تغير تكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي العميقة الإقليمية والمحلية خلال فصل الصيف للمدة١٩٨٠/١٩٩٠- ٢٠١٣/٢٠٢٣)

الباحثة سارة احمد خلف
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية/ كلية الآداب/ جامعة البصرة
الأستاذ الدكتور احمد جاسم الحسان
قسم الجغرافية /كلية التربية للبنات/ جامعة البصرة

المستخلص

يهدف البحث لدراسة وتحليل تكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي العميقة والإقليمية والمحلية خلال فصل الصيف للمستوى ٨٥٠ ملي بار المتكونة على العراق والمناطق الإقليمية نتيجة لتعمق المنخفض الهندي لموسمي، واعتمدت اربع دورات مناخية صغرى من (١٩٨٠/١٩٩٠- ٢٠١٣/٢٠٢٣) ولأشهر الصيف المتمثلة بـ(حزيران ،تموز ،اب) لدراستها وتحليلها ودراسة أنواع المنظومات السطحية المرافقة لتكرارها ، وتم بيان دور التغير المناخي على تكرار تعمق المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي ، وقد اظهر البحث وجود تباين شهري واضح لتكرار وتكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي اذ أظهرت المقارنة خلال مدة الدراسة انخفاض تكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي على العراق على عكس المناطق الإقليمية التي ازداد نسبة تكرارها عليها.

المقدمة

تعد دراسات المناخ الشمولي من الدراسات المهمة ضمن حقل الجغرافية المناخية، لارتباطها في تفسير الظواهر الجوية التي لها علاقة مباشرة بأنشطة الانسان وفعالياته، ونتيجة التطور الحاصل في الدراسات الشمولية ساعد ذلك في فهم الظواهر المرتبطة بحركة الغلاف الجوي وتبايناتها المكانية والزمانية ،و يظهر من دراسة المستوى ٨٥٠ هكتوباسكال على مدى عمق وضحالة المنظومات السطحية للمراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي، وبيان نسبة التغير التي طرأت على اتجاهها العام خلال مدة الدراسة والتي لها انعكاس على تباين حالات الطقس لفصل الصيف في منطقة الدراسة.

مشكلة البحث: تمثلت مشكلة البحث بالاتي:

١ – مع التغير المناخي ظهر تغير في تكرار المنخفضات الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي خلال فصل الصيف مما ينعكس على مناخ العراق.

٢ – وجود تغير بالمستوى ٨٥٠هكتوباسكال

فرضية البحث: بني لبحث على مجموعة من الفرضيات وهي كالتالي:

١- هناك تباين شهري في تكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي العميقة والضحلة على منطقة الدراسة خلال فصل الصيف

٢- للتغير المناخي العالمي انعكاس واضح في تكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي على منطقة الدراسة.

هدف البحث: يهدف البحث الى كشف دراسة التغيرات الشهرية لتكرار المنظومات الضغطية العليا للمستوى ٨٥٠ هكتوباسكال للرصدة (z٠٠)و (z١٢) من خلال كشف طبيعة تكرارها والتغيرات التي طرأت عليها نتيجة التغير المناخي العالمي

حدود البحث:

أ- الحدود المكانية :تتمثل منطقة الدراسة في العراق وشبة الجزيرة العربية والخليج العربي و ايران والتي تقع بين دائرتي عرض..٢٠-٣٧.٢٢ شمالاً وقوسي طول ٣٦-ْ ٥٠ شرقا، خريطة(١).

ب- الحدود الزمانية: وتمثلت بفصل الصيف بدأً من شهر حزيران الى شهر اب، واعتمد في تحليل خصائص تكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي العميقة والضحلة اربع دورات مناخية صغرى امدها ١١ سنة للمدة للمدة١٩٨٠/١٩٩٠-٢٠١٣/٢٠٢٣)

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (https://vortex.plymouth.edu/myowxp/upa/reanalysis.html

خريطة (١) منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (https://vortex.plymouth.edu/myowxp/upa/reanalysis.html

منهجية البحث: اعتمد في البحث على تحليل الخرائط الطقسية اليومية للمستوى الضغطي ٨٥٠ هكتوباسكال لتحديد تكرار المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي العميقة والضحلة للرصدتين (z٠٠)و (z١٢) (توقيت عالمي) والمنشورة على الرابط (https://vortex.plymouth.edu/myowxp/upa/reanalysis.html)

أهمية البحث: وتتضمن التالي:

