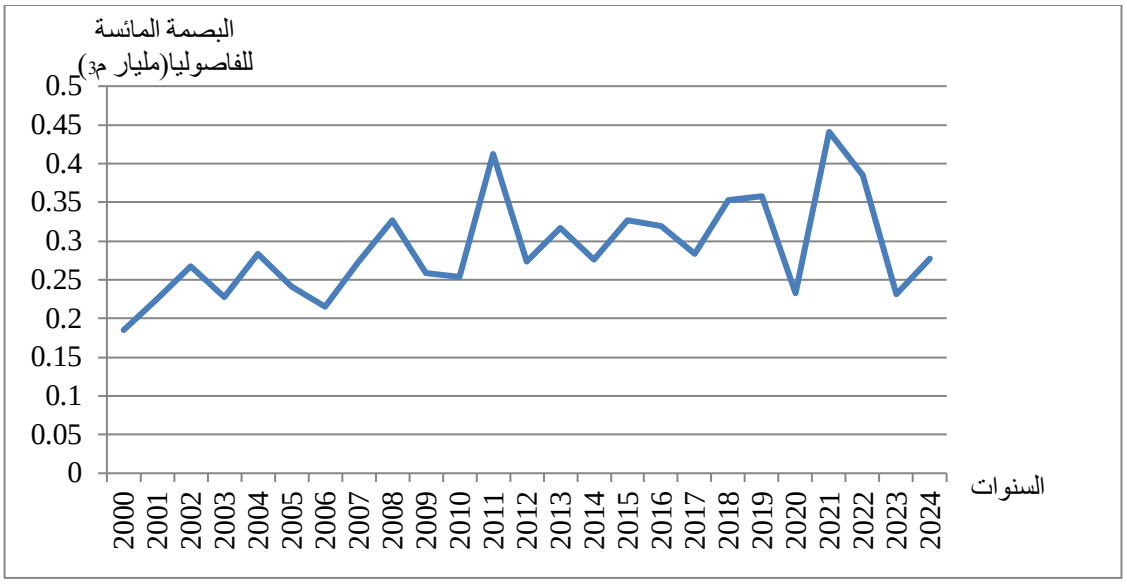
بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 16 و الشكل 18 و 42 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول العدس بلغت أدناها سنة (2004) بـ (0,22 مليار متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2023) بـ (0,96 مليار متر مكعب) حيث نرى التذبذب المستمر إلى غاية تسجيل أعلى بصمة مائية .



الشكل 42: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للعدس(2000-2024)

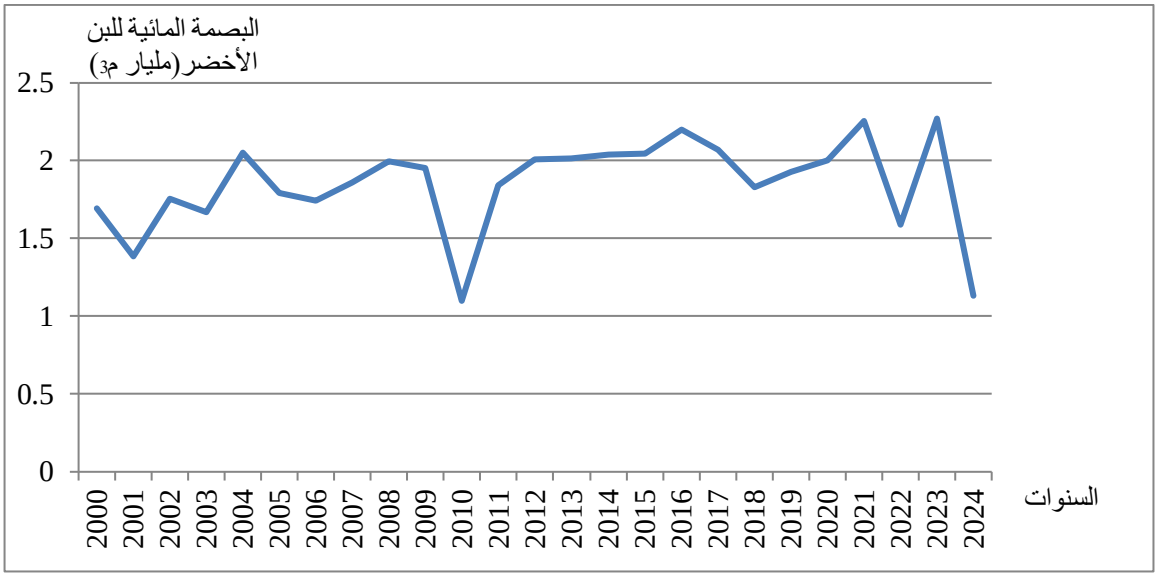
و/ الفاصوليا :

بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 17 و الشكل 19 و 43 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول الفاصوليا بلغت أدناها سنة (2000) بـ (0,18 مليار متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2021) بـ (0,44 مليار متر مكعب) حيث نرى التذبذب المتواصل خلال سنوات الدراسة.



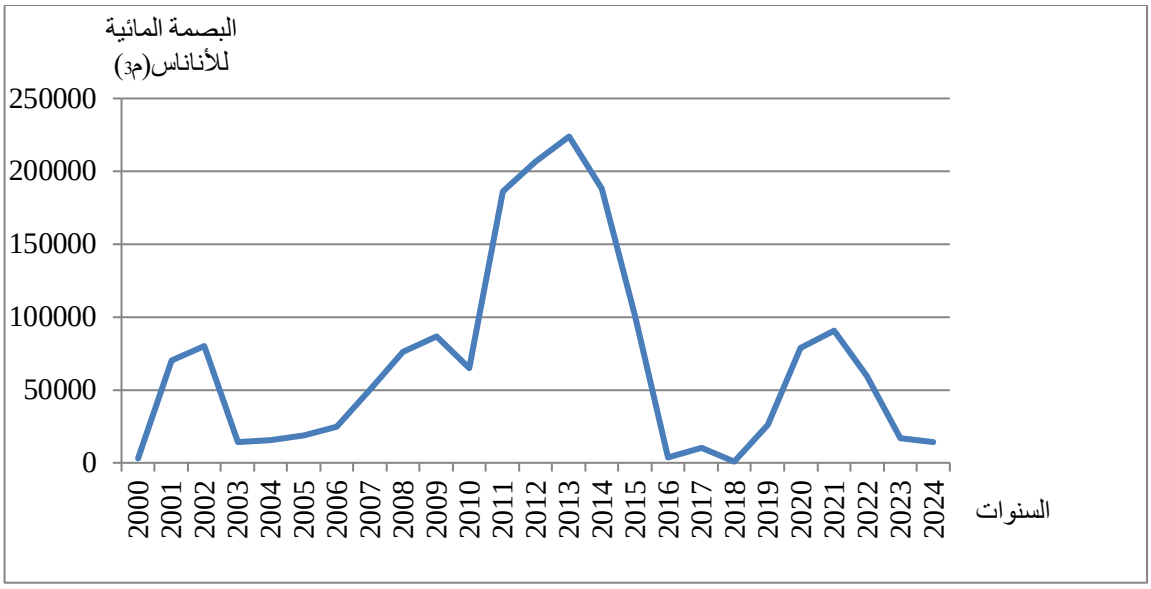
الشكل 43: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للفاصوليا(2000-2024)

ز/ البن الأخضر : بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 18 و الشكل 20 و 44 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول البن الأخضر بلغت أدناها سنة (2010) بـ (1,1 مليار متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2023) بـ (2,27 مليار متر مكعب) إذ نرى تذبذب البصمة المائية بين تزايد و تناقص.



