التنبأ بأزمة المياه والأحتياجات المائية للقمح المنزرع بالساحل الشمالى الغربى (مصر)

أ.د/ عبد رب النبى محمد عبد الهادى

الملخص:

تربط الدراسة التغييرات المناخية المستقبلية بالأحتياجات المائية لمحصول القمح المنزرع على مياه لأمطار بالساحل الشمالى الغربى (مصر) والتى تعتبر من أهم المناطق الواعدة للتنمية الزراعية ، وتمتد هذه المنطقة من الأسكندرية الى (شرقا) الى السلوم (غربا) بأتساع 500 كم ، وعمق 40 كم ، بأحداثيات خط طول 00 50 29 الى 00 10 25 (شرقا) وخط عرض 00 50 30 الى00 10 31 شمالا .

تتطلب أستراجيات أقلمة الأحتياجات المائية للزراعة المطيرية المستدامة (بمنطقة الساحل الشمالى الغربى) التنبأ بتغييرات المناخ الزراعى ، والتى يتوقع لها أن تزيد من مخاطر ندرة المياه ، لهذا أستخدامت المعدلات الشهرية للأمطار ودرجات الحرارة (محطة مرسى مطروح للأرصاد الجوية) لحساب معدل البخر نتح ، وأستخدمت هذه البيانات المناخية لتمثيل خط قاعدة المناخ (للفترة 1973 - 2010) وذلك للتنبأ بمعدل البخر نتح والأحتياجات المائية خلال الفترة المستقبلية (2011 -2030) لمحصول القمح عند زراعته بالساحل الشمالى الغربى (مصر) وتعانى البيانات المناخية الزراعية عادة من الأختلافات الموسمية والتى تعرف بالتأثيرات الموسمية من جانب مفهوم السلاسل الزمنية ، الأمرالذى يتطلب ترتيبها stock series لتحقيق الأزالة الجزئية للتأثيرات الموسمية .

أشارت نتائج تحليل السلاسل الزمنية times series analysis الى أن المتوسط العام لمعدل سقوط الأمطار خلال الفترة المستقبلية (2011 - 2030) هو 13.46 مم / شهر ، وتميز أشهر ديسمبر للفترة المستقبلية بمعدل مرتفع لسقوط الأمطار، وذلك مع قيمة عظمى متنبأ بها فى شهر ديسمبر (2030) مقدارها 78.70 مم /شهر ، بينما تنعدم الأمطار خلال أشهر يونيو – يوليو – أغسطس (خلال الفترة المستقبلية) ، و بالأضافة الى ذلك فقد تنبأت النتائج بمتوسط عام لمعدل بخر نتح مقدره 147.7 مم / شهر(خلال الفترة المستقبلية 2011 - 2030 وتتوقع النتائج تميز أشهر سبتمبر بأعلى قيم معدل بخر نتح ، وتأخذ أعلى قيمة لها (204.9 مم /شهر) خلال شهر سبتمبر 2030 ، وعلى نقيض من ذلك فقد تتميز أشهر يناير بأقل معدل البخر نتح بقيمة مقدارها 87.7 مم / شهر وتسود خلال السنوات 2012-2014-2018-202-2022-2024-2026-2028 . وأتاحت قيم البخر نتح المتنبأ بها ومعامل المحصول (Kc) حساب صافى الأحتياجات المائية لمحصول القمح عند زراعته بمنطقة الدراسة خلال الفترة المستقبلية (2011 -2030)

أشارت النتائج ايضا الى أن أقل قيم لصافى الأحتياجات المائية لمحصول القمح والأمطار الفعالة تقع خلال عامى (2011 -2012) هى 219 ، 92.4 مم /سنة (على التوالى) ، وتتنبأ الدراسة بأن محصول القمح (عند زراعته بمنطقة الدراسة) سيحتاج الى أعلى قيمة لصافى الأحتياجات المائية (250.7 مم / موسم)

خلال موسم نمو عام 2017 . وقد أتاحت معدلات سقوط الأمطار و صافى الأحتياجات المائية حساب كل من المطر الفعال و معامل أزمة المياه wheat crises index (WCR) ، حيث صاغت هذه الدراسة معامل أزمة المياه لمحصول القمح water wheat crisis index (WWCI) والذى يربط بين مقدار محصول القمح تحت ظروف الرى المثلى(WOI) ، الزراعة المطرية (WRC) .

