الزراعة الذكية مناخياً وإدارة انبعاثات الميثان في زراعة الأرز في مصر

إعداد

د داليا مصطفى علي

مدرس الجغرافيا الطبيعية – كلية الآداب – جامعة الفيوم

الإستشهاد المرجعى:

داليا مصطفى علي (2022). الزراعة الذكية مناخياً وإدارة انبعاثات الميثان في زراعة الأرز في مصر. ـ حولية كلية الآداب. جامعة بني سويف.- مج11، ج3.- ص ص1085- 1125

المستخلص:

يواجه العالم تحديات كبيرة تتعلق بتغير المناخ وإرتفاع درجات الحرارة، وتأثير ذلك علي زيادة الاستهلاك المائي للمحاصيل وتأثر جودتها وإنتاجيتها بنقص المياه، وتعتبر الزراعة الذكية مناخيا CSA هي السبيل الوحيد لمواجهة كل هذه التحديات، من خلال الإدارة المستدامة لموارد المياه مع المحافظة علي الإنتاجية الزراعية، ويعتبر الأرز محصول استراتيجي يساعد علي دعم الأمن الغذائي المصري، كما يعتبر من مصادر انبعاث غاز الميثان CH_4 أحد الغازات المسببة للإحتباس الحراري، ويتناول البحث هذه المشكلة من خلال ثلاث محاور هى :

المحور الأول: الأهمية الاستراتيجية للأرز في مصر من خلال دراسة إستهلاك وإنتاج وتوزيع الأرز في مصر وتبين تطور وتزايد إستهلاك الأرز بتطور زيادة السكان خلال العشرين سنة الأخيرة

المحور الثاني : دراسة الإحتياجات المناخية والمائية لزراعة الأرز وحساب الاستهلاك المائي للأرز في مصر، ثم تحديد المقنن المائي لكل محافظة، وتحديد مناطق الزراعة المثلي للأرز في مصر.

المحور الثالث : دراسة طرق تخفيض انبعاثات غاز الميثان من حقول الأرز في مصر،وتم استخدام برنامجExcel لعمل التحليلات الإحصائية والرسوم البيانية،وبرنامج Cropwat 0.8 لحساب الاستهلاك المائي للأرز، وبرنامج Arc Gis لرسم الخرائط.

وتوصي الدراسة بتخصيص محافظات الدلتا لزراعة الأرز وعدم تفضيل الزراعة في محافظات مصر الوسطي وأسيوط ،ومنع زراعته تماماً في الوادي الجديد، كما توصي بزراعة الأصناف مبكرة النضج والأرز الجاف، واستخدام اساليب الري المتقطع والتسطير.

الكلمات المفتاحية:

الزراعة الذكية مناخياCSA، التبخر النتح المعياري ETo،معامل المحصولKc، الإستهلاك المائي Etc، كفاءة الري CWP ، الميثانCH4 ، الأرز الجاف.

المقدمة:

تعد الزراعة من أهم مجالات التنمية الاقتصادية في مصر، وفي الوقت نفسه فإن العديد من الممارسات الزراعية الحالية تضر بالبيئة وتشكل مصدر رئيسيلانبعاثات غازات الدفيئة المسبب الرئيسي للإحترار العالمي، حيث يسهم قطاع الزراعة بنسبة 14.9% من إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة في مصر(48390 جيجا جرام من ثاني أكسيد الكربون المكافئ عام 2015 إلا أنه القطاع الوحيد في القطاعات الرئيسية المسببة لانبعاثات غازات الدفيئة الذي شهد إنخفاض بنسبة 7% من عام 2005–2015 في حين زادات القطاعات الأخري مثل قطاع الطاقة (40%) والصناعة (49%) والمخلفات 34% (BUR، 2018، ص38).

وتسعي منظمة الأغذية والزراعة FAO (الفاو) الي مواجهة تغير المناخ من خلال تبني اساليب جديدة في الزراعة مثل منهجية الزراعة الذكية مناخيا (CSA) Climate Smart Agriculture التي تهدف إلي التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها من خلال اتباع بعض الاساليب والطرق الزراعية الجديدة، وذلك من خلال ثلاث محاور رئيسية هي :

أولا: نظم الإنتاج الفعال المستديم عن طريق تنويع نظم الإنتاج وإدارة نظم البيئة الزراعية وتحسين سبل المعيشة للمزارع .

ثانيا:عمل إدارة متكاملة لإدارة المخاطر المرتبطة بتغير المناخ وإتخاذ إجراءات بناء القدرة علي التكيف معه.

ثالثا: الاستدامة وتقليل الانبعاثات الزراعية عن طريق كفاءة استخدام الموارد من خلال الحصول علي أصناف أكثر تحملا لظروف الحرارة المرتفعة والجفاف والملوحة. (ClimateSmartAgriculture .FAO) (CH4 Emissions from Rice Agriculture, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, p400)

ويندرج هذا البحث تحت المحور الثالث من محاور منهجية الزراعة الذكية مناخيا والخاص بإستدامة الموارد وتقليل الانبعاثات الزراعية بإختيار محصول الأرز كمحصول استراتيجي يعتمد عليه المواطن المصري بصورة أساسية، ويعتبر من المحاصيل العالية الاستهلاك للمياهوالتي يتأثر انتاجيتها بشدة بتناقص هذا المورد، من ناحية أخري تعتبر زراعة الأرز من أكبر مصادر انبعاث غاز الميثان،والذي بدوره مصدر مهم لانبعاثات غازات الدفيئة فالميثان له تأثير كبير علي الاحتباس الحراري مابين 28 و84 مرة أعلي من ثاني اكسيد الكربون (A. D.Pinto.& Others, 2016,P 180)، ولذلك يعد تخفيض انبعاثات غاز الميثان من أهم الاجراءات المساهمة في التخفيف من تغير المناخ الذي دعا اليه اتفاق

باريس، حيث تشكل زراعة الأرز فقط نحو خمس إلي ربع انبعاثات الميثان العالمية ، ويمكن خفض هذة النسب من خلال عمل تغيرات في نظم الري عند زراعة الأرز، حيث أن 50 بالمائة من الأرضي الزراعية المستخدمة في زراعة الأرز هي أراضي مروية بالغمر، ويستطيع مزارعي الارز باستخدام بعض الاساليب منها تقليل كمية المياه أثناء عملية غمر الأرز والتي ينتج عنها انبعاث غاز الميثان (الخولي وآخرون، 2014 ،ص 104) .

الهدف من الدراسة :

تهدف هذه الدراسة الي:

1- توضيح اثر المناخ عليانتاج محصول الأرز واستهلاكه المائي في مصر باعتباره من أهم المحاصيل الإستراتيجية الهامة.

2- القاء الضوء عنأثر زراعة الأرز علي زيادة انبعاثات غازات الدفيئة.

3- إظهارالعلاقة بين زراعة الأرز وانبعاثات الميثان ومكافئ ثاني أكسيد الكربون.

اسباب اختيار الموضوع واهميته:

تشكل زراعة الأرز مابين خمس إلي ربع انبعاثات الميثان العالمية، ويرجع ذلك إلي زراعة الأرز بالغمر والتي تساعد علىإنبعاث غاز الميثان ويمكن بتقليل كمية مياه الري تخفيض إنبعاثات الميثان وفي نفس الوقت ترشيدإستخدام مورد المياه، والإستفاده منهفي إنتاج محاصيل أخري أو إستخدامة فى أغراض أخرى.

مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

يعتبر الأرز محصول استراتيجي في مصر، إلا أنه يواجه تحديان:

الأول: ارتفاع استهلاكه المائي في ظل القلق علي حصة مصر من مياه النيل.

الثاني: انبعاث غاز الميثان من حقول الأرز وهو أحد الغازات المسببة للإحتباس الحراري .

ويضع البحث التساؤلات التالية:

1. هل يكفي الأرز إحتياجات الإستهلاك خاصة مع الزيادة المطردة للسكان؟
2. ما هي المناطق الأنسب مائياً ومناخياً لزراعة الأرز في مصر؟
3. هل يحقق استخدام أساليب حديثة في ري وزراعةالأرز في مصر انخفاض في إنبعاثات الميثان، مع الحفاظ علي الإنتاجية العالية كماً وكيفاً؟

الدراسات السابقة

لم تتناول أي دراسة في مصر موضوع الزراعة الذكية مناخيا ودورها في مواجهة التغير المناخي،كما لم تتناول دراسة تخفيض إنبعاثات الميثان من حقول الأرزعن طريق تقليل كمية المياه المستهلكة في زراعته، بينما توجد العديد من الدراسات التي تناولت حساب الإستهلاك المائي والتبخر النتح المعياري منها:

1. دراسة شحاته سيد أحمد عن فاعلية الأمطار والإحتياجات المائية في المدينة المنورة.
2. دراسة محمد فوزي أحمد عطا عن التبخر والموازنة المائية في أبها بالمملكة العربية السعودية.

3. دراسة محمد فوزى أحمد عطا عن نموذج تطبيقى فى الجغرافيا المناخية على زراعة القمح فى المملكة العربية السعودية .

4. دراسة محمد فوزى أحمد عطا عن التبخر والموازنة المائية فى الأحساء بالمملكة العربية السعودية .

5. دراسة محمد فوزى أحمد عطا عن التبخر والموازنة المائية فى تبوك بالمملكة العربية السعودية .

6. دراسة ياسر أحمد السيد عن أثر مناخ مصر علي الاستهلاك المائيللمحاصيل الزراعية.