الشكل 44:البصمة المائية للبن الأخضر(2000-2024)

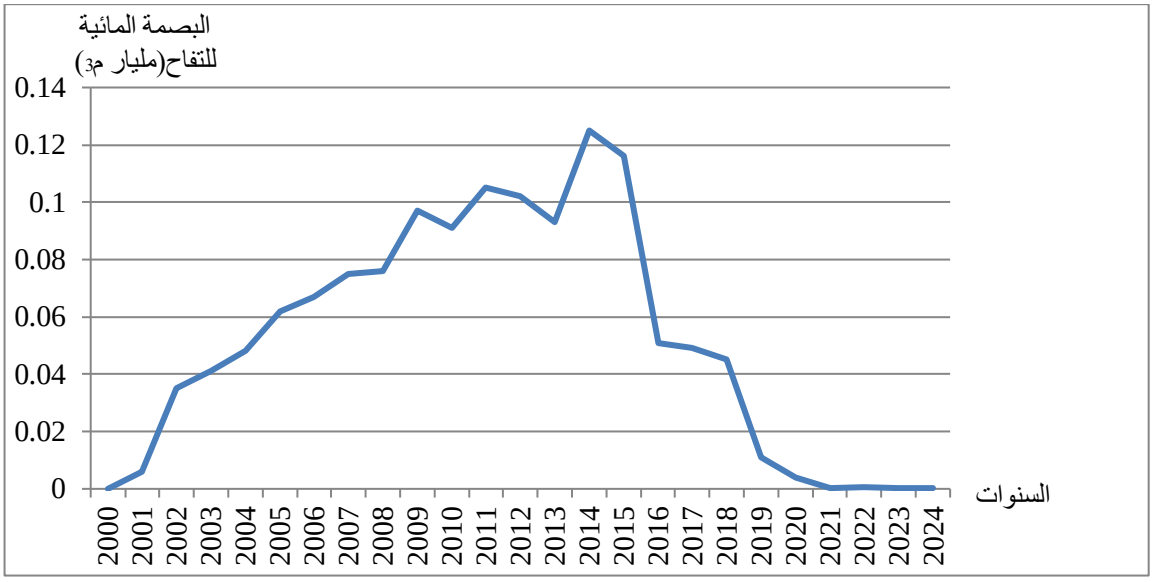
ح/ الأناناس : بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 19 و الشكل 21 و 45 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول الأناناس بلغت أدناها سنة (2018) بـ (828,75 متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2013) بـ (223890 متر مكعب) إذ نرى تزايد شبه مستمر إلى غاية تسجيل أعلى بصمة و من ثم التساقط الكبير .



الشكل 45: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأناناس(2000-2024)

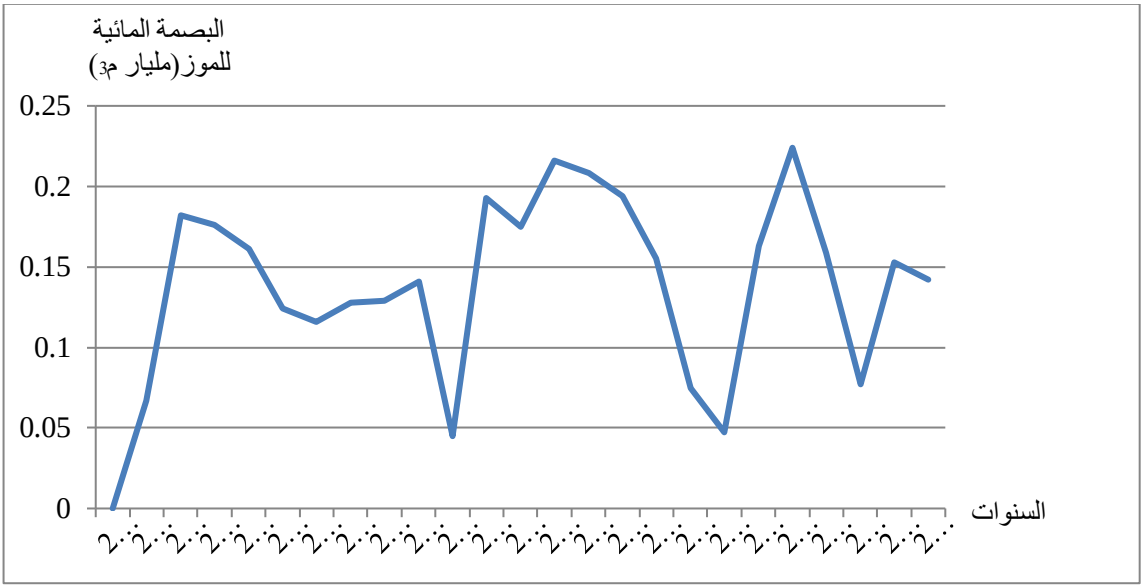
ط/ التفاح :

بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 20 و الشكل 22 و 46 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول التفاح بلغت أدناها سنة (2000) بـ (0 متر مكعب) و ذلك لعدم الاستيراد في هذه السنة أما أعلاها فكانت سنة (2014) بـ (0,125 مليار متر مكعب) حيث نرى التزايد الكبير إلى غاية أقصى بصمة و من ثم التراجع إلى غاية شبه الانعدام .



الشكل 46: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للتفاح(2000-2024)

ي/ الموز : بدراسة و تتبع المسار الزمني لبيانات الجدول 21 و الشكل 23 و 47 تبين أن البصمة المائية الكلية لمحصول الموز بلغت أدناها سنة (2000) بـ (0 متر مكعب) أما أعلاها فكانت سنة (2020) بـ (0,224 مليار متر مكعب) حيث نرى التذبذب المتواصل بين تزايد و تناقص .