$$WWCI = WOI / WRC$$

أعطيت أربعة مراتب تصنفية لأزمة المياه بناء على قيم هذا المعامل (WWCI) ، ذلك على النحو التالى :كارثة – أزمة – مشكلة متوسطة – مشكلة بسيطة ، مقابل قيم معامل أزمة مياه القمح أعلى من 10 – (10 -7.5) – (7.5 -5) أقل من 5 (على الترتيب) . وتنبأت قيم هذا المعامل بحدوث كارثة مائية لزراعات القمح بمنطقة الدراسة خلال السنوات 2013 -2015 -2017- 2019 - 2021 ، وستشهد منطقة الدراسة أزمة مياه زراعات القمح خلال السنوات 2011 -2023 - 2025 – 2027 -2029 . و مشكلة مياه متوسطة عام 2030، ويتوقع مشكلة مياه من المرتبة البسيطة خلال الأعوام 2012- 2014 – 2016- 2018 -2020 - 2022-2024 – 2026 – 2028 .

تهدف هذه النتائج الى مساعدة المزراعيين والحكومة للتأقلم مع التغييرات المناخية وأتخاذ الأجراءات للحد من الهشاشة الأقتصادية والبيئية لهذا القطاع من مصر.

الكلمات الدالة : التغييرات المناخية - التأقلم – ندرة المياه - السلاسل الزمنية - صافى الأحتياجات المائية - محصول القمح – ندرة المياه – دليل أزمة مياه زراعات القمح

رابعا : أهداف البحث

- تقديم أسلوب علمى كمى لتقدير الحجم المستقبلى لأزمة المياه بمنطقة الساحل الشمالى ، فى حالة زراعة المحصول الأستراتيجى (القمح)
- تصنف مستويات أزمة المياه

الأشارة الى الأهمية التطبيقية لهذا النوع من البحوث الذى يوفر بيانات مستقبلية تساعد متخذى القرار على وضع سياسة للحد من الأزمات المائية

ثالثا : الخطوات الأساسية

1. **حساب درجة الحرارة خلال الفترة المستقبلية**

(بأجراء تحليل المسلسلات الزمنية) خلال فترة نمو القمح :

- ندخل للبرنامج الأحصائى درجة الحرارة خلال الفترة الماضية (1973 – 2010) - جدول (1)
- من الأتجاه العام لهذ الدرجات يتم تحديد نوع المسلسة الزمنية
- باستخدام نوع المسلسة الزمنية المناسب يتم حساب درجة الحرارة خلال الفترة المستقبلية (2010-2030) - جدول (2)

Table (1) Time series data of monthly mean temperature rate (ºC) of the baseline climate period (1973 -2010)

جدول (1) السلسة الزمنية للمتوسط الشهرى لمعدل درجة الحرارة – خلال الفترة المناخية المرجعية الماضية (1973 – 2010)