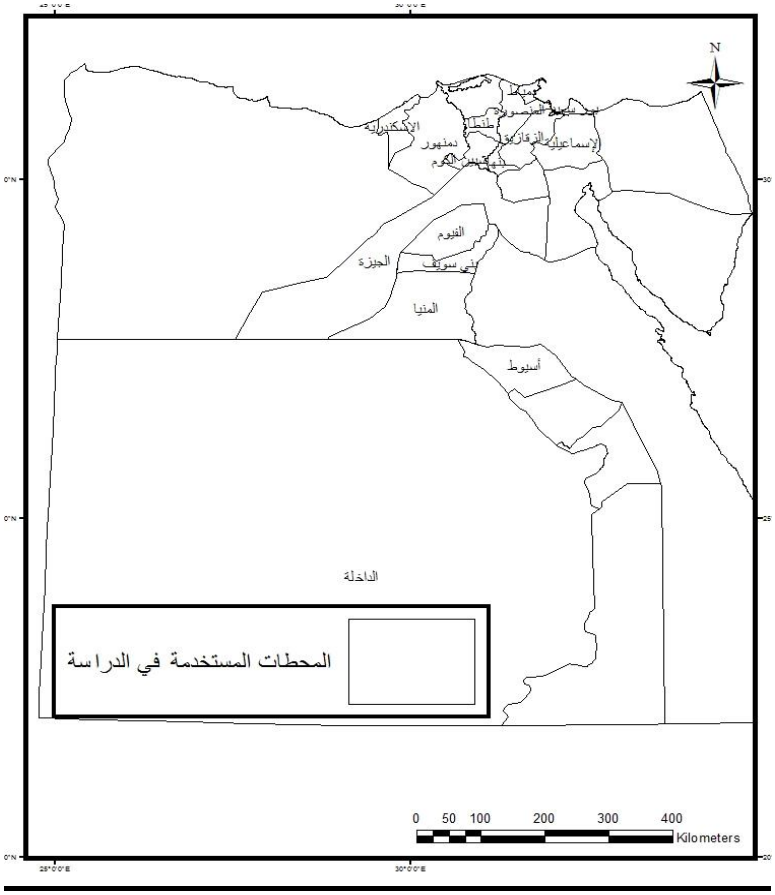
7. دراسة محمد عبد الله عن المناخ وأثره علي البخر نتح القياسي في مصر.

منطقة الدراسة.

تقع مصر فيما بين دائرتى عرض 22 ْ 31.36- °شمالاً، وتمتد بين خطى طول 25 ْ 37- °شرقا ، وتحظى مصر بعدد وفير من المحطات المناخية وقد تم اختيار المحطات المبينة بالجدول رقم (1) والشكل رقم (1) لتعتمد عليها الدراسة الحالية وذلك للفترة من 1980-2014م (34عام) بالنسبة لبعض العناصر المناخية المستخدمة فى البحث وهى عدد ساعات سطوع الشمس , الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية .

جدول رقم (1) المحطات المستخدمة فى الدراسة

المحطة	كود المحطة	دائرة العرض التى تمر بها شمالا		خطوط الطول التى تقطعها شرقا		الفترة الزمني
		دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	
الأسكندرية	318	12	31	53	29	من 1980 حتي 2014 م
دمياط	330	25	31	49	31	
المنصورة	343	00	31	27	31	
بورسعيد	332	17	31	14	32	
دمنهور	339	02	31	28	30	
شبين الكوم	360	36	30	01	31	
بنها	363	28	30	11	31	
طنطا	349	49	30	00	31	
الزقازيق	354	35	30	56	30	
الاسماعيلية	440	35	30	14	32	
الجيزة	375	03	30	13	31	
الفيوم	381	18	29	51	30	
بني سويف	382	00	29	00	31	
المنيا	387	05	28	44	30	
أسيوط	393	03	27	01	31	
الداخلة	432	29	25	00	29	



شكل رقم (1) المحطات المستخدمة في الدراسة

مصادر البيانات وأساليب الدراسة :

أولا: مصادر البيانات :

1. بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية لمعدلات عناصر المناخ من الفترة 1980–2009.
2. بيانات هيئة **USDA** لاستهلاك الأرز من سنة 1990–2019.
3. بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والأحصاء نشرات المساحات المحصولية والأنتاج النباتي.

4. هيئة الفاو الإنتاج والمساحة للفترة من 1961-2017

5. بيانات هيئة الفاو عن كمية الانبعاثات الميثان ومكافئ ثاني أكسيد الكربون من 1961-2017.

6. بيانات وزارة الري والموارد المائية عام 2019 مناطق تجارب أصناف الأرز الجديدة.

ثانيا: أساليب وأدوات الدراسة :

تم استخدام برنامج**Excel** لعمل التحليلات الإحصائية والأشكال البيانية، وبرنامج **Cropwat 0.8** لحساب الاستهلاك المائي، وبرنامج **Arc Gis** لرسم الخرائط.

وسوف يتم تناول هذا الموضوع من خلال ثلاثة محاور هي :

أولا: أهمية الأرز كمحصول استرتيجي في مصر، حيث يتناول استهلاك وإنتاج الأرز في مصر.

ثانيا: الاحتياجات المناخية والمائية لمحصول الأرز وحساب الاستهلاك المائي لمحصول الأرز في مصر(باستخدام برنامج **cropwat.8**).

ثالثا: تخفيض انبعاثات الميثان من حقول الأرز.

أولا: أهمية الأرز كمحصول استرتيجي في مصر :

1. استهلاك الأرز في مصر:

يعتبر الأرز احد أهم محاصيل الحبوب الرئيسية في مصر، ويأتي في المرتبة الثانية بعد القمح من حيث أهميته كغذاء للشعب المصري , بل إنه أصبح أهم المحاصيل الصيفية ويرجع هذا إلى الأهمية الغذائية للأرز بصفة عامة،ووصل متوسط الإستهلاك اليومي للفرد في مصر إلي 290 كالوري خلال الفترة من 1980- 1993، حيث يتأثرإستهلاك الأرز في مصر بثلاث عوامل هي:

1. مستوي الدخل .
2. سعر الأرز بالنسبة للبدائل الغذائية.
3. النمط الغذائي للسكان .

فنجد أن إستهلاك الأرز عند سكان الحضر أكبر من سكان الريف، ولا تعطينا البيانات صورة حقيقية لإستهلاك الأرز حيث أن جزء كبير يدخل كعلف للطيور أو في تغذية الماشية أو يتم تخزينه بالإضافة إلي ما يتم إهداره ومن ثم لا يمكن تقدير إستهلاك الأرز علي وجه الدقة **(CIHEAM, 1996.p51)**،وقد تبين من خلال بعض المؤشراتأن أول وصول لرقم قياسي في إستهلاك الأرز هو1,8مليون طن خلال عام 1990 ثم إرتفع إلى 2,05مليون طن في عام1991 بمعدل نمو 13,29 % وإن إستهلاك الإرز قد تزايد طرديا خلال السنوات التاليةحتي وصل عام2008 لطفرة ثانية حيث بلغ الاستهلاك 4,27ملايين طن بمعدل نمو قدره18.28% ,إلا أنة فى عام 2015إنخفض معدل النمو إلى-2,5% أى إنخفض بمعدل 8,7 % عما كان علية خلال عام 2008،ويتضح هذا من قراءه الجدول رقم (2) والذى يبين تطور إستهلاك الأرز في مصرخلال الفترة من عام 1990 إلي عام 2019.

جدول رقم (2) تطور استهلاك الأرز في مصر من 1990-2019

السنة	الاستهلاك	معدل النمو %	السنة	الاستهلاك	معدل النمو %
1990	1813	-	2005	3320	2.15
1991	2054	13.39	2006	3540	6.63
1992	2289	11.44	2007	3610	1.98
1993	2375	3.76	2008	4270	18.28
1994	2492	4.93	2009	3940	7.73-
1995	2443	1.97-	2010	3300	16.24-
1996	2619	7.2	2011	3620	9.7
1997	2769	5.73	2012	4050	11.88
1998	2771	0.07	2013	4000	1.33-
1999	2891	4.33	2014	4000	0
2000	3015	4.29	2015	3900	2.5-
2001	3100	2.82	2016	4300	10.26
2002	3200	3.23	2017	4200	2.33-
2003	3225	0.78	2018	4150	1.19-
2004	3250	0.78	2019	4350	4.82

المصدر: **United states Department of Agriculture.USDA**

ومن خلال تقرير **USADA** الرسمي عن استهلاك الأرز في مصر للعام 2017/ 2018 نجد أنه يتفق مع تقدير وزارة الزراعة الرسمية من 4.4 مليون طن متري **(USDA,2018)** .

2. إنتاج وتوزيع الأرز في مصر :

يعتبر الأرز من المحاصيل ذات العائد الاقتصادي المجزى للمزارع، ويحقق إنتاج مصر من الأرز الإكتفاء الذاتي للسكان ، ويتم تصدير قدر كبير من محصول الارز للخارج، حيث يتميز الأرز المصري بالجودة العالية، إلا إنه بسبب مشكلة محدودية المياه في مصر

إتخذت الدولة قرارات بتخفيض كميات الأرز المصدر للخارج، حيث أعتبر تصدير الأرز مثل تصدير المياه، حيث يعد الأرز من أكثر المحاصيل الزراعية إستهلاكا لمياه الري، فتم منع التصدير لبعض السنوات ثم العودة للتصدير مع فرض ضرائب، وفي عام 2018 تم منع تصدير الأرز بشكل نهائي، كما تم إتخاذ قرارات بتحديد محافظات بعينها لزراعة الأرز وهي الدقهلية، كفر الشيخ، الشرقية، الغربية البحيرة، ومنع باقي المحافظات التي كانت منتجة مثل القليوبية والفيوم وبني سويف وأسيوط والوادي الجديد. (عبد الفتاح وآخرون، 2015،ص144).