الشكل 47: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للموز(2000-2024)

3-1/ متوسط المياه الافتراضية المصدرة و المستوردة :

1-3-1/ متوسط المياه الافتراضية المصدرة : يُعد متوسط المياه الافتراضية المتغير المحوري في نمذجة الحجم التراكمي للموارد المائية المستهلكة في سلاسل الإنتاج، و هو ما يعرف بمصطلح المحتوى المائي الخفي. إذ يتضح أن الجزائر تقوم بتصدير محاصيل ذات بصمة مائية عالية أبرزها التمور بحجم يفوق 130 مليون متر مكعب كما هو مبين في ما يلي :

التمر: 130607571 متر مكعب.

البطاطس: 132496,193 متر مكعب.

الطماطم: 12079,34508 متر مكعب.

البصل: 572698,632 متر مكعب.

البرتقال: 6187,019165 متر مكعب.

الليمون: 2451,64888 متر مكعب.

إجمالي متوسط الصادرات : 131333484 متر مكعب.

2-3-1/ متوسط المياه الافتراضية المستوردة : يتضح أن الجزائر تعتمد على استيراد متوسطات ضخمة من المياه الافتراضية سنويا خاصة في قطاع الحبوب و يعمل هذا الاستيراد على تخفيض الاجهاد المائي للطبقات الجوفية المحلية كما هو مبين في ما يلي:

القمح : 11782423403 متر مكعب.

الشعير : 697674211,7 متر مكعب.

الذرة : 3874817860 متر مكعب.

البن الأخضر : 1849224598 متر مكعب.

الأرز : 14205847,24 متر مكعب.

العدس : 445128424,6 متر مكعب.

الفاصوليا : 290200013,3 متر مكعب.

الأناناس : 68426,7 متر مكعب.

التفاح : 52200563,55 متر مكعب.

الموز : 138461380,6 متر مكعب.

إجمالي متوسط الواردات : 19144404729 متر مكعب.

2/-الصادرات الصناعية :

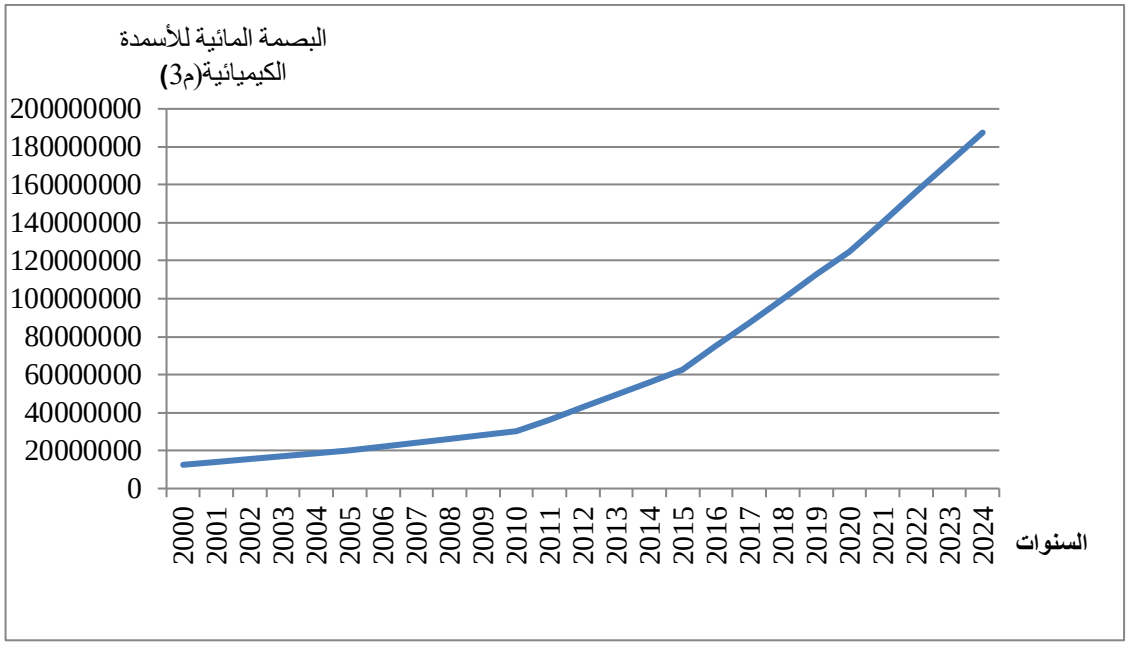
إن التجارة الخارجية لمجال الصناعة في الجزائر شهدت انتعاشا في أغلب الميادين نظرا لاقتحامها الفعلي للأسواق الدولية .

و تكشف القراءة الإحصائية للتدفقات المادية خلال النصف الثاني من فترة الدراسة (ما بعد 2017) عن تحول هيكلي عميق في الميزان التجاري الجزائري. فقد انتقلت البلاد من وضعية 'المستورد الصافي' للمدخلات الصناعية الثقيلة إلى موقع 'المُصدر الفاعل' وهو ما تترجمه القفزة القياسية في الكميات الفيزيائية المصدرة من الإسمنت، الأسمدة، والمنتجات الحديدية.

ومع ذلك، فإن ترجمة القفزة الكمية في الصادرات الصناعية إلى أرقام مائية تظهر كلفة بيئية خفية إذ لا يقتصر الأثر على الاستهلاك المباشر للمياه الزرقاء فحسب، بل يتعداه إلى تضخم البصمة المائية الرمادية فكل طن إضافي من الأسمدة أو الإسمنت يولد نفايات كيميائية تتطلب كميات هائلة من المياه لتخفيف تركيزها في الأوساط المستقبلة كالوديان والمياه الجوفية وإعادتها إلى المعايير البيئية المقبولة.

و تأسيساً على ما سبق، يمكن القول إن المكتسبات التجارية المحققة في قطاع التصدير الصناعي تظل ناقصة اقتصادياً ما لم تُخصم منها التكلفة البيئية. إن النمو المادي للصادرات الصناعية ساهم في تضخيم البصمة المائية الوطنية (بشقيها الأزرق والرمادي)، مما يفرض على صناع القرار دمج شرط "الكفاءة المائية" ضمن دفتر شروط الاستثمار الصناعي الموجه للتصدير، لضمان ألا يكون هذا التطور الصناعي على حساب جودة ومخزون المياه للأجيال القادمة.