Year	Months											
	Jan	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Aug**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
1973	12.9	9.0	16.4	15.8	20.4	26.8	26.3	25.5	15.9	23.3	19.9	13.6
1974	12.9	10.0	15.5	15.9	19.8	20.7	25.1	25.6	24.5	23.5	20.0	13.5
1975	14.2	12.8	15.3	17.3	17.9	21.3	24.7	25.0	24.4	23.2	17.5	15.0
1976	15.8	13.1	14.4	19.2	19.6	21.6	25.4	25.4	24.0	23.3	18.2	16.7
1977	14.3	16.0	17.8	18.2	23.5	28.7	26.9	28.2	26.8	22.8	18.4	14.6
1978	13.8	14.4	16.2	17.8	22.5	25.1	25.1	25.0	23.5	22.0	15.3	13.6
1979	15.9	15.5	16.8	18.1	20.1	24.2	25.5	26.4	24.6	21.5	17.4	14.4
1980	12.6	12.7	14.6	16.8	19.9	22.5	24.7	26.0	24.3	23.6	20.2	14.5
1981	11.8	12.7	16.2	19.1	20.3	24.5	26.2	26.7	24.9	23.6	18.0	15.9
1982	14.3	13.0	14.5	18.6	20.0	23.4	25.1	26.3	25.1	23.5	17.6	13.4
1983	11.6	11.3	14.0	17.7	21.0	23.6	25.7	26.3	24.7	21.3	19.5	14.5
1984	13.9	14.4	16.3	18.1	21.8	23.4	25.1	26.1	25.4	23.3	18.4	15.1
1985	14.5	14.7	16.2	19.5	22.5	25.2	25.9	25.8	24.3	22.1	19.8	15.9
1986	14.6	15.5	16.2	18.9	19.8	24.7	25.8	26.2	25.7	21.6	17.7	14.2
1987	13.7	14.3	13.5	16.9	20.1	22.9	25.3	26.7	25.0	21.5	17.3	16.2
1988	13.1	13.3	14.8	17.3	20.9	24.9	26.5	26.6	25.2	21.2	16.2	13.4
1989	12.2	13.0	15.2	19.0	21.0	23.4	25.0	25.9	25.8	21.2	17.6	15.2
1990	13.5	13.8	15.1	18.4	20.1	23.7	25.6	25.7	24.4	22.7	19.7	15.6
1991	13.4	13.8	16.7	18.7	20.5	23.5	24.6	26.0	24.0	22.8	18.0	12.6
1992	13.2	11.7	14.6	16.9	19.5	24.2	25.2	26.2	24.2	22.7	19.3	13.3
1993	13.3	12.7	14.4	18.7	20.1	24.0	25.6	25.7	25.5	23.7	19.4	16.3
1994	14.1	14.1	14.6	19.1	21.1	22.9	25.3	26.1	25.7	24.1	18.3	13.7
1995	12.4	13.8	15.4	16.4	19.5	25.6	26.7	26.9	26.0	22.2	17.0	15.0
1996	13.5	14.6	15.4	17.0	20.7	23.1	25.1	26.0	26.2	21.5	19.2	15.1
1997	14.2	13.4	14.4	16.2	20.1	24.3	26.3	26.0	24.3	21.9	18.1	15.1
1998	14.1	14.5	14.1	18.8	20.7	23.3	25.9	28.0	26.2	23.3	18.5	15.2
1999	14.4	14.0	15.9	18.0	21.7	24.5	26.2	26.7	25.4	23.7	19.7	15.7
2000	12.6	13.5	15.2	18.9	20.7	24.0	26.0	26.6	25.0	22.2	20.1	16.3
2001	14.9	14.6	17.3	18.6	20.8	23.2	25.9	27.0	26.2	22.7	18.7	14.2
2002	12.4	14.6	15.9	18.6	20.5	23.5	27.4	27.4	26.6	23.1	19.1	15.2
2003	15.0	12.6	13.7	17.3	21.8	24.2	27.2	26.9	25.3	23.3	19.4	15.0
2004	12.9	14.2	16.1	17.6	20.5	23.6	26.6	26.3	24.9	23.2	19.8	15.1
2005	14.1	13.5	15.9	17.7	20.8	23.4	25.5	26.8	25.7	22.7	19.4	14.9
2006	13.1	14.0	15.9	18.7	20.3	24.3	25.9	26.9	25.6	22.3	17.7	15.3
2007	13.9	14.4	16.4	17.3	21.1	24.3	26.1	26.6	25.1	23.0	18.7	15.1
2008	13.8	13.6	17.9	19.3	21.5	25.0	26.5	26.8	26.1	22.3	19.6	15.7
2009	14.7	14.5	15.3	17.9	20.2	24.8	26.3	26.4	25.8	23.5	18.9	16.3
2010	14.9	17.2	17.4	18.9	21.2	24.2	26.2	27.1	26.4	24.0	20.2	15.9

Table (2) Forecasted monthly temperature mean of the future climate period (2011 - 2030)

جدول (2) االتنبأ بالمتوسط الشهرى لمعدل درجة الحرارة – خلال الفترة المستقبلية (2010-2030)

Future Period (year)	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Adjusted Forecast											
2011	13.91	14.58	15.90	18.12	21.05	24.32	26.46	27.00	26.35	22.83	19.11	15.57
2012	13.76	14.86	15.70	18.53	20.75	23.97	26.28	26.95	26.50	22.89	19.34	15.47
2013	13.93	14.69	15.93	18.16	21.08	24.34	26.52	27.06	26.50	22.85	19.17	15.63
2014	13.77	14.97	15.73	18.56	20.78	23.99	26.33	27.01	26.65	22.91	19.40	15.53
2015	13.94	14.79	15.95	18.19	21.10	24.36	26.58	27.12	26.65	22.86	19.23	15.69
2016	13.78	15.07	15.75	18.60	20.80	24.01	26.39	27.08	26.80	22.92	19.46	15.59
2017	13.95	14.90	15.98	18.22	21.13	24.38	26.63	27.18	26.79	22.88	19.29	15.75
2018	13.80	15.18	15.77	18.63	20.83	24.03	26.45	27.14	26.94	22.93	19.52	15.65
2019	13.97	15.01	16.00	18.26	21.16	24.40	26.69	27.24	26.94	22.89	19.35	15.82
2020	13.81	15.29	15.80	18.67	20.86	24.05	26.50	27.20	27.09	22.95	19.58	15.71
2021	13.98	15.11	16.02	18.29	21.18	24.42	26.75	27.31	27.08	22.91	19.41	15.88
2022	13.82	15.40	15.82	18.70	20.88	24.07	26.56	27.26	27.24	22.96	19.64	15.77
2023	13.99	15.22	16.05	18.33	21.21	24.44	26.80	27.37	27.23	22.92	19.47	15.94
2024	13.84	15.50	15.85	18.73	20.91	24.08	26.62	27.32	27.38	22.98	19.70	15.84
2025	14.01	15.32	16.07	18.36	21.23	24.46	26.86	27.43	27.38	22.93	19.52	16.00
2026	13.85	15.61	15.87	18.77	20.93	24.10	26.67	27.38	27.53	22.99	19.76	15.90
2027	14.02	15.43	16.09	18.39	21.26	24.48	26.92	27.49	27.52	22.95	19.58	16.06
2028	13.87	15.72	15.89	18.80	20.96	24.12	26.73	27.44	27.68	23.01	19.82	15.96
2029	14.03	15.54	16.12	18.43	21.28	24.49	26.97	27.55	27.67	22.96	19.64	16.12