١- اغناء دراسات المناخ الشمولي بمعلومات عن المنخفضات الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي والتغيرات التي طرأت على تكرارها نتيجة التغير المناخي

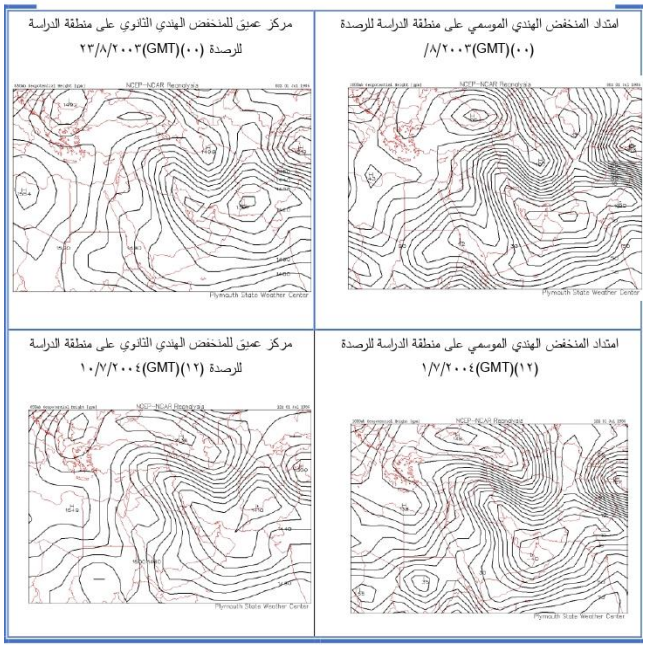
٢- تتبع التغيرات الحاصلة لعمق وضحالة المنخفضات الثانوية في المستوى ٨٥٠هكتوباسكال خلال مدة الدراسة

اولاً: مفهوم المراكز الثانوية للمنخفض الهندي الموسمي Indian Monsoon Low :

يعد المنخفض الهندي الموسمي من المنظومات الضغطية المنخفضة الأكثر تأثيرا في مناخ العراق لكونه يسيطر في اكثر الفصول ازعاجاً للأحوال الطقسية في منطقة الدراسة ويصاحب معه الارتفاع بدرجات الحرارة[١] يعرف المنخفض الهندي الموسمي بانة منخفض حراري يتكون صيفاً فوق شبه القارة الهندية وجنوب شرق اسيا بسبب تباين التسخين الفصلي بين

كتلة اليابس ، والمسطحات المائية متمثلة بالمحيطين الهندي والهادي وترتفع حرارة الارض ويتكون مركز للضغط الخفيف على الهند ابتداءً من شهر اذار الا ان تأثيره يصل الى شرق ايران او وسطها ولا يصل تأثيره الى العراق غالباً لامتداد لسان من الضغط العالي السيبيري او السيبيري المندمج مع الاوربي على ايران والعراق او على شمال الجزيرة العربية-ومن ضمنها العراق او على شمال وسط الجزيرة وشمال شرق افريقيا مما يؤدي الى دفع امتدادات المنخفض الموسمي الى ايران وجنوب الجزيرة العربية، ويلاحظ وجود مراكز او خلايا ثانوية موجودة على ايران وتركيا او شمال العراق وتركيا تساعد المنظومة الموسمية

على سحب امتداداتها[٢] تتميز المنخفضات الهندية الثانوية بانها اصغر حجماً من المنخفض الرئيسي وغالبيتها تكون متصلة به الخريطة (٢)، تصل قمة تكون المنخفضات الثانوية في فصل الصيف خصوصا خلال الرصدات الليلية لقوة المنخفض الموسمي الرئيسي نهاراً اذ لا يسمح بتكون المنخفضات الثانوية ولكن مع حلول ساعات الليل يتعرض المنخفض الموسمي (الرئيسي) الى الاستقرار نسبيا بسبب ضعف حركة الرياح داخله ولكن تبقى درجات الحرارة مرتفعة وكافية لنشوء خلايا للضغط المنخفض تمثل نواة للمنخفضات الثانوية، ولهذا السبب تكون المنخفضات الهندية الثانوية (الليلية) أكبر حجما من المنخفضات الهندية الثانوية النهارية، بمعنى آخر أن المنخفضات الثانوية المؤثرة نهارا هي بالأصل منخفضات تكونت في ساعات الليل[٣]