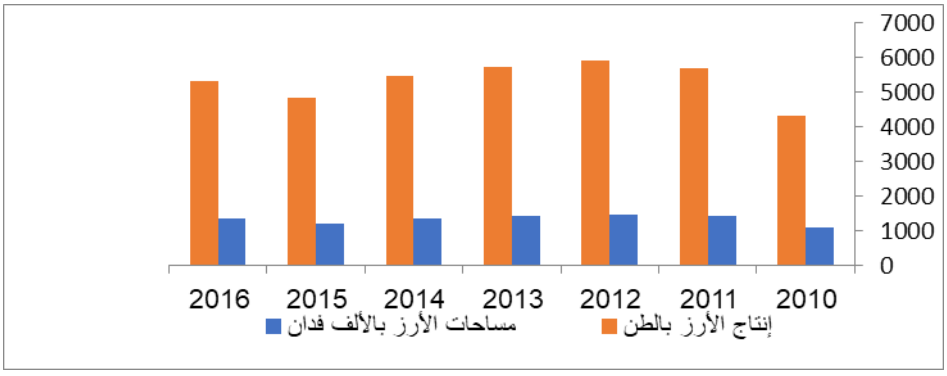
ولهذا السببيعتبر محصول الأرز المحصول الوحيد الذي تتذبذب المساحة المزروعة منه كل عام كما يتضح هذا من قراءه الجدولرقم (3) وشكل رقم (2) لتطور مساحة إنتاج الأرز في مصر , وتشهد المساحة المزروعة بالأرز وبالتالي الإنتاج تذبذبا عاما بعد عام , فقد كانت المساحة في الموسم 2010/2009 (1094ألف فدان) والانتاج نحو (4329 طن) ثم زادت المساحة في الأعوام التالية إلى (1412 ،1476 ، 1422 ألف فدان) لأعوام (2011، 2012، 2013) علي الترتيب حيث زادت المساحة فى موسم 2010 / 2011 بنسبة تقدر ب 29,1 % عن موسم 2009 / 2010وهى أعلى زيادة شهدتها مساحة زراعة الأرز إنخفضت بعدها حتى وصلت إلى 7 % فقط زياده عن موسم 2011/2010 , والإنتاج أيضا تزايد إلى(5675، 5911، 5724 ألف طن)لنفس الأعوام علي الترتيبحيث زاد بنسبة 31,1 % عن موسم 2010/2009 ثم زاد بمقدار 4,2 % عن موسم 2011/2010 ، ثم إنخفضت المساحة إلى 1366ثم إلى 1216 ألف فدان موسمى 2014/2013 و2015/2014 علي الترتيب حيث إنخفضت بنسبة -3,9 % و -11% على التوالى مابين موسم 2013/2012 و 2014/2013 وموسم 2014/2013 و 2015/2014، ثم في عام 2016 زادت مرة أخري إلى 1353 ألف فدان بنسبة 11,3 % عن الموسم السابق لةوزاد

الأنتاج إلى 5309 طن بنسبة 10,2 % عن الموسم السابق لة ، وبصفة عامة إنتاج مصر يكفيها من محصول الأرز ويتم تصديرالباقي للخارج.

جدول رقم(3) تطور مساحة (الف فدان) وأنتاج الأرز(مليون طن) في مصر

الموسم	2009 2010	%	2010 2011	%	2011 2012	%	2012 2013	%	2013 2014	%	2014 2015	%	2015 2016	%
المساحة	1094	29,1	1412	0,4	1476	4,5	1422	3,7	1366	3,9	1216	11	1353	11,3
الإنتاج	4329	31,1	5675	0,3	5911	4,2	5724	3,2	5467	4,5	4818	11,9	5309	10,2

- المصـدر :الجهاز المركـزي للتعبئـة العامـة والاحصـاء, النشـرة السـنوية لاحصـاء المساحات المحصولية والانتاج النباتي أعوام مختلفة.



شكل رقم(2) تطور مساحة وإنتاج محصول الأرز

تتركز مناطق زراعة الأرز في محافظات الدلتا ، وتعد محافظات الدقهلية وكفر الشيخ والشرقية والبحيرة والغربية أهم خمس محافظات في إنتاج الأرز في مصر كما يتضح ذلك من الجدول رقم (4)الذي يوضح مساحات وانتاج الأرز وانتاجية في مصر عام 2016.

جدول رقم (4) مساحات وانتاج الأرز وانتاجية في مصر موسم 2016/2015

المحافظة	المساحة بالفدان	الإنتاج بالطن	الإنتاجية
الاسكندرية	100	350	3.5
البحيرة	166293	629419	3.8
الغربية	127903	461402	3.6
كفر الشيخ	271699	1069689	3.9
الدقهلية	414449	1733738	4.2
دمياط	61365	206505	3.4
الشرقية	266594	1051082	3.9
الاسماعيلية	13183	16270	1.2
بورسعيد	21091	73819	3.5
القليوبية	11077	38770	3.5
الفيوم	2696	9472	3.5
بني سويف	1628	6512	4.0
الوادي الجديد	3931	11845	3.0
إجمالي	1353	5309	3.9

المصدر:الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء, النشرة السنوية لاحصاء المساحات المحصولية والانتاج النباتي أعوام مختلفة.

حيث تتصدر محافظة الدقهلية محافظات الجمهورية في زراعة الأرز بمساحة 414.4ألف فدان وإنتاج مليون 1733738ألف طن وأعلي إنتاجية 4.2 طن/فدان، يليها محافظتي كفر الشيخ والشرقيةبمساحة 271699 و 266549 ألف فدان، وإنتاج 1069689ألف طن و1051082 ألف طن علي الترتيب وإنتاجية 3.9 طن/فدان لكل منهما، ثم محافظتي البحيرة والغربية بمساحة 166.293 و127.903ألف فدان وإنتاج 629.4 و461.4 ألف طن، وإنتاجية3.8 و3.6 طن/فدان علي الترتيب.

ثانيا: الاحتياجات المناخية والمائية لمحصول الأرز:

تحتاج حياة النبات لعناصر المناخ المختلفة من اشعاع شمسي وحرارة ورطوبة وكذلك لكميات محدده من المياه للقيام بالعمليات الفسيولوجية المختلفة مثل التنفس وعملية البناء الضوئي، وتتأثر زراعة المحاصيل ومنهم محصول الارز بتقلبات الطقس والجفاف وتغير المناخ(**S. OUDA, A.E.Zohery, T.Noreldin.2020,p6**)، مما يؤدي إلي تغير انتاجية هذه المحاصيل، وتتوقف قدرة النبات علي النمو بشكل جيد علي ما يتوافر له من كمية مياه تتأثر بدورها بعناصر المناخ المختلفة، وفيما يلي عرض مختصر لأثر عناصر المناخ علي نمو محصول الأرز وعلي إحتياجاته المائية:

1. الإشعاع الشمسي :

يؤثر الاشعاع الشمسي بدرجة كبيرة علي نمو نبات الأرز، فهو يحتاج لفتره ضوئية طويلة لذلك فهو يزرع صيفا، وتتناسب كمية وجودة الانتاج طرديا مع كمية الاشعاع الشمسي الذي يتعرض له النبات خلال فترة النمو (الخشن وآخرون،1980، ص128)،أيضايتناسب الإستهلاك المائي مع كمية الاشعاع الشمسي طرديا ، حيث تزداد معدلات التبخر النتح كلما زاد عدد ساعات سطوع الشمس وبالتالي يزداد الإستهلاك المائي كما يتضح من تحليل الجدول رقم (5) لمعدلات عناصر المناخ في نطاق زراعة الأرز في مصروجدول رقم (6) لمعاملات الارتباط بين عناصر المناخ والتبخر النتح المعياري **ETo** وجود علاقة طردية قوية قدرها . **0.99**.ويعني ذلك أنه كلما زادعدد ساعات سطوع الشمس زاد التبخر النتح المعياري وبالتالي زاد الأستهلاك المائي.

2. درجة الحرارة :

تختلف درجات الحراره التى يحتاجها محصول الأرز فى كل طور من أطوار نموه، حيث تتراوح درجة الحراره المثلى للإنبات بين 30- 33 م°، ويتأثر الإنبات سلبيا إذا إرتفعت درجة الحراره عن 44 م°، حيث لاتنبت البذور إطلاقا، كذلك فإن درجة الحراره الدنيا لإنبات حبوب الأرز تتراوح بين 10- 12م°ولاتنبت الحبوب إذا تعرضت لدرجات حراره أقل من ذلك.(بدر، كاظم ،2012، ص25), و تؤثر درجة الحرارة علي معدلات التبخرنتح حيث يؤدي إرتفاع درجة الحرارة إلي إرتفاع معدلات التبخرنتح والعكس صحيح، مما يؤثر بالتالي علي الإحتياج المائي لمحصول الأرز وكما يتضح ذلك من الجدول رقم (5) لمعدلات عناصر المناخ في نطاق زراعة الأرز في مصر, و مناسبة معدلات الحرارة الصغري والعظمي لإحتياجات نبات الأرز من الحرارة كما أنها لا تزيد عن الحدود القصوي لحياة النباتولهذا يعد نطاق الأرز بالدلتا هو الأنسب في درجات الحرارة لزراعة الأرز عن محافظات شمال الصعيد والوادي الجديد حيث تزيد درجات الحرارة مما يؤثر علي نمو الأرز والإحتياج لكميات أكبر من المياه لتعويض إرتفاع معدلات التبخرنتح كما يتضح من الجدول رقم (6) , كما أن هناك علاقة إرتباط طردية قوية مع كل من درجات الحرارة العظمي ودرجات الحرارة الصغري، وهو ما يعني تأثر التبخر نتح القياسي بدرجات الحرارة العظمي والصغري وبالتالي يتأثر الاستهلاك المائي.