2030	13.88	15.83	15.92	18.84	20.98	24.14	26.79	27.50	27.82	23.02	19.88	16.02

2. حساب معدل البخر المستقبلى (خلال فترة نمو القمح) (بأجراء تحليل المسلسلات الزمنية)

- ندخل للبرنامج الأحصائى معدل البخر خلال الفترة الماضية (1973 – 2010) – جدول (3)
- من الأتجاه العام لهذه لمعدلات البخر يتم تحديد نوع المسلسة الزمنية
- باستخدام نوع المسلسة الزمنية المناسب يتم حساب معدل البخر المستقبلى خلال الفترة المستقبلية (فى النطاق الزمنى لفترة نمو القمح)

Table (3) Time series data of monthly evapotranspiration rate (mm/month) of the baseline climate period (1973 -2010)

جدول (3) السلسة الزمنية لمعدل البخر نتح الشهرى – خلال الفترة المناخية المرجعية الماضية (1973 – 2010)

Year	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1973	93.3	66.4	143.5	138.0	173.0	198.9	193.1	178.6	130.8	137.6	98.1	81.2
1974	78.1	84.3	133.9	138.0	163.7	191.4	186.6	175.2	168.0	145.4	98.1	81.8
1975	80.9	88.5	125.6	144.0	162.4	180.9	196.5	174.8	173.1	143.8	90.9	80.3
1976	105.1	94.9	126.5	177.3	175.5	177.9	188.2	177.3	182.7	136.4	100.8	84.3
1977	95.5	96.3	124.0	161.4	191.3	218.1	189.1	190.0	175.2	134.5	98.7	79.7
1978	96.4	96.6	125.9	157.2	174.2	172.5	182.3	175.8	171.0	132.4	84.3	89.6
1979	99.2	97.2	132.7	148.8	176.7	191.4	187.2	188.2	173.1	135.8	93.3	79.4
1980	84.3	86.2	122.5	143.4	177.9	180.3	187.6	183.8	175.8	144.8	102.3	81.8
1981	79.4	87.1	123.7	156.9	176.4	186.6	191.0	184.5	177.6	139.2	94.2	90.8
1982	91.8	86.5	118.7	151.5	175.2	182.7	186.6	187.2	178.8	145.1	96.9	79.4
1983	77.8	80.4	117.2	150.3	179.8	185.1	190.0	183.8	178.8	128.7	101.7	86.8
1984	87.1	93.2	128.3	152.7	195.0	183.0	184.5	181.0	182.4	137.0	101.1	84.3
1985	90.8	93.5	126.5	158.1	193.1	195.6	188.8	181.4	173.4	130.2	101.4	86.2