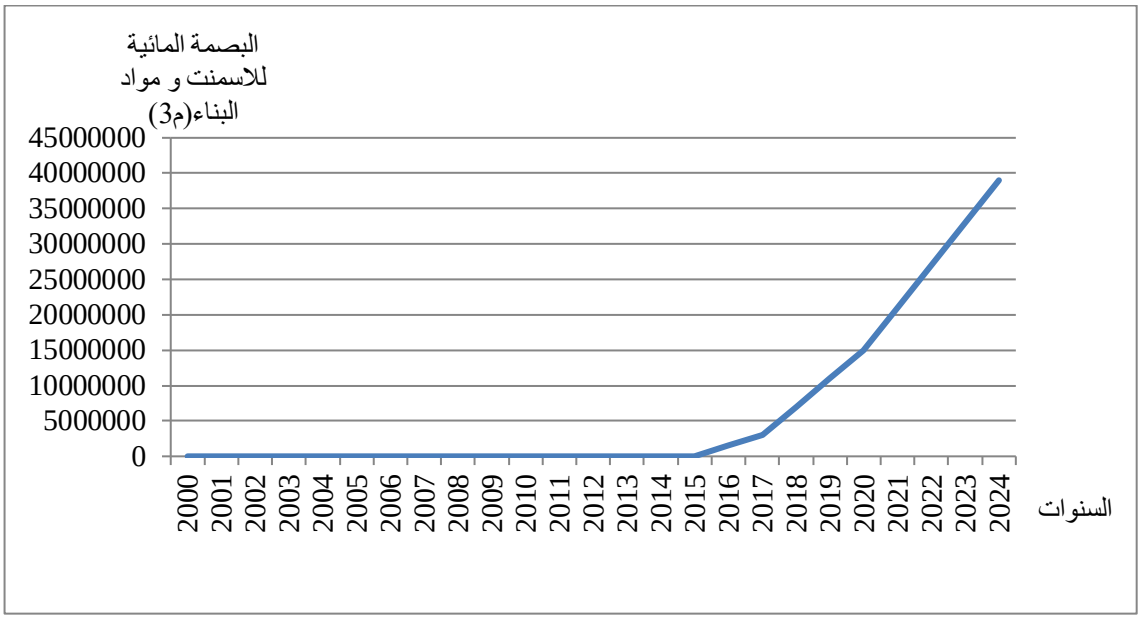
1-2 الأسمدة الكيميائية : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 24 و الشكل 24 و 48 إتضح أن البصمة المائية الكلية للأسمدة الكيميائية بلغت أدناها سنة (2000) بـ (12500000 متر مكعب) و بلغت أقصاها سنة (2024) بـ (187500000 متر مكعب) إذ نرى تزايد مستمر و متواصل للبصمة المائية في كل سنة.



الشكل 48: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية المصدر (2000-2024)

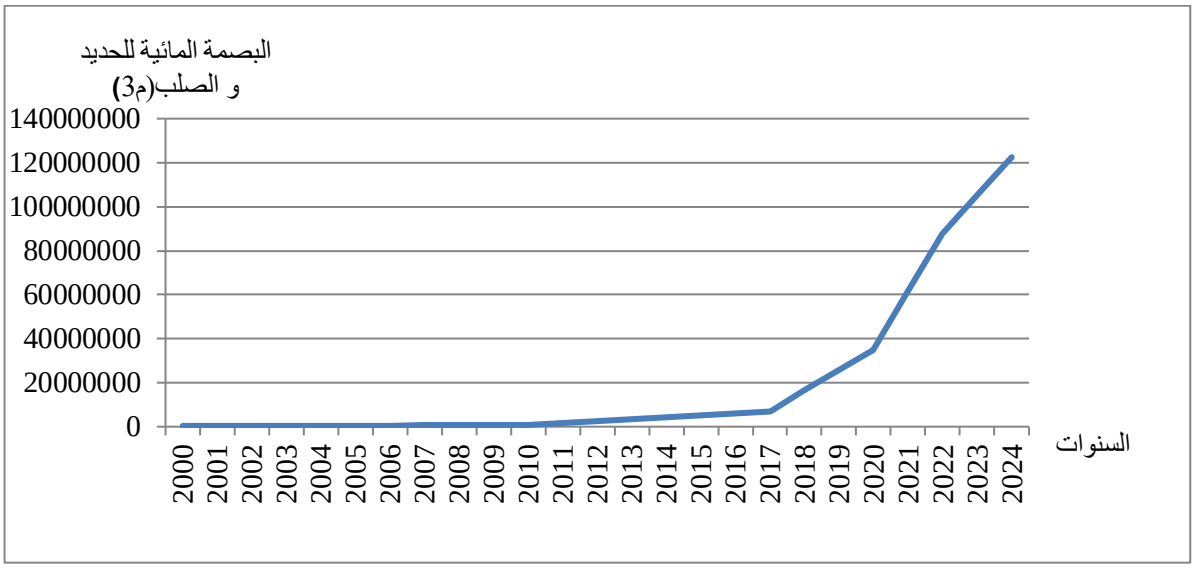
2-2 الإسمنت و مواد البناء : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 24 و الشكل 25 و 49 إتضح أن البصمة المائية الكلية للإسمنت و مواد البناء بلغت أدناها سنة ([2000-2015]) بـ (0 متر مكعب) و هذا يعود للاعتماد الكلي للجزائر على الاستيراد في هذه السنوات قبل أن تتحول من بلد مستورد إلى بلد

مصدر بداية من سنة (2016) حيث نرى تزايد مستمر للبصمة المائية حتى بلغت أقصى قيمة سنة (2024) بـ (39 مليون متر مكعب).



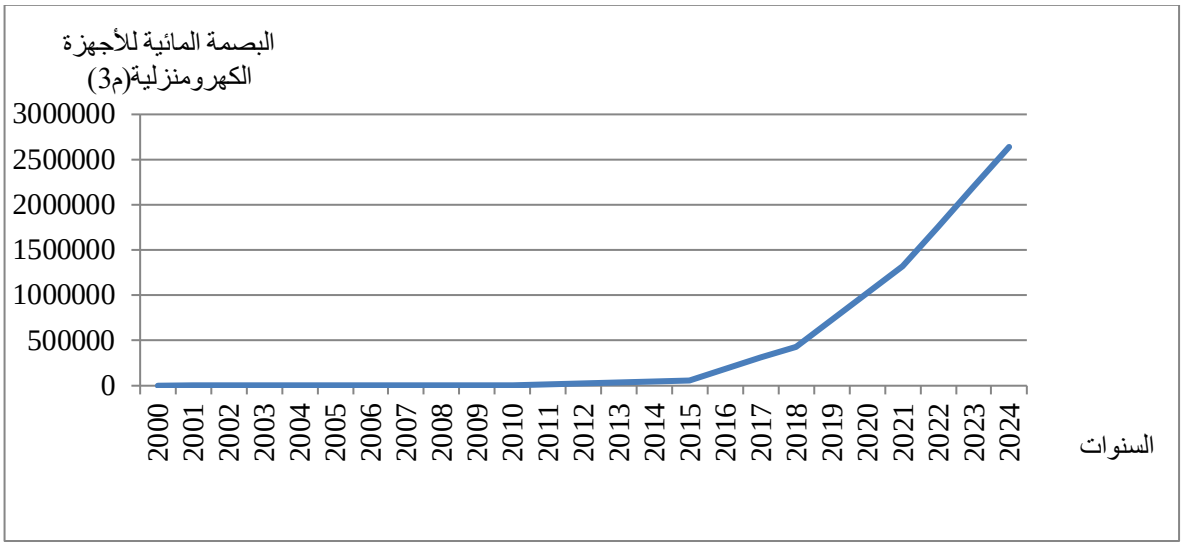
الشكل 49: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء المصدر (2000-2024)

3-2 الحديد و الصلب : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 24 و الشكل 26 و 50 إتضح أن البصمة المائية الكلية للحديد و الصلب بلغت أدناها سنة (2000) بـ (350000 متر مكعب) أما أقصاها فكانت سنة (2024) بـ (122.5 مليون متر مكعب) و هذا ما يبين التزايد المستمر للبصمة المائية .