المصدر: بالاعتماد على خرائط المستوى ١٠٠٠و ٨٥٠ هكتوباسكال المنشورة على موقع

https://vortex.plymouth.edu/myowxp/upa/reanalysis.html

ثانياً:تغير معدلات التكار الشهرية للمراكز الإقليمية والمحلية:-

أ-شهر حزيران:- تشير نتائج الجدول (١) والشكل (١) الى الاتي :-

١- **المراكز المحلية: -**

أ. **المراكز العميقة:** - اقتصر تسجيل المراكز العميقة اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال شهر حزيران للرصدة (z٠٠) في شمال ووسط وجنوب العراق بنسبة (٧٢.٠٠-، ٦٤.٦٢-، ٤٨.٥٥-)% على التوالي ، كما سجل معدل التكرار في الرصدة (z١٢٠٠) في كل من شمال ووسط وجنوب العراق على التوالي اتجاهاً نحو الانخفاض في التكرار بنسبة(٥٠.٠٠-، ٥٠.٤٣-، ٥٣.٣٦)%.

ب. **امتدادات المنخفض الهندي الموسمي:** -اقتصر معد لتكرار امتدادات المنخفض الهندي الموسمي اتجاهاً نحو الانخفاض خلال مدة الدراسة بلغت نسبته نحو (٢٦.٦٧-، ٦٣.١٦-)% للرصدة (z٠٠) في شمال العراق و وسط العراق على التوالي بينما سجل وجنوب العراق زيادة في الاتجاه بلغت نسبته(١٠.٣٥+)%،اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل التكرار لامتداد المنخفض الهندي الموسمي نسبة اتجاه نحو الانخفاض بلغت حوالي(٣٧.٢٩-، ٤١.١٠-)% في شمال و وسط وجنوب العراق على التوالي اقتصر معدل التكرار اتجاهاً نحو الارتفاع في شمال العراق بلغ نحو (٦.٣٢+)%.

ت. **المرتفع الشبة المداري:** - سجل المرتفع الشبة مداري اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال شهر حزيران للرصدة (z٠٠) في وسط العراق وبنسبة (٤٠.٠٠-)% وسجل نسبة نحو الارتفاع بلغت نحو (٢٢٢٢.٢٢+)% جنوب العراق،اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل التكرار للمرتفع الشبة مداري اتجاهاً نحو الانخفاض في شمال ووسط وجنوب العراق على التوالي بلغ نحو(١٢٠.٠٠-،١٣.٣٣-، ٤١.١٠-)%.

٢- **المراكز الإقليمية: -**

أ. **المراكز العميقة:** - سجلت المراكز العميقة اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال هذا الشهر للرصدة (z٠٠)في الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة بنسبة(١٩.٨٩-، ٨.٧٧-،)%، وسجل معدل التكرار اتجاهاً نحو الارتفاع في كل من وسط وجنوب شرق ايران بنسبة (٤٠.٠٠+، ٥٢.٥٧+)% على التوالي ، اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل التكرار للمراكز العميقة اتجاه نحو الانخفاض بلغت نسبته (٣١.١٧-، ٨٠.٠٠-،٥٦.١٧-،٢١.٥٤-)% في الخليج العربي و وسط وجنوب شرق الجزيرة العربية ووسط ايران على التوالي ،كما اقتصر تسجيل الاتجاه نحو الارتفاع في معدل التكرار في جنوب شرق ايران وبنسبة(٤١.٧١+)%.