Year	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1986	90.2	98.6	126.2	156.0	173.9	196.2	193.1	186.9	184.2	134.5	94.5	81.2
1987	92.4	96.6	114.4	147.6	182.6	186.0	188.8	187.2	179.4	132.4	96.9	87.4
1988	86.5	87.4	124.9	147.6	182.6	198.3	197.5	188.2	181.5	132.4	91.2	80.3
1989	79.7	87.1	127.1	162.9	184.5	187.2	187.6	182.0	185.4	131.8	97.2	85.9
1990	85.3	89.3	120.9	153.0	175.8	188.7	191.6	180.7	176.1	138.0	106.5	90.5
1991	85.9	89.6	130.8	156.0	183.2	189.6	185.7	181.4	173.4	139.8	96.6	74.1
1992	81.8	80.4	119.7	147.9	170.5	192.9	186.9	182.6	173.1	143.2	100.8	79.7
1993	87.7	84.3	115.6	157.8	174.5	189.0	191.9	183.5	184.5	144.2	102.3	89.6
1994	89.9	92.7	119.7	166.8	186.9	181.5	193.1	188.2	185.4	145.4	96.0	80.0
1995	87.7	90.7	127.7	142.5	175.5	203.4	200.6	189.4	189.3	135.2	93.6	86.2
1996	89.6	94.4	124.9	144.3	183.2	183.6	188.8	184.1	194.7	133.9	98.4	89.6
1997	92.4	89.9	119.7	142.5	178.3	192.3	197.8	184.1	176.4	136.4	99.6	86.2
1998	89.3	91.6	119.4	159.6	182.9	185.7	192.5	194.7	189.6	141.4	99.9	82.2
1999	89.3	90.2	126.5	151.8	185.4	190.8	195.3	188.8	183.6	142.3	103.5	88.4
2000	81.8	88.2	123.4	159.6	180.4	186.3	193.4	187.9	180.0	134.9	103.5	89.9
2001	92.7	94.1	137.0	156.3	184.8	183.3	193.1	191.9	191.4	138.0	101.4	83.4
2002	82.8	92.4	126.8	153.9	180.4	183.0	205.2	191.9	194.7	141.1	102.6	87.7
2003	98.6	86.5	114.7	145.5	187.6	190.2	200.0	191.9	184.5	144.8	103.5	86.8
2004	85.9	92.1	128.3	151.5	181.4	187.8	199.3	186.3	181.2	140.4	103.5	85.3
2005	89.9	88.2	129.3	147.9	181.0	183.6	190.3	187.6	186.6	137.0	100.5	84.9

Year	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2006	85.6	92.7	130.2	155.7	178.9	188.7	194.4	191.9	186.0	138.3	94.8	84.3
2007	88.0	91.0	130.8	143.1	183.5	189.0	195.6	188.5	180.6	141.1	104.1	87.1
2008	86.8	86.8	143.5	162.9	186.9	197.4	196.2	189.1	189.0	138.3	102.9	88.4
2009	95.5	96.3	124.9	148.5	174.8	193.8	195.0	185.7	183.6	146.0	99.0	90.5
2010	96.1	109.8	136.7	156.3	187.2	191.7	193.4	190.3	190.2	144.8	108.3	92.7

Table (4) Forecasted monthly evapotranspiration of the future climate period (2011 - 2030)

جدول (4) االتنبأ بالمتوسط الشهرى لمعدل البخر نتح – خلال الفترة المستقبلية (2010-2030)

Future Period (year)	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Adjusted Forecast											
2011	89.6	93.2	127.1	151.5	185.7	190.8	197.5	191.0	190.5	140.1	103.2	89.6
2012	87.7	94.9	127.4	155.1	184.5	188.1	196.9	191.6	193.5	141.7	103.8	88.0
2013	89.6	93.5	127.4	151.5	186.3	190.8	197.8	191.6	192.0	140.7	103.5	89.9
2014	87.7	95.5	127.4	155.1	184.8	188.1	197.2	192.2	194.7	142.0	104.4	88.4
2015	89.6	94.1	127.4	151.5	186.9	190.8	198.4	192.2	193.2	140.7	104.4	90.2
2016	87.7	95.8	128.0	155.1	185.4	188.4	197.8	193.1	196.2	142.0	104.7	89.0
2017	89.6	94.4	127.4	151.5	187.6	190.5	198.7	192.8	194.4	141.1	105.0	90.5
2018	87.7	96.3	128.0	155.4	186.0	188.1	198.4	193.8	197.4	142.6	105.3	89.6
2019	89.6	94.6	128.0	152.1	188.2	190.5	199.3	193.4	195.6	141.1	105.3	91.5