الشكل 50: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب المصدر (2000-2024)

4-2 الأجهزة الكهرومنزلية : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 24 و الشكل 27 و 51 إتضح أن البصمة المائية الكلية بلغت أدناها سنة (2000) بـ (0 متر مكعب) أما أقصاها فكانت سنة (2024) بـ (2.6 مليون متر مكعب) كما نلاحظ بداية التزايد المستمر منذ سنة (2019).



الشكل 51: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرومنزلية المصدرة (2000-2024)

5-2 متوسط المياه الافتراضية للصادرات :

الأسمدة الكيميائية : 65250000 متر مكعب .

الإسمنت و مواد البناء : 6300000 متر مكعب .

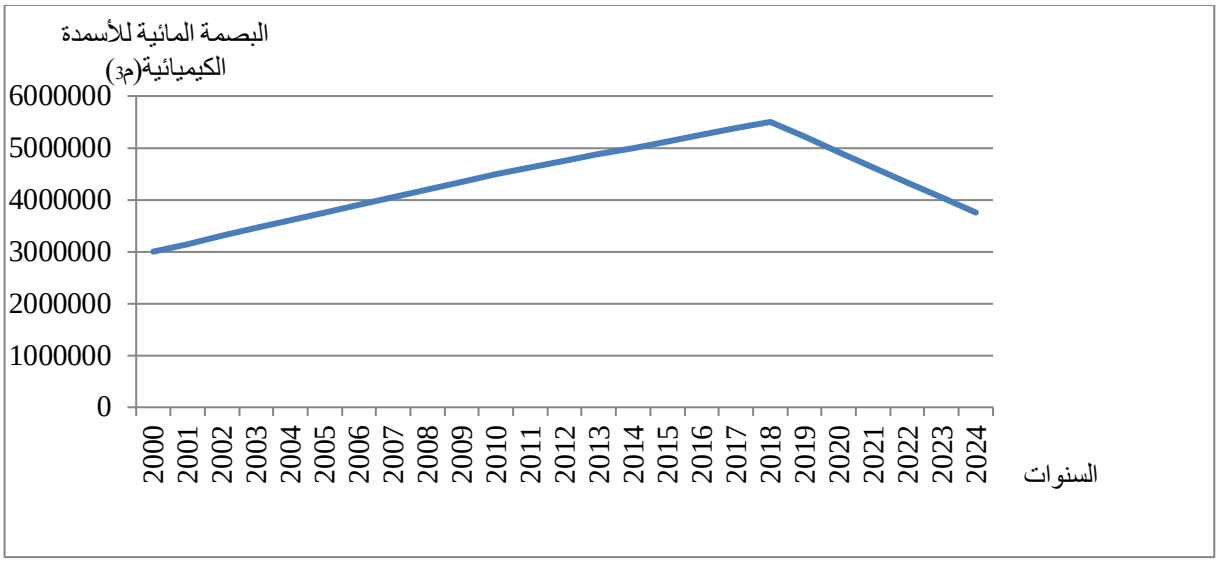
الحديد و الصلب : 19565000 متر مكعب .

الأجهزة الكهرومنزلية : 433200 متر مكعب .

إجمالي متوسط الصادرات : 91548200 متر مكعب .

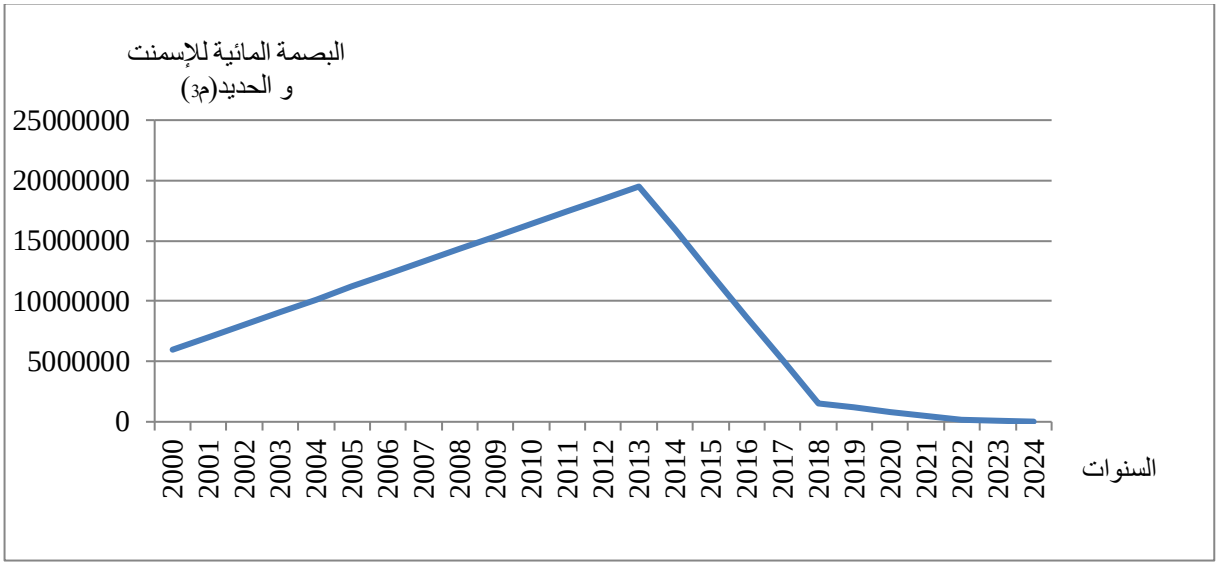
3/- الواردات الصناعية :

1-3 الأسمدة الكيميائية : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 25 و الشكل 28 و 52 إتضح أن البصمة المائية الكلية للأسمدة الكيميائية بلغت أدناها سنة (2000) بـ (3 مليون متر مكعب) أما أقصاها فكانت سنة (2018) بـ (5.5 مليون متر مكعب) إذ نلاحظ تراجع مستمر من هذه السنة بعدما كانت البصمة المائية في تزايد مستمر من سنة 2000 و يعود هذا التراجع للاهتمام الكلي بتصدير الأسمدة الكيميائية .