جدول رقم (5) معدلات عناصر المناخ في موسم زراعة الأرزفي مصر

المحافظة	الحرارة الصغري م	الحرارة العظمي م	الرطوبة النسبية %	سرعة الرياح م/ث	عدد ساعات سطوع الشمس	كمية المطر	التبخر النتح المعياريمم/يوم
الاسكندرية	19.4	27.5	68.8	3.9	11.3	1.2	5.78
دمتهور	16.4	32.8	62.4	2.2	11.7	1.3	6.39
كفر الشيخ	19.0	27.5	63.6	2.5	11.3	0.8	6.12
المنصورة	17.4	32.0	54.4	6.0	10.9	0.16	6,14
الاسماعيلية	19.0	33.2	54	2.9	10.9	0.8	7.16
بورسعيد	18.8	32.7	57.6	6.0	10.9	2	8.26
الزقازيق	18.8	32.7	52.4	1.8	11.3	1	6.28
دمياط	19.0	27.8	71.6	3.0	11.5	0.3	5.71
المنوفية	19.6	34.2	57	2.3	11.7	0.1	6.35
طنطا	16.34	31.3	63.6	2.48	10.6	0.1	6.21
بنها	17.7	32.3	54	2.2	11.3	0.6	6.49
الجيزة	20.1	34.9	56	2.6	11.8	0.0	6.87
بني سويف	18.9	35.0	43	6.0	11.7	0.0	9.88
الفيوم	18.5	35.0	51	6.0	11.7	0.0	9.58
المنيا	20.4	36.6	47	3.1	12.4	0.0	8.25
أسيوط	21.2	36.6	32	4.4	12.6	0.0	9.86
الداخلة	19.8	35.3	30	4.6	12.1	1.3	12.09

المصدر .بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية غير مبوبة وغير منشورة.

3. الرطوبة النسبية :

يحتاج نبات الأرز قدر كبير من الرطوبة، فهو ينمو جيدا عندما تكون الرطوبة مرتفعة ويقل الانتاج وتقل جودته إذا انخفضت الرطوبة عن40% مع وجود حرارة مرتفعة حيث تزداد عمليتي التبخر والنتح مما يؤدي إلي زيادة تساقط الأزهار وإفشال الإخصاب وبالتالي نقص كمية الانتاج.(بدر، كاظم ،2012،ص27)، وتسجل المناطق التي تشهد ارتفاع في الرطوبة النسبية إنخفاض فى معدلات تبخرنتح وبالتالي إستهلاك مائي أقل كما هو الحال في محافظات الدلتا والساحل الشمالي.

وكما يتضح من جدول رقم (5) لمعدلات عناصر المناخ في نطاق زراعة الأرز في مصر مناسبة معدلات الرطوبة النسبية لاحتياجات نبات الأرز حيث أن أقل شهر في معدلات الرطوبة النسبية هو شهر مايو حوالي 57% بسبب هبوب رياح الخماسين الجافة في هذا الشهر ويكون النبات في بداية فترة نموه واحتياجاته من المياه ليست كبيرة. كما يتضح من الجدول رقم (6) لمعاملات الإرتباط بين عناصر المناخ والتبخر النتح القياسي وجود علاقة عكسية قوية بين الرطوبة النسبية والتبخر النتح القياسي وهو ما يعني إنخفاض الإستهلاك المائي نتيجة لإرتفاع الرطوبة النسبية ومن ثم إنخفاض فى إحتياجات النبات من المياه.

جدول رقم (6) معاملات الارتباط بين التبخر النتح المعياري وعناصر المناخ

المحطات	الحرارة العظمي م	الحرارة الصغري م	عدد ساعات سطوع الشمس	سرعة الرياح م/ث	الرطوبة النسبية %
الاسكندرية	0.90	0.91	0.99	0.41	0.08
دمتهور	0.92	0.87	0.97	0.13-	0.62-
كفر الشيخ	0.86	0.85	0.98	0.07	0.72-
المنصورة	0.94	0.79	0.94	0.31	0.69-
الاسماعيلية	0.93	0.87	0.96	0.54	0.086-
بورسعيد	0.93	0.85	0.96	0.26	0.72-
الزقازيق	0.90	0.82	0.96	0.33	0.65-
دمياط	0.93	0.86	0.97	0.28	0.74-
بنها	0.91	0.83	0.97	0.17-	0.68-
شبين الكوم	0.92	0.83	0.98	0.38	0.70-
طنطا	0.94	0.86	0.84	0.07	0.73-
الفيوم	0.97	0.91	0.97	0.92	0.92-
بني سويف	0.96	0.92	0.94	0.93	0.89-
الداخلة	0.96	0.94	0.96	0.81	0.91-

المصدر: من حساب الباحثة اعتمادا علي بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

4. سرعة الرياح :

للرياح دور هام في حياة نبات الأرز فهي تساعد في حدوث عملية النتح ، كما تساعد الرياح الخفيفة علي نجاح زراعة الأرز، علي الجانب الآخر ينتج عن الرياح القوية والعواصف أضرار فسيولوجية وميكانيكية لنبات الأرز مثل تكسر السيقان وتطاير الحبوب كما يؤدي وجودرياح قوية مع درجات حرارة مرتفعة إلي زيادة النتح مما يؤثر علي التوازن المائي للنبات، ،كما يتزايد التبخر بزيادة سرعة الرياح وزيادة قدرتها علي حمل بخار الماء، وكما يتضح من جدول رقم (5) لمعدلات عناصر المناخ في محافظات نطاق زراعة الأرز في مصر مناسبة معدلات سرعة الرياح لنمو نبات الأرز، ومن خلال جدول رقم (6) لمعاملات الإرتباط بين عناصر المناخ والتبخر النتح وجود علاقات إرتباطية متوسطة القوة بين سرعة الرياح والتبخر النتح ما عدا محافظات مصر الوسطي والوادي الجديد وهو ما يعني زيادة الإستهلاك المائي نتيجة تزايد معدلات التبخر النتح.

ثالثا: حسابالاحتياجات المائية لمحصول الأرز **water requirements of crops** :

تعد المياه من أهم الموارد الطبيعية التي يتوقف عليها حياة الكائنات سواء نبات أو حيوان أو انسان، ويعد نقص الماء هو التحدي الأهم في القرن الحادي والعشرين بسبب زيادة اعداد السكان وبالتالي زيادة إحتياجاتهم من الغذاء، حيث تمد مياه الري 40% من غذاء العالم، وفي ظل إرتفاع درجات الحرارة العالمي وتزايد الإستهلاك المائي للمحاصيل ظهرت الحاجة إلي تطبيق نظم الإدارة المستدامة لمياه الري بإستخدام بعض الممارسات التي تعمل على تحسين إنتاجية المحاصيل وتقليل الفاقد من المياه. ولذلك ظهر مصطلح إدارة مياه الري **Irrigation management**، والذي يهتم بكيفية الإدارة المستدامة لمورد المياه.

ويعد محصول الأرز من أكثر المحاصيل الزراعية إستهلاكا لمياه الري، لذا كثرت الدعوات لمنع زراعته ومحصول قصب السكر لإرتفاع المقننات المائية المخصصة لزراعتهم، إلا أن هذه الدعوات تراجعت لأكثر من سبب منها قابلية الأرز للزراعة بالمياه المعاد إستخدامها ومياه الصرف الزراعي، وكذلك تحمله للملوحة فيصلح للزراعة في مناطق شمال الدلتا التي تعاني من تملح التربةحيث يساعد في غسيل التربة من الأملاح الزائدة وبالتالي يصلح أيضا للزراعة في أراضي الإستصلاح الجديدة، وأخيرا عائده المادي المرتفع الذي يشجع المزارعين علي الإقبال علي زراعته**(S.Marsafawy, 2016, p2)**.

ونبات الأرز من النباتاتالمحبة للماء وجذوره سطحية حيث ينتشر أكثر من 45% من وزن جذور النبات في5 سنتيمترات السطحية من الأرض، بينما ينتشر نحو 90% من وزن جذور النبات في عمق 25سنتيمتر السطحية من الأرض، ولهذا السبب يجب أن يتوفر كمية الماء المناسب لنبات الأرز حسب مرحلة نموه،حيث تزداد في فترات النمو الأولي و تقل مع الاقتراب من النضج، ويؤدي العجز المائي إلي تدهور الرطوبة المتاحة في التربة لحد الأدني مما ينعكس سلبا علي نمو النبات(فوزي،2005،ص 452) .

ولذلك يجب حساب الاستهلاك المائي وكفاءة الري لأي محصول حتي لا يؤثر العجز المائي علي إنتاجية وجودة المحصول.

أما تقدير الاحتياجات المائية للمحصول**Crop RequirementsWater (WCR)** أو الإستهلاك المائي للمحصول **(ETc)** فيتم ذلك من خلال المعادلة التالية:

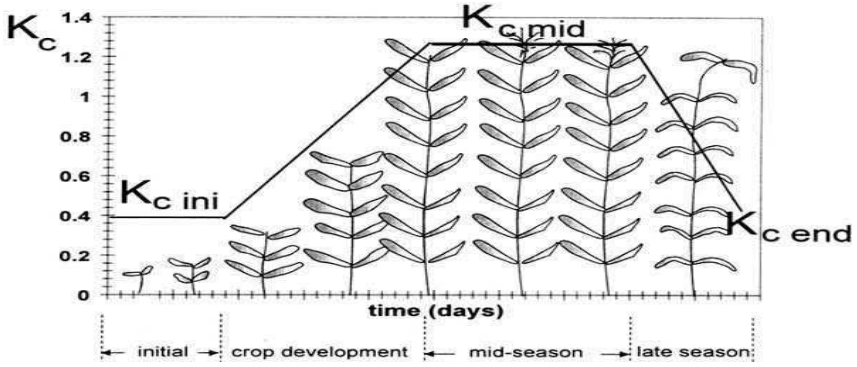
$$ETc = Kc * ETo$$

حيث **Kc=** معامل المحصول و **ETo=** التبخر النتح المعياري

ولذلك يجب حساب كل من معامل المحصول والتبخر النتح المعياري لتحديد مقدار الاستهلاك المائي للمحصول.