Future Period (year)	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Adjusted Forecast											
2020	87.7	96.6	128.0	155.4	186.6	188.4	199.0	194.4	198.6	142.6	105.9	89.9
2021	89.6	95.2	128.0	152.1	188.5	190.5	200.0	194.1	196.8	141.7	105.6	91.8
2022	87.7	96.9	128.0	156.0	187.2	187.8	199.6	194.7	199.8	143.2	106.2	90.5
2023	89.6	95.5	128.0	152.4	188.8	190.5	200.6	194.4	198.0	141.7	106.5	92.1
2024	87.7	97.4	128.3	156.0	187.9	187.8	200.3	195.3	201.0	143.2	107.1	90.8
2025	89.9	95.8	128.0	152.4	189.4	190.5	201.2	195.0	199.2	142.3	106.8	92.7
2026	87.7	97.7	128.7	156.0	188.2	188.1	200.6	195.9	202.2	143.5	107.4	91.1
2027	89.9	96.3	128.7	152.4	190.0	190.5	201.8	196.2	200.7	142.3	107.1	93.0
2028	87.7	98.0	128.7	156.0	188.8	188.1	200.9	196.5	203.7	143.8	107.7	91.5
2029	89.9	96.6	128.7	152.4	190.3	190.8	202.4	196.5	201.9	142.9	108.0	93.3
2030	88.0	98.6	129.0	156.3	188.8	188.1	201.5	197.2	204.9	144.2	108.3	92.1

3. حساب معدلات سقوط الأمطار المستقبلية (خلال فترة نمو القمح)

- ندخل للبرنامج الأحصائى معدل سقوط الأمطار خلال الفترة الماضية (1973 – 2010) – جدول (5)
- من الأتجاه العام لمعدلات سقوط الأمطار يتم تحديد نوع المسلسة الزمنية المناسب
- باستخدام نوع المسلسة الزمنية المناسب ، تحسب معدلات سقوط الأمطار المستقبلية (2010-2030) – جدول (6)

1. تحسب كمية الأمطار الفعلية ER (التى تمر خلال قطاع التربة) المستقبلية

Table (5) Time series data of monthly precipitate rate (mm/month) of the baseline climate period (1973 -2010)
جدول (5) السلسة الزمنية لمتوسط الشهرى لمعدل سقوط الأمطار – خلال الفترة المناخية المرجعية الماضية (1973 – 2010)

Year	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1973	17.7	0.3	19.3	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	58.1	6.3
1974	102.4	21.7	19.9	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	7.4	42.9
1975	6.7	15.5	3.3	2.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	26.6
1976	28.0	18.9	7.4	2.9	8.5	0.0	0.0	0.0	30.5	5.5	5.1	0.6
1977	5.4	3.5	25.2	5.4	2.7	0.0	0.0	0.0	0.2	8.4	7.7	121.8
1978	58.0	0.5	25.7	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.2	38.9	7.5
1979	0.7	4.8	13.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	32.5	27.6	53.4
1980	10.4	49.1	6.2	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	31.7
1981	40.0	21.9	1.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	18.4	0.0
1982	4.1	48.8	13.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	7.1	23.4
1983	112.3	26.4	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	6.9	15.2
1984	2.0	5.6	2.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	27.4
1985	14.5	43.9	5.8	4.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	3.1	6.4
1986	1.8	12.5	11.2	0.0	92.5	0.0	0.0	0.0	2.3	0.5	28.5	31.0
1987	11.7	8.9	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	1.0
1988	21.1	37.1	11.2	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.9	16.0	40.9
1989	65.0	22.1	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	136.2	14.7	8.9

Year	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1990	37.6	32.3	9.1	1.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	13.5	30.0
1991	27.2	12.5	7.1	1.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7	47.5
1992	56.1	50.6	1.5	57.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	74.9
1993	4.8	64.5	1.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	27.7	27.7
1994	100.6	5.6	101.1	37.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.0	64.5
1995	0.0	36.3	8.6	10.2	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	19.3	0.0
1996	42.4	4.3	13.5	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	18.0	6.9
1997	26.4	17.3	17.5	3.8	0.5	0.0	0.0	0.0	5.3	39.9	12.2	13.2
1998	14.2	40.4	23.1	1.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	21.6	40.1
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	16.0	8.6
2000	60.2	13.7	8.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	13.0	26.9	54.6
2001	19.1	14.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	23.1	28.2
2002	58.7	7.6	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.8	2.3	30.7
2003	12.7	46.2	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	14.7	57.2
2004	33.8	20.3	2.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	22.4
2005	40.4	13.5	5.6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.3	33.8
2006	51.8	11.4	3.6	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	16.8	29.0
2007	21.3	15.2	8.6	2.0	4.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	8.1	202.7
2008	69.1	29.2	7.1	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	0.3	15.0

Year	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2009	2.0	40.2	17.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	30.0	12.7
2010	6.1	9.9	1.0	0.0	52.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	12.7

Table (2) Forecasted precipitation rate of future climate period (2011 - 2030)

جدول (6) االتنبأ بالمتوسط الشهرى لمعدل سقوط الأمطار – خلال الفترة المستقبلية (2010-2030)