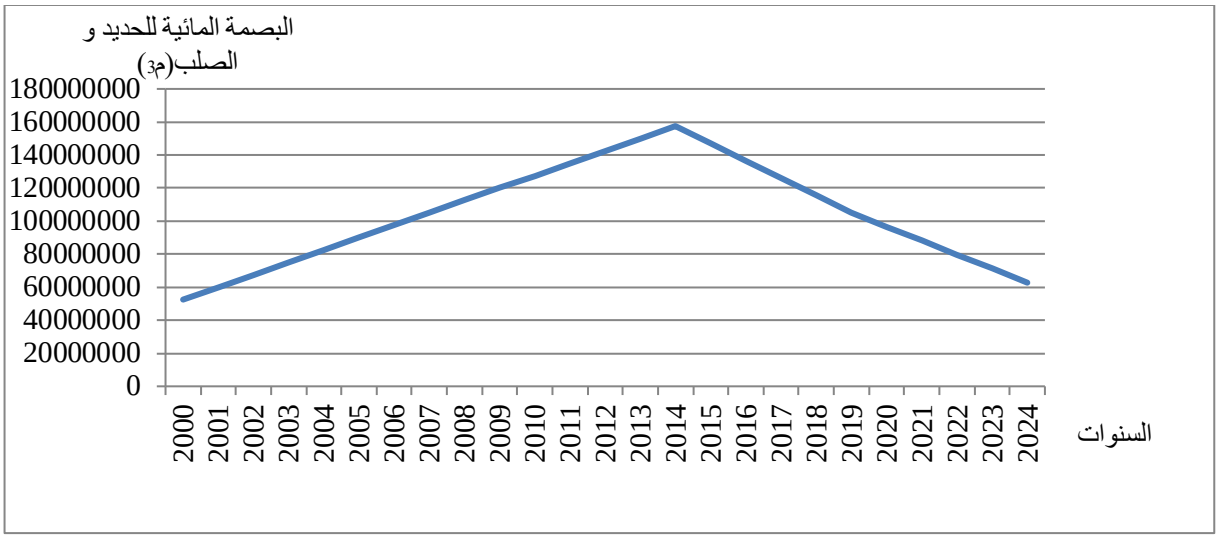
الشكل 52: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأسمدة الكيميائية المستوردة (2000-2024)

2-3 الإسمنت و مواد البناء : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 25 و الشكل 29 و 53 إتضح أن البصمة المائية الكلية للإسمنت و مواد البناء بلغت أدناها سنة (2024) بـ (15000 متر مكعب) و بلغت أقصاها سنة (2013) بـ (19.5 مليون متر مكعب) حيث نرى التراجع المستمر من هذه السنة و ذلك للاستحواذ الكلي للجزائر على تصدير الإسمنت و الاستغناء على الاستيراد سنة بسنة .



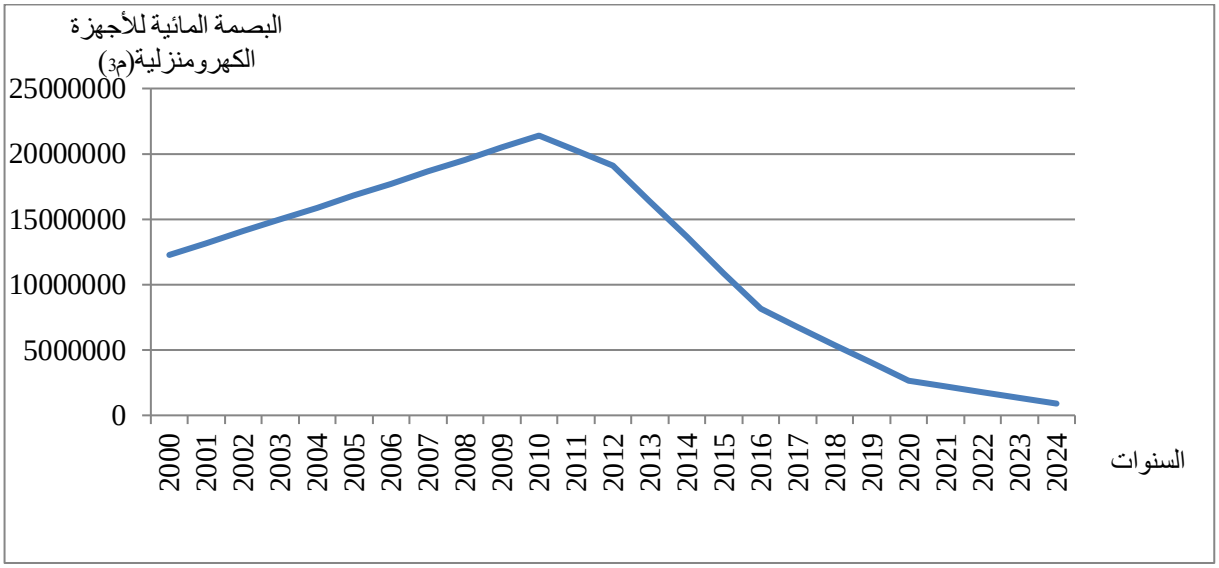
الشكل 53: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للإسمنت و مواد البناء المستوردة (2000-2024)

3-3 الحديد و الصلب : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 25 و الشكل 30 و 54 إتضح أن البصمة المائية الكلية للحديد و الصلب بلغت أدناها سنة (2000) بـ (52.5 مليون متر مكعب) أما أقصاها فكانت سنة (2014) بـ (157.5 مليون متر مكعب) إذ كانت هذه السنة هي ذروة البصمة المائية حيث بعد التزايد المستمر نرى التراجع المستمر بعدها .



الشكل 54: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للحديد و الصلب المستورد (2000-2024)

4-3 الأجهزة الكهرومنزلية : بدراسة و تتبع المسار الزمني للجدول 25 و الشكل 31 و 55 إتضح أن البصمة المائية الكلية للأجهزة الكهرومنزلية بلغت أدناها سنة (2024) بـ (900000 متر مكعب) أما أقصاها فكانت سنة (2010) بـ (21.4 مليون متر مكعب) و من ثم التراجع المستمر إلى غاية سنة 2024 و هذا راجع للدخول القوي و المنافسة للجزائر في سوق الصادرات.



الشكل 55: منحنى بياني يمثل البصمة المائية للأجهزة الكهرومنزلية المستوردة (2000-2024)

5-3 متوسط المياه الافتراضية للواردات :

الأسمدة الكيميائية : 4345000 متر مكعب .

الإسمنت و مواد البناء : 8988900 متر مكعب .

الحديد و الصلب : 104160000 متر مكعب .

الأجهزة الكهرومنزلية : 11941200 متر مكعب .

إجمالي متوسط الواردات : 129435100 متر مكعب .

4/- فارق المياه الافتراضية للتجارة الخارجية : لمعرفة فارق المياه الافتراضية للتجارة الخارجية نقوم بحساب الفرق بين إجمالي متوسط الصادرات و الواردات .

فلاحيا :

فارق المياه الافتراضية = إجمالي متوسط الواردات – إجمالي متوسط الصادرات .