1. *معامل المحصول*Kc Crop Coefficient وهو معامل تجريبي يأخذ قيم مختلفة تبعا لنوع النبات النامي في المنطقة الواحدة، وتتغير قيمته من منطقة لأخري تبع لمواعيد الزراعة والظروف المناخية خلال فترة الزراعة وحتي موعد الحصاد

كما يتضح من الشكل رقم (3) و الذي يوضح تغير معامل المحصول تبعا لمراحل نمو النبات وتأثير ذلك علي احتياجاته المائية أو مايعرف بمعامل المحصول **Kc**.



شكل رقم (3) معامل المحصول Kc **للنبات حسب مراحل النمو**

2. *التبخر النتح المرجعي*Reference Evapotranspiration(ETo) وهو يعبر عن مجموع ما يفقد من الماء بواسطة التبخر من سطح التربة، والماء الذي يفقده النبات بواسطة النتح من أوراق النبات وتحدث العمليتان بشكل متزامن ولا توجد طريقة للتمييز بينهما، أما التبخر النتح الحقيقي **Actual Evapotranspiration(Eta)**، والتبخر النتح الكامن **PotentialEvapotranspiration**.فيعرف بنمان التبخر النتح الكامن بأنه معدل التبخر نتح من سطح نباتي أخضر متجانس بارتفاع من 8–15 سم من حشائش خضراء نشطة تغطي السطح تماما ولا تعاني نقص المياه، ويعبر عنه بعمق الماء /اليوم أو مم/يوم، أما التبخر

النتح الحقيقي فهو يحدد بمقدرة النبات علي استخلاص الماء من التربة وهذا يعتمد علي العمق وكثافة الجذور وعلي سرعة حركة المياه داخل مسامات التربة وهي عوامل من الصعوبة قياسها بدقةوتتعدد العوامل التي تؤثر في التبخر النتح وعلي رأس هذه العوامل العوامل المناخية كما سبق الذكر من الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، بالاضافة لعوامل تخص النبات مثل حجم المسامات ونوع النبات ونموه وعوامل تخص التربة والسعة الحقلية ونقطة الذبول وغيرها من خصائص التربة.(أبو سمورة و آخرون،1999، ص 90)،

ويتم حساب التبخر النتح بالعديد من الطرق منها الطرق العملية مثل طريقة الليزميتر **Lysimeters** وجهاز قياس التبخر النتح **Evapotranspirometers**، الاحواض الحقلية.....إلخ ، بالاضافة للطرق الرياضية عن طريق المعادلات التجريبية مثل معادلة ثورنثويت 1948 والتي تعتمد علي عنصري الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة، وطريقة بنمان 1977 ، ثم طريقة بنمان – مونتيث (الفاو 1956) ولمعرفة المزيد عن معادلات الرياضية التجريبية لحساب التبخر النتح يرجع إلي **(Evaporation and Evapotranspiration Measurements and Estimations, Wossenu Altew. Assefa Melesse, springer)**

ودراسة الإستهلاك المائي ضرورية لإتخاذ التدابير اللازمة لتفادي حدوث أضرار تنتج عن زيادة أو نقص المياه علي المحصول، ويوضح جدول رقم (7) الإستهلاك المائي لمحصول الأرز في مصر خلال مراحل نموه المختلفة.

وأخيرايتم حساب كفاءة الري **irrigation efficiency** أو المقنن المائي **Crop water production (cwp)** , حيث يجب تعديل نتائج الإستهلاك المائي وفقا لكمية الفواقد الأخري خلاف التبخر النتح وهو يختلف حسب طريقة الري المتبعة ، فهي تعادل 50%من الإستهلاك المائي بالنسبة للري السطحي و75% للري بالرش و85% للري بالتنقيط ، ولا يناسب زراعة

الأرز في مراحل نموه الأولي إلا الري السطحي حيث يحتاج نبات الأرز للغمر بالمياه.

ويعد برنامج **Cropwat.8** الصادر عن منظمة الفاو**FAO** من أهم البرامج الجاهزة لحساب الإحتياجات المائية، حيث يعتمد في حساب التبخر النتح القياسي**ETo** علي معادلة بنمان–مونتيث المعدلة **Penman-Monteith** من خلال إدخال بيانات عناصر المناخ وهي: درجة الحرارة العظمي والصغري والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وعدد ساعات سطوع الشمس ويوضح الجدول رقم (7) نتائج حساب التبخر النتح ببرنامج**Cropwat .8** , والإستهلاك المائى لمحصول الأرز فى مصر.

جدول رقم(7) الاستهلاك المائي لمحصول الأرز في مصر (متر مكعب) خلال فترات نموة المختلفة

فترات النمو	الشتل	البدار	التزهير	العقم	النضج	إجمالي الإستهلاك المائي
الاسكندرية	721.5	622.6	201.6	223	233.6	2002.4
الاسماعيلية	747.5	734.7	260	274.5	265	2281.7
بور سعيد	640.7	810.5	309.7	315.8	321.4	2398
الزقازيق	599.4	707	222.9	229.5	224.9	1983.7
دمنهور	599.7	710.2	224.2	238.1	242.2	2014.4
المنوفية	766.3	239.1	174.5	239.4	317	1736
طنطا	599.6	709.4	225.5	224.3	224.8	1983.6
دمياط	985.1	227.5	205.7	218.3	253	1889.6
المنصورة	601.1	712.1	214.8	212.7	215.7	1956.4
كفر الشيخ	605.4	729.1	201.7	213	220.5	1969.7
بنها	602	715.3	233.5	240	238.7	2029.5

الجيزة	612.6	735.6	253.3	253.4	247.2	2102.1
بني سويف	1185.8	389.7	407.8	436	337.2	2756.5
الفيوم	658.7	848	362.8	389	389.4	2648.5
المنيا	650.8	810.4	304.2	317.1	306.3	2372.7
أسيوط	694.1	888.5	370.4	363.8	336.4	2653.2
الداخلة	920.4	450.6	450.6	503.6	516.8	3339

المصدر من إعداد الباحثة إعتمادا علي نتائج برنامج **cropwat 8.0**.

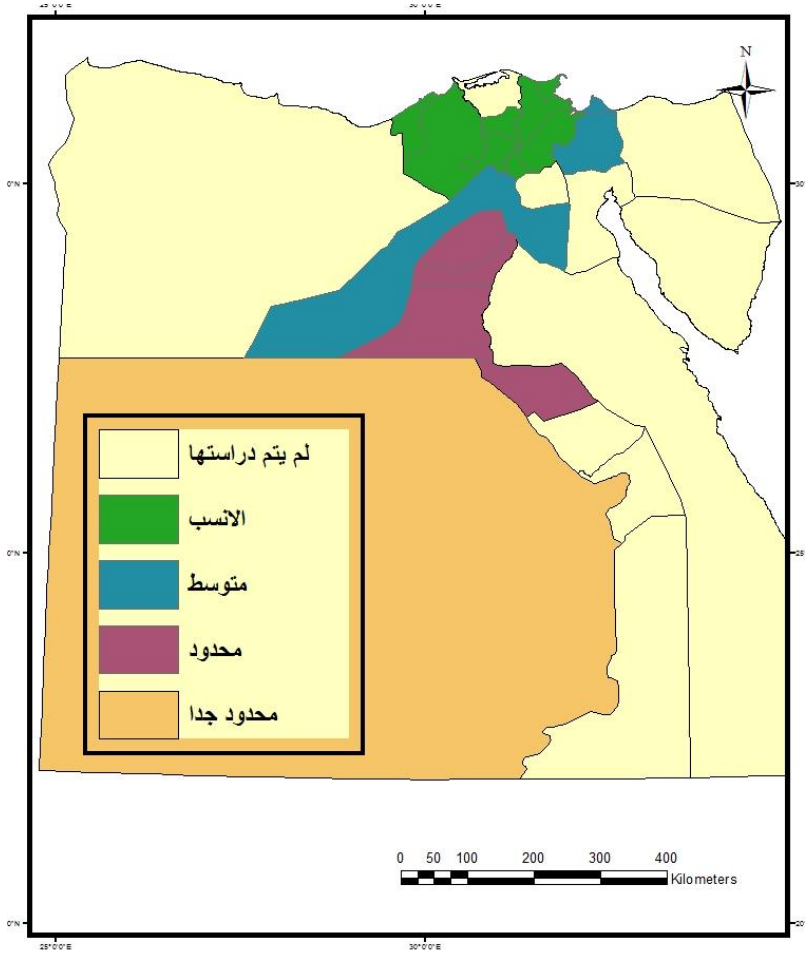
يتبين من خلال قراءه الجدول رقم (7) أن أعلي فترات نمو الأرز في الإستهلاك المائي هي فترتي الشتل و البذر وهي الفترات الأولي من عمر النبات، ويرجع ذلك لإنخفاض الرطوبة النسبية خلال شهور أبريل ومايو وهي الفترة التي يتم فيها زراعة الأرز ، ولذلك يجب توافر المياه اللازمة لهذه الفترة الحرجة من حياة النبات، كما يوصي بعدم التأخير في بداية الزراعة لنفس السبب.