Future Period (year)	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Adjusted Forecast											
2011	20.11	22.55	11.91	5.21	6.66	0.00	0.00	0.00	0.27	12.71	14.99	34.52
2012	37.57	28.55	12.02	6.30	6.71	0.00	0.00	0.00	0.78	10.99	15.24	64.36
2013	19.87	22.93	11.95	5.29	6.85	0.00	0.00	0.00	0.18	12.54	14.78	35.38
2014	37.34	29.02	12.06	6.38	6.91	0.00	0.00	0.00	0.69	10.81	15.03	65.95
2015	19.64	23.31	11.99	5.37	7.04	0.00	0.00	0.00	0.09	12.36	14.57	36.25
2016	37.10	29.49	12.10	6.46	7.10	0.00	0.00	0.00	0.60	10.64	14.81	67.54
2017	19.40	23.69	12.03	5.45	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	12.19	14.36	37.11
2018	36.86	29.97	12.14	6.54	7.29	0.00	0.00	0.00	0.51	10.47	14.60	69.14
2019	19.16	24.06	12.07	5.53	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00	12.02	14.15	37.98
2020	36.63	30.44	12.18	6.62	7.48	0.00	0.00	0.00	0.42	10.30	14.39	70.73
2021	18.93	24.44	12.11	5.61	7.62	0.00	0.00	0.00	0.00	11.85	13.94	38.84
2022	36.39	30.91	12.22	6.70	7.67	0.00	0.00	0.00	0.33	10.12	14.17	72.32

Future Period (year)	Months											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2023	18.69	24.82	12.15	5.69	7.81	0.00	0.00	0.00	0.00	11.67	13.73	39.71
2024	36.15	31.39	12.27	6.78	7.86	0.00	0.00	0.00	0.24	9.95	13.96	73.92
2025	18.45	25.19	12.19	5.77	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50	13.52	40.57
2026	35.92	31.86	12.31	6.86	8.05	0.00	0.00	0.00	0.14	9.78	13.74	75.51
2027	18.22	25.57	12.23	5.85	8.19	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	13.31	41.44
2028	35.68	32.33	12.35	6.94	8.24	0.00	0.00	0.00	0.05	9.61	13.53	77.11
2029	17.98	25.95	12.27	5.93	8.38	0.00	0.00	0.00	0.00	11.16	13.10	42.30
2030	35.44	32.81	12.39	7.02	8.43	0.00	0.00	0.00	0.00	9.43	13.31	78.70

2. **حساب الأحتياجات المائية المستقبلية للقمح (WCR):** الأن لدينا معامل المحصول و معدل البخر المستقبلى ، مما يتيح للبرنامج حساب الأحتياجات المائية المستقبلية للقمح (جدول -7)

3. **تقدير العجز المائى المستقبلى (لحالة زراعة القمح ... بالساحل الشمالى)**

العجز المائى المستقبلى = ER -(WCR) = ... م^3 (جدول -7)

4. **تصنيف العجز المائى المستقبلى : بدلالة معامل أزمة المياه لمحصول القمح** (جدول -7)

water wheat crisis index (WWCI)

Table (7) Forecasted water requirements and yield of wheat (under optimal and rainy irrigation)

جدول (7) الأحتياجات المائية لمحصول القمح ومقدار المحصول تحت ظروف الرى المثلى و الرى المطرى

Future Period (year)	WR mm	Eff. rain mm	Wheat Yield Ton grain /ha Under		WWCI	Water Crisis Categories
			WOI	WIC		
2011	249.9	92.40	8.84	1.02	8.67	Crisis
2012	219.1	140.5	8.85	2.82	3.14	Low Problem
2013	250.2	93.40	8.88	0.72	12.33	Disaster
2014	219.6	142.00	8.90	2.82	3.16	Low Problem
2015	250.6	94.30	8.93	0.79	11.31	Disaster
2016	220.1	143.10	8.95	2.90	3.09	Low Problem
2017	250.7	95.10	8.98	0.80	11.23	Disaster
2018	220.5	145.0	8.80	3.03	2.90	Low Problem
2019	251.2	95.90	8.84	0.73	12.11	Disaster
2020	221.1	146.30	8.86	3.08	2.88	Low Problem
2021	251.7	96.70	9.06	0.87	10.41	Disaster
2022	221.5	147.80	9.07	3.45	2.63	Low Problem
2023	247.6	97.70	9.09	0.89	10.21	Disaster
2024	222.0	149.40	9.11	3.52	2.59	Low Problem
2025	248.1	98.60	9.15	0.90	10.17	Disaster
2026	222.4	150.70	9.15	3.58	2.56	Low Problem
2027	248.5	99.30	9.18	0.92	9.98	Crisis
2028	222.5	152.10	9.20	3.49	2.64	Low Problem
2029	248.5	100.20	9.01	0.93	9.69	Crisis
2030	222.8	153.50	9.02	3.56	2.53	Moderate Problem