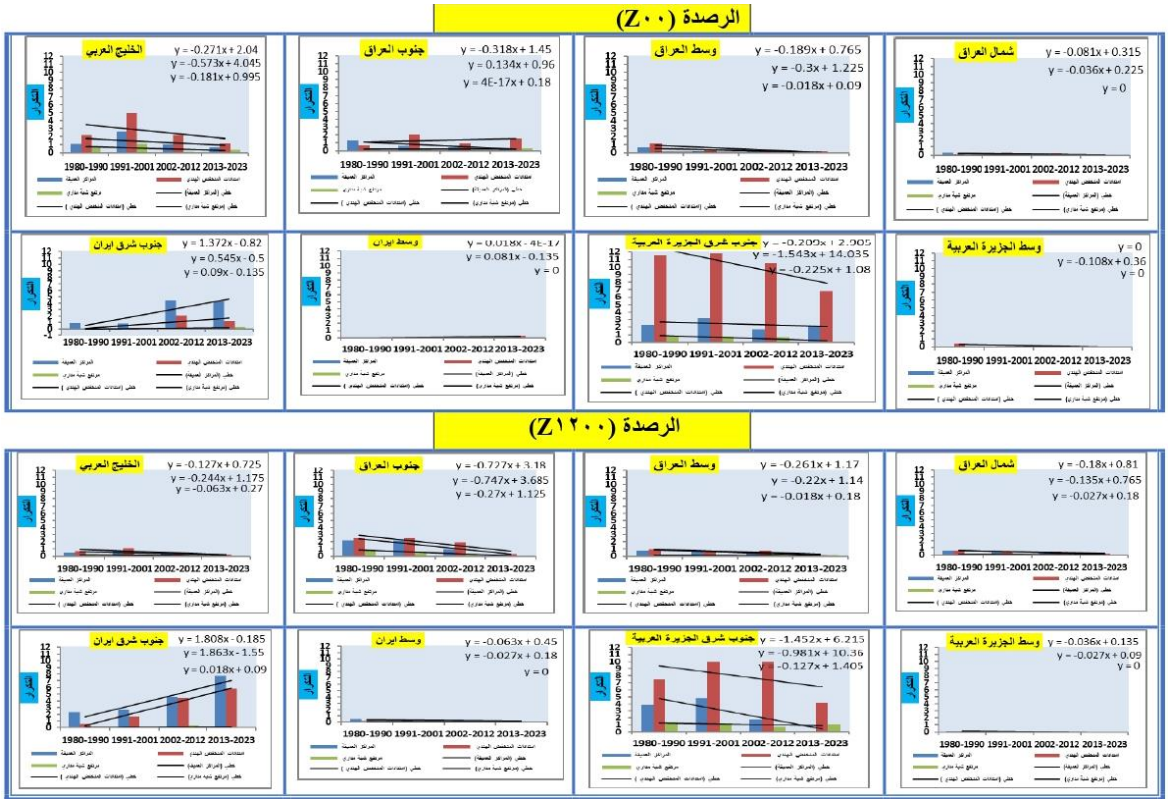
ب. **امتدادات المنخفض الهندي الموسمي:** -سجل معدل التكرار انخفاضاً في الاتجاه بنسبة (٢١.٩٣-،١٢٠.٠٠-،١٥.١٦-)%في كل من الخليج ووسط وجنوب شرق الجزيرة العربية ، ومعدل للتكرار لامتدادات المنخفض الهندي الموسمي

سجل اتجاهٍ نحو الارتفاع في وسط وشرق ايران بلغت نسبته نحو (١٢٠.٠٠+، ٦٣.١٩+)%، اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد اقتصر تسجيل معدل التكرار لامتدادات المنخفض الهندي الموسمي اتجاهاً نحو الارتفاع في جنوب شرق ايران بلغت نسبته (٥٩.٩٥+)% بينما سجل معدل التكرار في الخليج العربي ووسط وجنوب شرق الجزيرة العربية ووسط ايران على التوالي اتجاهاً نحو الانخفاض سجل نسبة نحو (٤٣.١٩-، ١٢٠.٠٠-، ١٢.٤١-، ٢٤.٠٠-)%.

جدول (١) معدل تكرار المراكز العميقة لمنخفض الهند الموسمي والمنظومات المرافقة للحالات الضحلة للمستوى ٨٥٠ هكتوباسكل ونسبة تغيرها (%) الرصدة (٠٠ z) و(١٢٠٠ Z) لشهر حزيران للدورات المناخية ١٩٨٠/١٩٩٠-٢٠١٣/٢٠٢٣