ومن خلال العرض السابق لحساب التبخرالنتح المعياري والاستهلاك المائي وكفاءة الري أو المقنن المائي يتضح وجود مناطق هي الأكثر ملائمة لزراعة الأرز في مصر لانخفاض المقنن المائي الخاص بها مثل محافظات الدلتا، ومناطق أقل ملائمة لزراعة الأرز مثل محافظات القنال والجيزة، ومناطقمحدودة الملائمة مثل محافظات مصر الوسطي الفيوم بني سويف المنيا وأسيوط، ومناطق لا تلائم زراعة الأزر ولا يجب زراعته بها مثل محافظة الوادي الجديد لإرتفاع المقنن المائي الذي يحتاجه محصول الأرز بها، كما يتضح ذلك من خلال قراءهالجدول رقم (8) والذى يوضح الإستهلاك المائي وكفاءة الري لمحصول الأرز في مصر وشكل رقم (4) والذى يبين المناطق الأنسب لزراعة الأرز في مصر مناخيا ومائيا.

جدول رقم (8) الأستهلاك المائي وكفاءة الري لمحصول الأرزفي مصر

فترات النمو	الاستهلاك المائي	كفاءة الري السطحي	كفاءة الري بالرش	كفاءة الري بالتنقيط
الاسكندرية	2002.4	4004.8	2669.9	2355.8
الاسماعيلية	2281.7	4563.4	3042.3	2684.35
بور سعيد	2398	4796.2	3197.5	2821.3
الزقازيق	1983.7	3967.4	2644.9	2333.8
دمنهور	2014.4	4028.8	2685.9	2369.9
المنوفية	1736	3472.8	2315.2	2042.8
طنطا	1983.6	3967.2	2644.8	2333.6
دمياط	1889.6	3779.2	2519.5	2223.1
المنصورة	1956.4	3919.8	2608.5	2301.6
كفر الشيخ	1969.7	3939.4	2626.3	2317.3
بنها	2029.5	4059	2706	2387.6
الجيزة	2102.1	4204	2802.8	2473
بني سويف	2756.5	5513	455.7	3242.9
الفيوم	2648.5	5297	3531.3	3115.9
المنيا	2372.7	4745.4	3163.6	2791.4
أسيوط	2653.2	5306.4	3537.6	3121.4
الداخلة	3339	6678	4452	3928

المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا علي نتائج برنامج **cropwat 8.0**، تم حساب كفاءة الري بقسمة الاستهلاك المائي علي 0.5للري السطحي وعلي 7.5 للري بالرش، وعلي 8.5 للري بالتنقيط.



شكل رقم (4) مناطق الزراعة المناسبة لزراعة الأرز مناخياً ومائياً فى مصر

ثالثا: دور طرق الري والزراعة الحديثة في تخفيضإنبعاثات الميثان من حقول الأرز:

تتعدد مصادر إنبعاثات غازات الدفيئة من قطاع الزراعة، وهذه المصادر هي:

1. التخمر المعوي.
2. معالجة الروث الحيواني .

3. زراعة الأرز بالغمر .

4. إدارة التربة الزراعية .

5. حرق المخلفات الزراعية في الحقول.

6. الميكنة الزراعية ÷ى أحد مصادر إنبعاث ثاني اكسيد الكربون وتمثل(66%) , والماشية 34%.

وتتعدد غازات الدفيئة المنبعثة من قطاع الزراعة حيث تمثل انبعاثات الميثان نحو 92% من مجموع هذه الانبعاثات ، يليها غاز ثاني أكسيد النيتروز بنسبة 7.7%، وثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.2% (**BUR**، 2018، ص50)

وتعتبر حقول الأرز مصدر من مصادر انبعاث غاز الميثان **CH4** في الغلاف الجوي، (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (**IPCC**، **1996**) ، فقد قدّر معدل الإنبعاث العالمي من حقول الأرز بـ 60 تيراغرام في السنة، (20 إلى100 تيراغرام / سنة) وهو مايمثل حوالي 5–20 % من إجمالي الإنبعاثات من جميع الأنشطة البشرية، ويعتمد هذا الرقم أساسًا على قياسات حقلية لتدفقات الميثان من الأرز.

وفي دراسة (فرج وآخرون، 2013، ص36) تبين إن إجمالي كمية الانبعاثات من الأرز في مصر نحو 1.90 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/كجم من الأرز المغمور، تسهم زراعة الأرز بالغمر بنسبة 53.25%، وحرق قش الأرز عقب الحصاد بنسبة 35.82، و9.92% من السماد النيتروجيني المستخدم في زراعة الأرز، 1% من استخدام الميكنة الزراعية في حقول الأرز، أي أن زراعة الأرز بالطرق التقليدية هي أكبر مساهم في الانبعاثات الصادرة عن حقول الأرز**(S.Marsafawy, H.EL- Ramady.2013, PP75-77)**

وينتج إنبعاث غاز الميثان عن التحللاللاهوائي للمواد العضوية في حقول الأرز التي

غمرتها المياه مما يؤدي إلي نمو بكتيريا يصدر عنها غاز الميثان (CH4)، الذي ينطلق إلى الغلاف الجوي عن طريق حقول الأرز خلال موسم النمو، وتؤثر عوامل مثل المناخ، وخصائص التربة،وصنف الأرز، والممارسات الزراعية،و نظام الري علي كمية إنبعاثات غاز الميثان ((Methane EmissionsfromRiceCultivation,Flooded Rice Fields, IPCC

ومن خلال قراءة جدول رقم (9) لتطور إنبعاثات الميثان ومكافئ ثاني أكسيد الكربون من حقول الأرز، نلاحظ تغير كمية الإنبعاثات بتغير مساحة الأرز المزروعة في مصر، وقد ساهم التغير في المساحة المزروعة بالأرز من عام 1999 إلى عام 2015 بعد قرارات الحكومة المصرية تخفيض المساحات المزروعه بالأرز في المساعدة في التقليل من الكمية الصادرة من الميثان من مزارع الأرز، كماذكر في تقرير الإبلاغ الوطني الثالث2016، والإصدار المحدث كل سنتين عام 2018، فبالإضافة إلي تخفيض المساحة المزروعة بالأرز فقد ساعدت زراعة الأصناف مبكرة النضج في التخفيف من تأثير زراعة الأرز علي إنتاج كمية كبيرة من غاز الميثان، حيث إنخفض مجموع إنبعاثات الميثان من زراعه الأرز من 235.87 جيغاغرام في 1999 إلى 220.78 جيغاغرام في ال2005 المقدمة ، بتخفيض 6.4 %.في الوقت نفسه,كما إنخفضت إنبعاثات الميثان ومكافي ثاني أكسيد الكربون علي مدي الفترة التالية من 2008، كما نلاحظ من جدول رقم (9) لتطور كميات إنبعاثات الميثان ومكافئ ثاني أكسيد الكربونمن حقول الأرز،وتتذبذب إنبعاثات الميثان مع تغير مساحة الأرز المزروعة، فنلاحظأن كمية الإنبعاثات إنخفضت بصورة عامة لتصل إلي 143 جيجا جرام عام 2015، ويعزي هذا الإنخفاض أساسا إلى التحول السريع من الأصناف التقليديةوالتى تمكث في الأرض مدة طويلة إلى أصناف قصيرة الأجل تنضج في وقت مبكر، حيث تحتاج الأصناف التقليدية البقاء حوالي أربعه أشهر تحت الغمر ، في حين ان الأصناف التي تنضج في وقت مبكر تبقي فقط حوالي ثلاثه أشهر تحت الغمر مما يقلل من كمية غاز الميثان

المتدفق إلي الغلاف الجوي.(**Egypt third national communication under the United Nations framework convention on climate change, 2016, Egyptian environmental affairs., p68)**

جدول رقم(9) تطور كميات انبعاثات الميثان ومكافئ ثاني أكسيد الكربون من حقول الأرز

السنة	مساحة الأرز	كمية الميثان بجيجاجرام	مكافئ ثاني أكسيد الكربون
2008	1774029	208.6258	4381.141
2009	1370160	161.1308	3383.746
2010	1094107	128.667	2702.007
2011	1412345	166.0918	3487.928
2012	1476869	173.6798	3647.276
2013	1421664	167.1877	3510.942
2014	1365962	160.6371	3373.38
2015	1216317	143.03	3003.8
2016	1354019	159.2326	3343.88
2017	1633114	192.05	4033.138

المصدر **WWW. FAOSTAT, FAO.org**

1. معادلة الإنحدار الخطي للعلاقة بين الأرز والميثان :

تم دراسة الإنحدار الخطي للعلاقة بين الأرز والميثان بالإعتماد علي بيانات هيئةالفاو **(FAOSTAT,2019**) للفترة من 1961–2017،حيث تم استنباط معادلة الإنحدار الخطي بين مساحة زراعة الأرز وكمية الإنبعاثات الصادرة منه،ويوضح شكلى رقم(4 و 5) علاقة الانحدار الخطي بين المساحة المزروعة من الأرز وانبعاثات الميثان**CH4**، ومساحة

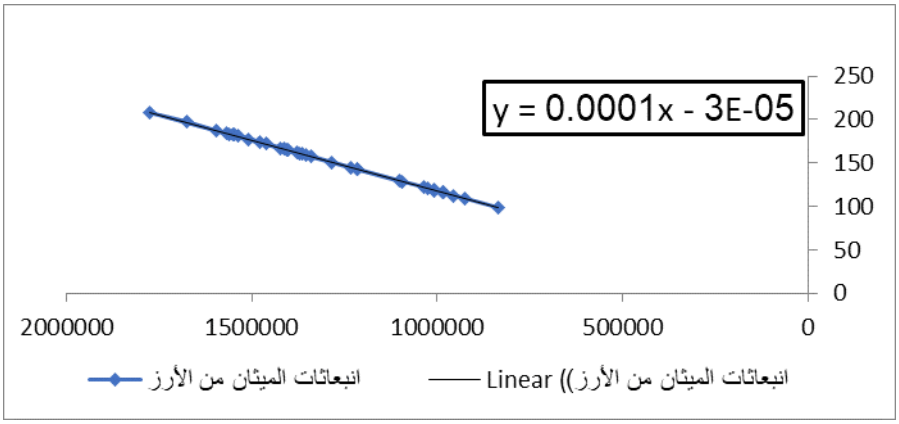
المزروعة من الأرز وانبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون**CO2 Eq** من الميثان ، وقد تبين وجود علاقة طردية بين مساحة المزروعة من الأرز وكل من انبعاثات الميثان ومكافئ ثاني أكسيد الكربون، وكانت المعادلة الأولي:

Y=0,000X -3E-05

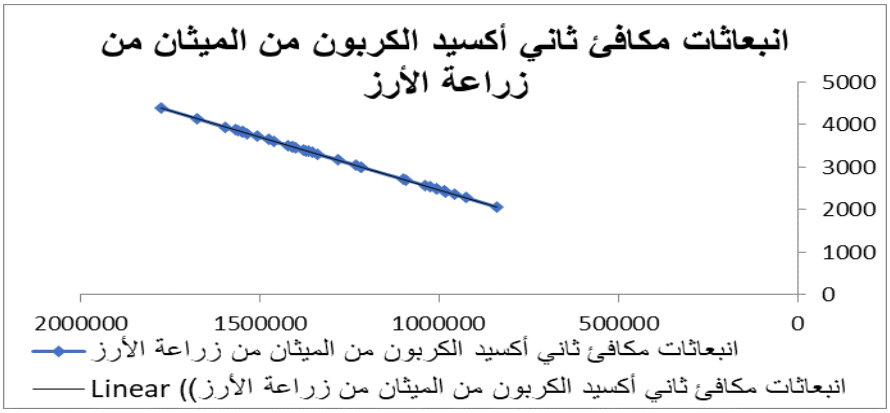
والمعادلة الثانية:

y = 0.002x - 2E-05

حيث **Y**= كمية انبعاثات الميثان من الأرز، **x** =اجمالي المساحة المزروعة بالأرز.



شكل رقم (4) إنبعاثات الميثان من الأرز



شكل رقم (5) انبعاثات الميثان ومكافئ ثاني أكسيد الكربون من الميثان

2. سبل التخفيف من إ نبعاثات الميثان من الأرز :

وبعد دراسة تطور انبعاثات الميثان من زراعة الأرز في مصرنستعرض أهم أساليب التخفيف من الانبعاثات الصادرة عن زراعة الأرز والحفاظ علي إنتاجيته كمحصول استراتيجي:

إسلوب الحد منالإستهلاك المائي أثناء زراعة الأرزبطبيق أساليب الري الحديثة مثل الري المتقطع والري التبادلي أو الري بالتسطير، ري المصاطب، طرق الري بالرش والري بالتنقيط (لا تناسب زراعة الأرز في فترات النمو الأولي) مما يؤدي إلي تقليل الفترات التي تغمر فيها التربة بالمياه وبالتالي تقليل النمو البكتيري الذي يسبب انبعاثات غاز الميثان.وسوف نتناول بالتفصيل كل من هذه الطرق:

- طريقة الري المتقطع:

وفيه يتم قطع المياه عن محصول الأرز علي فترات تتراوح من 5 إلي 10 أيام حسب فترة النمو التي يمر بها النبات بحيث لايتسبب ذلك في حدوث إجهاد مائي **Water deficit** لنبات الأرز،الذي يحدث أثناء منتصف النهار خاصة في الأيام الحارة حيث تفقد الأوراق الماء بداخلها بالنتح، بينما يقل الاجهاد المائي أثناء الليل وتستعيد الخلايا حالتها الطبيعية وتمتلئ انسجة النبات بالمياه الممتصة من الجذور فتعوض ما تم فقده بالنتح أثناء النهار، إلا أن هناك عوامل تتسبب في الإجهاد المائي منها معدل النتح ، وحركة الماء من التربة إلي جذور النبات، وكذلك علي أوراق النبات(مسعد قطب وآخرون ،إدارة نقص المياه للحاصلات الزراعية الرئيسية في مصر،2012، ص 123)، ويتوقف الإجهاد المائي كذلك علي دورة حياة النبات فهناك فترات حرجة في حياة نبات الأرز لا يمكن للنبات أن يستغني عن المياه وهي فترة تكوين الجذور ونمو البادرات وفترة تكوين الداليات والتزهير، حيث يؤدي نقص المياه إلي توقف انبات الجذور، غير ذلك لا يحتاج الأرز لكمية مياه كبيرة(حيدر رزاق

كشكول وآخرون، تأثير مدة الري في نمو وحاصل صنفين من الأرز **oreza, sativa** 2013،ص416) ولذلك يجب توفير الماء الكافي لهذه المرحلة من حياة نبات الأرز.

- طريقة الري التبادلي:

وفيه يتم زراعة الأرز بالتبادل مع محصول آخر علي هيئة سطر لكل محصول بالتبادل وهو ما يساعد علي توفير المياه والاستفادة منها في زراعة محصولين بدلا من محصول واحد.

استخدام المياه الهامشية ومياه الصرف المعالجة والمياه المتأثرة بالأملاح واتخاذ كل التدابير لمواجهة مشكلة نقص المياه من خلال اعادة معالجة المياه المستخدمة في المناطق الحضرية.

إدخال الأصناف الجديدة من الأرز أقل في استهلاك المياهحيث أن اختير ميعاد زراعة مناسب يساعد في زيادة من 10–20% من مياة الري ،(**S.EL-marsafawy,2012, p 45)** ،وتتسمالأصناف الجديدة من الأرز بأنها قصيرة العمر في الزراعة «120–130 يوما» وتتحمل طول فترات الري وذات كفاءة عالية في استخدام المياه ، وهى أصناف جيزة 179، جيزة 178، وهجين مصري 1، وسخا 107، وسخا سوبر 300، وصنف سخا الجديد يعطي 5.5 طن أرز للفدان في حين تعطي الأصناف التقليدية 4.5 طن للفدان وفي الوقت نفسه تستهلك مياه أكبر بكثير من الأصناف الجديدة، كما أن زراعة الأصناف الجديدة يمكن من توفير نحو 1800 إلي 2000 متر مكعب مياه للفدان، و من هذه الأصناف ما يعرف بالأرز الجاف وهو أحد أصناف الأرز المستنبطة والذي يتحمل نقص المياه وتم استنباطه عن طريق التهجين بين أصناف الأرز المصري والأرز الفلبيني الذي يزرع على الأمطار وهو أرز ذا جودة وطعم جيد، وخصصت محافظات البحيرة والغربية والاسكندرية ودمياط والدقهلية والشرقية لزرعة الأرز الجاف كتجربة جديدة بالإضافة للأصناف السابقة، كما يتضح من

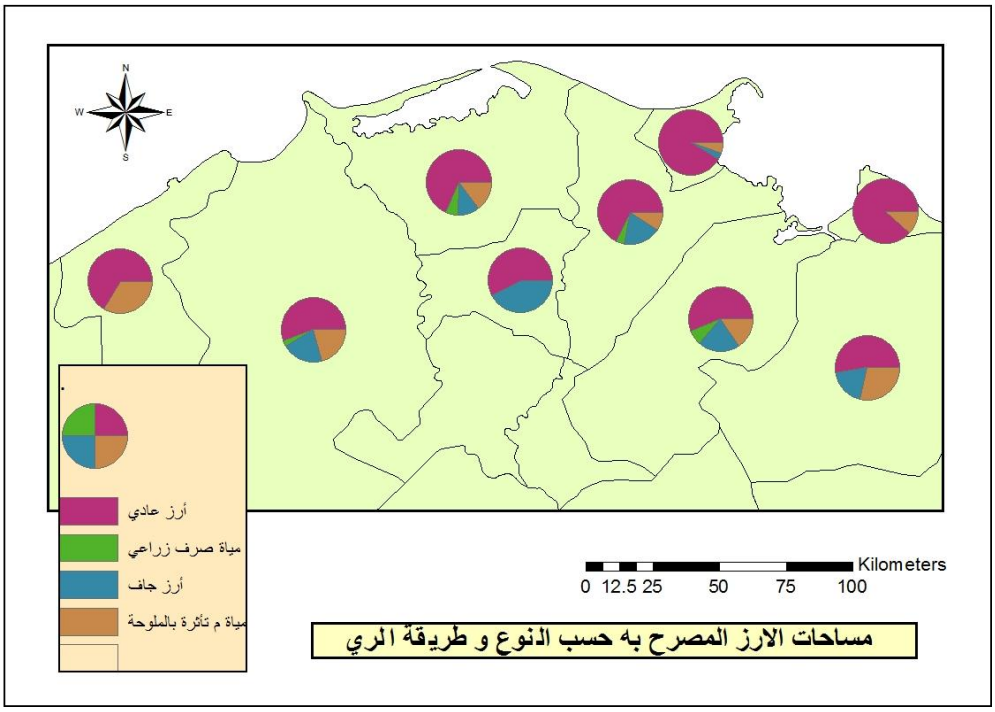
جدول رقم (10) مناطق زراعة الأرز المحددة من الدولة 7/23/ 2019وشكل رقم (6) مساحات الأرز المصرح بها من الدولة حسب النوع وطريقة الري.

جدول رقم (10) مناطقزراعة الأرزالمحددة من الدولة 7/23/ 2019

المحافظة	المنزرعة بالأرز العادي	المنزرعة عليمياه الصرف الزراعي	المقترحة للأرز الجاف	المقترحة علي مياه متأثرة بالملوحة	الإجمالي
البحيرة	106650	5000	40000	40000	191650
الغربية	40600	0	29500	0	70100
كفر الشيخ	189800	17000	0	41000	277300
الاسكندرية	2000	0	1500	2500	3000
دمياط	42000	0	50000	25000	46000
الدقهلية	182550	11000	48500	35000	268550
الشرقية	127850	17000	1000	1500	5250
الاسماعيلية	2750	0	0	4000	34000
بورسعيد	30000	0	0	1000	31000
الإجمالي	724200	50000	200000	150000	1124200

المصدر: وزارة الموارد المائية والري ،ادارة التخطيط مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار.