- الأحتياجات المائية لمحصول القمح **WR** (مم)
- المطر الغعال **Eff. Rain** (مم)
- مقدار محصول القمح WOI تحت ظروف الرى المثالى (الذى يوفر جميع الأحتياجات المائية)
- مقدار محصول القمح WIC تحت ظروف الرى المطرى (الذى يوفر جزء من الأحتياجات المائية)
- معامل أزمة المياه لمحصول القمح WWCI : water wheat crisis index
- المرتبة التصنفية للأزمة المائية **Water Crisis Categories**

Water Crisis and Water Requirements of Wheat Cultivated at The Northern West Coast (Egypt)

Abstract

This study links climate changes to the future water requirements of rainfall cultivated – wheat crop at Northern West Coast (Egypt). The North Western Coastal Region (NWCR) of Egypt is one of the most promising areas for agricultural development. It extends from Alexandria in the east to Sallum in the west with about 500 km width and about 40 km depth, between longitude 29º 50’ 00’’ and 25º 10’ 00 E and latitude 30º 50’ 00’’ and 31º 10’ 00’’ N.

The adaptation strategies, for water requirements of sustainable rainfall agriculture on (NWCR) region, requires the forecasting of the agroclimate changes that are expected to intensify the existing risks of the current water scarcity**.** Monthly precipitation and temperature rates (Mersa Matruh, Egypt, Weather Station, 2011) were used to calculate the potential evapotranspiration rates (ET_o). These agroclimatic data represented the baseline climate period (1973 -2010) to forecast (ET_o) and water requirements of wheat that may be cultivated of , through the future period (2011 -2030) , at the Northern West Coast (Egypt) . The agroclimatic data are usually sever from seasonal variations that are termed, from the view of times series concept, as seasonal effects. So, they were arranged as stock series to remove partially the seasonal effects.

The results of the times series analysis showed that the forecasted precipitation rate, of future period, had a general mean of (13.46 mm/month) . December months are characterized by maximum value (78.70 mm/month at 2030), while months of July June and August have not precipitation. In addition, the obtained results indicated that the forecasted evapotranspiration rate, of the future period, that had averaged value of (147.7 mm/month) . The highest values of evapotranspiration rate are September months, with maximal value (204.9 mm/month) in 2030. On contrary, months of January are characterized by the lowest evapotranspiration rate month, with minimal value (87.7 mm/month) that will dominate through various years; 2012, 2014, 2016,2018, 2020 , 2022, 2024, 2026 and 2028 . The forecasted values of (ET_o) and well known crops factor (Kc) enabled to calculate the net irrigation water requirements of wheat,

that may be cultivated through the future period (2011-2030) at the studied .

In addition, the results showed that the minimal wheat water requirement and effective rain were 219and 92.40 for the years of 2012 and 2011 , respectively. It was forecasted that wheat crop will need 250.7 mm /season , as maximal net irrigation requirement , to be cultivated (in 2017) at the studied region .Then ,the forecasted precipitation rates (P) , and net water requirements (NWR) enabled to assess the effective rain and water wheat crises index (WCR) . This study formulated a conventional water wheat crisis index (WWCI) that relies the wheat yields, at certain region, under optimal (WOI) and rainy cultivation (WRC) , respectively :

$$WWCI = (WOI) / (WRC)$$

Four water crisis categories were assigned to (WWCI); disaster , crisis , moderate and low problem for (WWCI) values more than 10, (7.5 - 10) , (5-7.5) and less 5, respectively .The values of (WWCI) predicated that the (NWCR) will face wheat water disaster at the years of 2013 , 2015, 2017, 2019 and 2021, wheat water crisis at the years of 2011, 2023,2025 , 2027 and 2029. Wheat water- moderate problem may only occur at the year of 2030. Wheat water- low problem is expected through the years of 2012 , 2014 ,2016 ,2018 ,2020, 2022 ,2024 ,2026 and 2028 .

These results aim to assist stakeholders as they take up the adaptation challenge and develop measures to reduce the economic and environmental vulnerability of this sector of Egypt.

Keywords : climate changes , adaptation , water scarcity, time series , net water requirements ,wheat yield , and water wheat crisis index