19144404729 – 131333484 = 19013071245 (متر مكعب)

إن الجزائر تقوم بتصدير حوالي 131333484 متر مكعب سنويا من المياه الافتراضية و بالمقابل تستورد حوالي 19144404729 متر مكعب سنويا بفارق يبلغ 19013071245 متر مكعب.

صناعيا :

129435100 – 91548200 = 37886900 (متر مكعب)

إن الجزائر تقوم بتصدير حوالي 129435100 متر مكعب سنويا من المياه الافتراضية و بالمقابل تستورد حوالي 91548200 متر مكعب سنويا بفارق يبلغ 37886900 متر مكعب.

تشير النتائج المتحصل عليها إلى وجود فائض إيجابي في ميزان المياه الافتراضية، حيث تجاوزت كمية المياه الافتراضية المستوردة نظيرتها المصدرة خلال الفترة المدروسة و هذا ما يوضح الاستهلاك الكبير للماء عن طريق استيراد محاصيل ذات بصمة مائية كبيرة. و من منظور هيدرولوجي و بيئي يترجم هذا الوضع إلى ما يسمى بالتوفير الوطني للمياه غير المباشرة حيث أن استيراد المنتجات ذات الكثافة المائية المرتفعة يشكل درعا واقيا للمياه الجوفية خاصة تلك التي تعاني من بطئ في معدل التجديد.

و تبين هذه الدراسة أن هذا الاستيراد للمياه الافتراضية يعمل كخزان خارجي حيث يحمي الخزانات الجوفية المحلية من الاستنزاف الجائر خاصة في المناطق الجافة.

الخاتمة

الخاتمة :

سعت هذه الدراسة إلى مقاربة إشكالية الأمن المائي في الجزائر من منظور اقتصادي وبيئي متجدد، متجاوزةً بذلك التحليلات النقدية التقليدية للتجارة الخارجية، لتغوص في عمق التدفقات المادية وتقييم "البصمة المائية" والتبادل التجاري لـ "المياه الافتراضية" خلال الفترة الممتدة من 2000 إلى 2024. ومن خلال الاعتماد المنهجي الصارم على الكميات الفيزيائية للصادرات والواردات، تمكنا من إزاحة الستار المالي لكشف العبء المائي والبيئي الحقيقي الذي يتحمله الاقتصاد الوطني.

وقد أفرزت المعالجة التحليلية للبيانات جملة من النتائج الجوهرية، حيث على صعيد الواردات والادخار المائي أكدت الدراسة أن الواردات الجزائرية، لا سيما الفلاحية منها (كالحبوب)، تلعب دوراً استراتيجياً في تخفيف الضغط على الموارد المائية المحلية. إن استيراد هذه السلع كثيفة الاستهلاك للـ "المياه الخضراء و الزرقاء" يمثل في جوهره استيراداً لـ "مياه افتراضية"، مما يسمح للجزائر بتوفير مليارات الأمتار المكعبة من مياهها المحلية وتوجيهها لتلبية الاحتياجات الحيوية الأخرى. أما على صعيد الصادرات و استنزاف الموارد المائية كشف تحليل الهيكل التصديري عن مفارقات بيئية حادة، فصادرات القطاع الفلاحي (مثل التمور والحمضيات) تعتمد بشكل مكثف على "المياه الزرقاء"، مما يعمق من استنزاف الخزانات الجوفية غير المتجددة. أما القطاع الصناعي، الذي شهد طفرة كمية غير مسبوقة (كالتحول نحو التصدير الكثيف للإسمنت والأسمدة والحديد)، فقد أبرزت الدراسة أن تكلفته لا تكمن فقط في استهلاك المياه، بل تتمثل خطورته الكبرى في التوسع الهائل لـ "البصمة المائية الرمادية". إن تصدير ملايين الأطنان من هذه المواد يعكس في طياته تصديراً لعبء بيئي محلي يتمثل في تلوث المياه وارتفاع تكاليف معالجتها.

حيث أثبتت هذه الدراسة أن الحجم التراكمي لتدفقات المياه الافتراضية المستوردة خلال فترة الدراسة قد تجاوز عتبة 19 مليار متر مكعب و هو ما يعادل تقريبا ضعفي الموارد المائية السطحية المتجددة سنويا و بالمقابل تقوم بتصدير ما يقارب 250 مليون متر مكعب من المياه الافتراضية .

أهم التوصيات :

ضرورة تبني معيار البصمة المائية كأداة توجيهية في صياغة السياسات التجارية، بحيث تُمنح الأولوية لتصدير المنتجات ذات القيمة المضافة العالية والبصمة المائية (الزرقاء والرمادية) المنخفضة.

إلزام المجمعات الصناعية الكبرى بتبني تقنيات الإنتاج النظيف وتدوير المياه لتقليص البصمة المائية الرمادية التي تستنزف جودة المياه المحلية.

الخاتمة

إن المياه في الجزائر ليست مجرد مُدخل من مُدخلات الإنتاج، بل هي رصيد سيادي للأجيال القادمة. وعليه، فإن أي طموح لتحقيق نمو اقتصادي عبر بوابة التجارة الخارجية يجب أن يكون مشروطاً بضمان الاستدامة المائية، لكي لا يكون نجاحنا التجاري اليوم على حساب أمننا المائي غداً.

كما أقترح على الباحثين من بعدي على إجراء دراسات جغرافية دقيقة تقيس البصمة المائية لولاية جزائرية معينة.

أو إجراء أبحاث تقيس البصمة المائية المباشرة للأفراد (الاستهلاك المنزلي) ومقارنتها بالبصمة الافتراضية.

قائمة المصادر و المراجع

قائمة المصادر و المراجع :

المصادر العربية :