يمكن أيضا تخفيض إنبعاثات الميثان دون خفض إنتاجية محصول الأرز أثناء التسميد عن طريق إضافة كبريتات الصوديوم أو كبريتيد الكالسيوم المغلف لأسمدة اليوريا، أو الاستغناء عن اليوريا تماما واستبدالها بكبريتات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين في زراعة الأرز (أحمد عثمان الخولي، عزت عبد الحميد، مشروع أساليب الحد من التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية. محافظة كفر الشيخ ، وزراة الدولة لشئون البيئة، 2014، ص104) .



شكل رقم (6) مساحات الأرز المصرح بها من الدولةعام 2019

النتائج والتوصيات

-تزايد أقبال الشعب المصري علي إستهلاك الأرز بصورة كبيرة بسبب زيادة أعداد السكان وتغير بعض العادات الغذائية.

-تذبذب إنتاج الأرز سنويا بسبب تغير مساحات زراعة الأرز بناءاً علي قررات الدولة للحد من زراعة الأرز لإرتفاع احتياجاته من الماء.

-ترتبط درجات الحرارة بالتبخر النتح المعياري ارتباطاً طردياً قوياً قدرة0.99 لمعظم المحافظات، بمعني زيادة الإستهلاك المائي بزيادة درجات الحرارة.

- انخفاض كمية غاز الميثان المنبعثة من حقول الأرز في مصر بعد تقليص مساحات الأرز بنسبة 5%.

وتوصي الدراسة في ضوء هذه النتائج بالتالي:

- زيادة الإهتمام بزراعة الأرز بمنهجية الزراعة الذكية مناخياً.
- تخصيص محافظات الدلتا لزراعة الأرز دون غيرها لملائمتها مناخياً ومائياً.
- عدم تفضيل زراعة الأرز في مصر الوسطي وبمنع زراعة الأرز في محافظة الوادي الجديد والصعيد لارتفاع المقنن المائي لها نتيجة إرتفاع درجات الحرارة.
- إستخدام طرق الزراعة الحديثة للاستخدام كمية مياه أقل وزراعة أصناف مبكرة النضج تمكث في الأرض مدة قصيرة وتحتاج كمية مياه أقل.

المراجع والمصادر

أولا: المصادر

1. **United states Department of Agriculture .USDA**

2. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء, النشرة السنوية لاحصاء المساحات المحصولية والانتاج النباتي أعوام مختلفة.

3. دليل الزراعة الذكية مناخيا ، الفاو.

4. وزارة شئون البيئة، الابلاغ الوطني الثالث، القاهرة.

ثانيا: المراجع العربية

5. أحمد عثمان الخولي، عزت عبد الحميد (2014) : مشروع أساليب الحد من التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية. محافظة كفر الشيخ ، وزراة الدولة لشئون البيئة.

6. أحمد على سيد إبراهيم الدرس (2011) : الأرز فى مصر دراسة فى الجغرافيا الإقتصادية , رسالة دكتوراه غير منشورة , كلية الآداب , جامعة بنى سويف .

7. حسن أبو سمورة، حامد الخطيب (1999) :الموارد المائية، عمان، الأردن.

8. حيدر رزاق كشكول وآخرون (2013) : تأثير مدة الري في نمو وحاصل صنفين من الأرز **oreza, sativa**، مجلة الفرات للعلوم الزراعية، بغداد، العراق.

9. علي الخشن وآخرون (1980) :انتاج المحاصيل ج2، دار المعارف، الاسكندرية.

10. شحاتة سيد أحمد طلبة (2002) : مناخ المدينة المنوره وآثارة الإقتصادية , مطبوعات نادى المدينة المنوره الأدبى , رقم 166 .

11. مسعد قطب وآخرون (2012) : إدارة نقص المياه للحاصلات الزراعية الرئيسية في مصر ،مركز بحوث الآراضي والمياه والبيئة، الجيزة.

12. محمد فوزى أحمد عطا (2000) : نموذج تطبيقى فى الجغرافيا المناخية على زراعة القمح فى المملكة العربية السهودية , المجلة الجغرافية العربية , الجمعية الجغرافية المصرية , العدد 35 ,

السنة الثانية والثلاثون , ص ص 363 –382 .

13. محمد فوزى أحمد عطا (2001) : التبخر والموازنة المائية فى الأحساء بالمملكة العربية السعودية , المجلة الجغرافية العربية , الجمعية الجغرافية المصرية , العدد 38 , السنة الثالثة والثلاثون , ص ص 269 – 294 .

14. محمد فوزي أحمد عطا (2005) : التبخر والموازنة المائية في أبها بالمملكة العربية السعودية "دراسة في المناخ التطبيقي"، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية , العدد 45 , السنة السابعة والثلاثون , ص ص 433 – 465 .

15. محمد فوزي عطا (2005) : التبخر والموازنة المائية في أبها بالمملكة العربية السعودية "دراسة في المناخ التطبيقي"، مجلة كلية الآداب " الإنسانيات والعلوم الإجتماعية " ,المجلد 69 , العدد 4 , أكتوبر 2009 , ص ص 78 – 135 .

16. محمد محمد عبد الله عبد الوهاب (2015) : المناخ وأثره على البخر نتح القياسى فى مصر , رسالة ماجستير غير منشوره , كلية الآداب جامعة بنى سويف .

17. محمود بدر، عبد الكاظم علي الحلو(2012): الخصائص المناخية وعلاقتها بزراعة وإنتاج محصول الرز في محافظة النجف، كلية الآداب، جامعة الكوفة.

18. مها عبد الفتاح، حسام منصور(2015): دراسة تحليلية لمحصول الأرز في مصر، مجلة الزراعة، الاسكندرية.

19. ياسر السيد (2005) :أثر مناخ مصر في الإستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية دراسة في المناخ التطبيقي، مجلة بحوث الشرق الأوسط للعلوم الأنسانية والدراسات الأدبية، جامعة عين شمس ، القاهرة.

ثالثا: المراجع الأجنبية

1.A.D. Pinto,& Others (2016) :Low Emission Development Strategies in Agriculture. Agriculture, Forestry, and Other Land Uses (AFOLU) Perspectivehttp://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.06.013**.**

2. Farag, A., Abdrabbo,M., Heggi,M., Radwan,H. (2013) : "Carbon Footprint

for Paddy Rice production in Egypt", Nature and Science,

3.S. OUDA, A.E.Zohery, T.Noreldin (2020) : Difict Irrigation Remedy of Water Scarcity, Springer.

4. S.EL- Marsafawy, M.K. Hassanien, K.M. Abdel-Latif (2012) : Impact of Climate Change on the Behaviour of Some Rice varieties in Egypt,pp36-45,http://www.sciencepub.net/researcher.

5. S.EL- Marsafawy,H.EL-Ramady(2013) :Sustainable Agriculture and Climate Changes in Egypt, Sustainable Agriculture Reviews, Springer.

6. S. Marsafawy (2016) : Climatic changes and their impact on crop water productivity under limited water resources in Egypt, Ciheam.

7. Wossenu Altew. Assefa Melesse (2013) : Evaporationand Evapotranspiration Measurements and Estimations, Springer.

8. Methane Emissions from Rice Cultivation, Flooded Rice Fields, IPCC.

9. Update to Egypt's Rice products(2018) : USDA Staffandnotnecessarilystatementsofficial U.S. government.

10. Sustainable intensification: What is its role in climate smart agriculture?. Climate change(2008) : water and food security, FAO water reports,

11. Egypt third national communication under the United Nations framework convention on climate change (2016) :Egyptian environmental affairs.

12.Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, CH4 Emissions from Rice Agriculture,pp399-417.

Climate-smart agriculture (CSA) and methane emissions management from rice cultivation in Egypt

Abstract

The world faces big challenges related to climate change, rising temperatures as well as the effects of these two factors on increasing crop water consumption, reducing quality and productivity of crops resulting from water shortages. CSA is the only way to face all these challenges, through sustainable management of water resources while maintaining agricultural productivity. Despite the fact that rice is a strategic crop that helps support Egyptian food security, it is also a source of Methane gas (CH4); one of the causes global warming. The research addresses this problem through three axes: The first axis concentrated on the strategic importance of rice in Egypt. It tackled the consumption, production and distribution of rice in Egypt and showed that the evolution and increase in rice consumption correlates positively with the increase of population growth during the last twenty years. The second axis addressed the issue of climatic and water needs for rice cultivation and the calculations of rice consumption of water in Egypt, then it specified the water standard for each governorate, as well as the optimal rice cultivation areas in Egypt. The third axis investigated methods of reducing methane emissions from rice fields in Egypt. Microsoft Excel was used to perform statistical and graphical analyses; Cropwat 0.8 was used to calculate water consumption of rice and Arc GIS was used for mapping. The study recommends allocating the governorates of the Delta to cultivate rice and it shows that the governorates of Middle Egypt and Asyut are not preferable areas for rice cultivation in Egypt. It also showed that rice cultivation should be completely prevented in the New Valley. Finally, the study recommends the cultivation of early-ripened varieties and dry rice. Moreover, the use of intermittent irrigation and underlining methods is also recommended.

Key words:

Climate smart agriculture (CSA), Reference Evapotranspiration (ETo), Kc yield coefficient, Etc water consumption, CWP irrigation efficiency, CH4 methane, dry rice

Climate-smart agriculture (CSA) and methane emissions management from rice cultivation in Egypt

By

Dr. Dalia Mustafa Ali

Physical Geography Teacher - Faculty of Arts - Fayoum University