1. الدناصوري ، فوزي محمد و فواز ، محمود محمد و السعدي ، أحمد بدير و عبد المالك ، محمد أشرف. (2019) دراسة اقتصادية للبصمة المائية و تجارة المياه الافتراضية لأهم محاصيل الحبوب في مصر. مجلة العلوم الزراعية المستدامة .45.
2. العربية(2025) . الجزائر الأولى إفريقيا في تحلية مياه البحر بإنتاج 3.7 مليون متر مكعب يومياً، https://www.alarabiya.net .
3. الديوان الوطني للإحصائيات (2022)، التقرير السنوي للمؤشرات الجغرافية والاقتصادية.
4. الديوان الوطني للإحصائيات" :(ONS) تطور المؤشرات الاقتصادية الكلية: التجارة الخارجية والإنتاج الصناعي"، النشرة الفصلية، الجزائر، 2025.
5. المديرية العامة للجمارك الجزائرية (2024) .التقارير السنوية لحركة التجارة الخارجية: واردات السلع التجهيزية المنزلية حسب البند الجمركي والوزن .المركز الوطني للإعلام الآلي والإحصائيات(CNIS) ، الجزائر.
6. المديرية العامة للجمارك (2024) .إحصائيات التجارة الخارجية حسب فصول التعريفة الجمركية: الكميات الفيزيائية للواردات الصناعية (2000-2024) .المركز الوطني للإعلام الآلي والإحصائيات(CNIS) ، الجزائر.
7. الوكالة الوطنية للسدود والتحويلات" :(ANBT) البطاقة التقنية لسد بني هارون: الخصائص والهياكل"، وزارة الموارد المائية، الجزائر، 2024.
8. بكدي،فاطمة (2020). تجارة المياه الافتراضية: الحدود و الأبعاد. مجلة الاستراتيجية و التنمية. الجزائر، المجلد 10/ العدد 5: 279-297.
9. "تجربة الجزائر في الانتقال إلى اقتصاد السوق وإشكالية تطور الصناعة ." Revue d'économie et de statistique appliqué. 2015 يونيو 30 ج. 12 ع. 1: 54–71.
10. جيهان عمر خالد العماري (2022) . دراسة اقتصادية للبصمة المائية و المياه الافتراضية لأهم الاستيرادات الغذائية للعراق. كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة بغداد، العراق.141 .
11. رفاعي، جيهان . (2018) الاقتصاد المائي. https://alfallahalyoum.news.
12. سلام ، أسامة محمد .(2017) . البصمة المائية المصرية مؤشر أمن الماء و الغذاء، علوم المياه، القاهرة، بدون دار نشر،197 .
13. محسن زوبيدة ، بوخلالة سهام،(2016). الموارد المائية في الجزائر وآليات تنميتها من منظور الاقتصاد الاسلامي، مجلة الدراسات الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر،199-228.
14. محمد ، ولاء حسين عبد الله و الأعسر ، خديجة محمد . (2016). البصمة المائية و أثرها على التجارة الخارجية للسلع الزراعية المصرية. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي– مجلد (26) العدد (2): 697-714.

15.مرصد الصحراء والساحل (2020)(OSS) .إدارة النظام المائي للصحراء الشمالية :(SASS) التحديات والنمذجة .منشوراتOSS ، تونس.
16.مغربي خيرة، كتوش عاشور(2017)، واقع الموارد المائية في الجزائر واقتصادياتها. مجلة اقتصاديات شمال إفريقيا، العدد 16: 255-268.
17.وزارة التجارة وترقية الصادرات (الجزائر) : " التقرير السنوي حول حصيلة التجارة الخارجية: تطور الصادرات خارج المحروقات"، منشورات الوزارة، الجزائر، 2024.
18. وزارة التجارة وترقية الصادرات (2024) .التقرير السنوي حول هيكل الواردات والشركاء التجاريين للجزائر .الجزائر.
19.وزارة التجارة وترقية الصادرات (2024) .تحليل هيكل الواردات الجزائرية حسب مناطق التبادل الحر والشركاء الاقتصاديين .التقارير الدورية (2000-2024)، الجزائر.
20.وزارة الموارد المائية والأمن المائي. (2023) .الإستراتيجية الوطنية للمياه وآفاق تسيير الموارد المائية في الجزائر .الجزائر.

المصادر الأجنبية :

01.Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome,15p.
02.Boualem Remini (2005). La problématique de l'eau en Algérie. Alger : Office des Publications Universitaires (OPU),162p.
03.Bouchekima B, Bechki D, Bouguettaia H, Boughali S and Tayeb Meftah M, 2008. 'The underground brackish waters in South Algeria: Potential and viable resources'. Laboratoire de Développement des Energies Nouvelles et Renouvelables dans les Zones Arides Sahariennes, Université de Ouargla.
04.CNIS (Centre National de l'Informatique et des Statistiques). Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie : Exportations hors hydrocarbures par quantités physiques (2000-2024). Direction Générale des Douanes, Alger.
05.CNIS (Centre National de l'Informatique et des Statistiques). Statistiques des exportations hors hydrocarbures : Biens d'équipement ménager et électronique (Quantités en Tonnes, 2000-2024*)*. Direction Générale des Douanes, Alger.
06.Fanack Water.(n.d). Water resources in Algeria: https://water.fanack.com/algeria/water-ressources/
07. Franke, N. A., Boyacioglu, H., & Hoekstra, A. Y. (2013). The grey water footprint accounting: Guidelines for tin-lining specific pollutants to

the primary crop production. Value of Water Research Report Series No. 65, UNESCO-IHE ,64p.

08. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. Groundwater Management in Algeria: Draft Synthesis Report.
09. Food and Agriculture Organization (FAO) .(2015). AQUASTAT, profile Algeria.
10. Food and Agriculture Organization (FAO). (2022). AQUASTAT Country Profile – Algeria.
11. Food and Agriculture Organization (FAO).(2024). AQUASTAT Core Database - Algeria.
12. Gerbens-Leenes, P. W., Hoekstra, A. Y., & Bosman, R. (2018). The blue and grey water footprint of construction materials: Steel, cement and glass. Water Resources and Industry, 19, 1-12.
13. GIZ/BGR/OSS, 2016. Projet CREM: Etude d'évaluation du secteur de l'eau en Algérie, Etat des Lieux.
14. - Haddadin M.J - 2003 - exogenous water : A conduit to globalization of water resources .In : Hoekstra AY - ed Virtual water trade :Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade Value of Water Research Report Series No.12 - UNESCO-IHE – Delft - Netherlands, http//:www.waterfootprint.org/Reports,14p.
15. Hamiche A, Stambouli A and Flazi S, 2016. 'A review on the water and energy sectors in Algeria: Current forecasts, scenario and sustainability issues'. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41:261-276.
16. Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). Water footprint assessment: Manual and global standard. London, UK:Earthscan,228p.
17. IPEMED, 2013. État des lieux du secteur de l'eau en Algérie. Institut de Prospective Économique du monde Méditerranéen.
18. ITC (International Trade Centre). Trade Map - Trade statistics for international business development (Algeria: Exports in Tons). Geneva, Switzerland.
19. MADR (2024). Rapports annuels sur l'utilisation des intrants agricoles et le développement des filières végétales. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie.

20. Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrology and Earth System Sciences, 15(5), 1577-1600.
21. Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2016). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products.
22. MCEPE(2024).Bilans annuels des exportations des industries électroniques et électroménagères en Algérie. Alger, Algérie.
23. ONM (Office National de la Météorologie). Rapports annuels sur les caractéristiques climatiques et la pluviométrie en Algérie *(2000-2024).* Alger, Algérie.
24. ONS (Office National des Statistiques)(2024). Évolution de la production industrielle et indices de valeurs unitaires du commerce extérieur : Section Industrie de transformation. Alger, Algérie.
25. World Health Organization. (2011). Guidelines for drinking-water quality (4th ed.). WHO Press, Geneva, Switzerland.