Z٠٠	المنظومات	1980-1990	1991-2001	2002-2012	2013-2023			
شمال العراق	المراكز العميقة	0.27	0.09	0.09	0.00	0.11	-0.081	-72.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.09	0.27	0.18	0.00	0.14	-0.036	-26.67
	مرتفع شبهٔ مداري	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
وسط العراق	المراكز العميقة	0.72	0.18	0.18	0.09	0.29	-0.189	-64.62
	امتدادات المنخفض الهندي	1.18	0.27	0.27	0.18	0.48	-0.3	-63.16
	مرتفع شبهٔ مداري	0.09	0.00	0.09	0.00	0.05	-0.018	-40.00
جنوب العراق	المراكز العميقة	1.27	0.63	0.45	0.27	0.66	-0.318	-48.55
	امتدادات المنخفض الهندي	0.73	2.00	0.91	1.54	1.30	0.134	10.35
	مرتفع شبهٔ مداري	0.18	0.27	0.00	0.27	0.18	4	2222.22
الخليج العربي	المراكز العميقة	1.09	2.63	1.00	0.73	1.36	-0.271	-19.89
	امتدادات المنخفض الهندي	2.18	4.91	2.18	1.18	2.61	-0.573	-21.93
	مرتفع شبهٔ مداري	0.63	1.09	0.09	0.36	0.54	-0.181	-33.36
وسط الجزيرة العربية	المراكز العميقة	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.36	0.00	0.00	0.00	0.09	-0.108	-120.00
	مرتفع شبهٔ مداري	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
جنوب شرق الجزيرة العربية	المراكز العميقة	2.36	3.27	1.72	2.18	2.38	-0.209	-8.77
	امتدادات المنخفض الهندي	11.54	11.81	10.54	6.82	10.18	-1.543	-15.16
	مرتفع شبهٔ مداري	0.72	0.72	0.63	0.00	0.52	-0.225	-43.48
وسط ايران	المراكز العميقة	0.00	0.00	0.18	0.00	0.05	0.018	40.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.00	0.00	0.00	0.27	0.07	0.081	120.00
	مرتفع شبهٔ مداري	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
جنوب شرق ايران	المراكز العميقة	0.91	0.81	4.45	4.27	2.61	1.372	52.57
	امتدادات المنخفض الهندي	0.00	0.18	2.09	1.18	0.86	0.545	63.19
	مرتفع شبهٔ مداري	0.00	0.00	0.09	0.27	0.09	0.09	100.00
الدورة المناخية	تكرار	الدورة المناخية الاولى	الدورة المناخية الثانية	الدورة المناخية الثالثة	الدورة المناخية الرابعة	المعدل	معامل التغير	% التغير نسبة
Z١٢٠٠	المنظومات	1980-1990	1991-2001	2002-2012	2013-2023			
شمال العراق	المراكز العميقة	0.63	0.36	0.45	0.00	0.36	-0.18	-50.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.63	0.45	0.45	0.18	0.43	0.027	6.32
	مرتفع شبهٔ مداري	0.09	0.18	0.18	0.00	0.11	-0.135	-120.00
وسط العراق	المراكز العميقة	0.81	0.72	0.54	0.00	0.52	-0.261	-50.43
	امتدادات المنخفض الهندي	0.91	0.55	0.81	0.09	0.59	-0.22	-37.29
	مرتفع شبهٔ مداري	0.18	0.09	0.18	0.09	0.14	-0.018	-13.33
جنوب العراق	المراكز العميقة	2.18	2.18	0.91	0.18	1.36	-0.727	-53.36
	امتدادات المنخفض الهندي	2.55	2.54	1.91	0.27	1.82	-0.747	-41.10
	مرتفع شبهٔ مداري	0.81	0.63	0.36	0.00	0.45	-0.27	-60.00
الخليج العربي	المراكز العميقة	0.45	0.73	0.27	0.18	0.41	-0.127	-31.17
	امتدادات المنخفض الهندي	0.72	1.09	0.27	0.18	0.57	-0.244	-43.19
	مرتفع شبهٔ مداري	0.18	0.18	0.09	0.00	0.11	-0.063	-56.00
وسط الجزيرة العربية	المراكز العميقة	0.09	0.09	0.00	0.00	0.05	-0.036	-80.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.09	0.00	0.00	0.00	0.02	-0.027	-120.00
	مرتفع شبهٔ مداري	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
جنوب شرق الجزيرة العربية	المراكز العميقة	3.81	4.81	1.72	0.00	2.59	-1.452	-56.17
	امتدادات المنخفض الهندي	7.45	10	10	4.18	7.91	-0.981	-12.41
	مرتفع شبهٔ مداري	1.36	1.18	0.72	1.09	1.09	-0.127	-11.68
وسط ايران	المراكز العميقة	0.45	0.27	0.18	0.27	0.29	-0.063	-21.54
	امتدادات المنخفض الهندي	0.18	0.09	0.09	0.09	0.11	-0.027	-24.00
	مرتفع شبهٔ مداري	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
جنوب شرق ايران	المراكز العميقة	2.36	2.63	4.63	7.72	4.34	1.808	41.71
	امتدادات المنخفض الهندي	0.54	1.63	4.45	5.81	3.11	1.863	59.95
	مرتفع شبهٔ مداري	0.09	0.09	0.27	0.09	0.14	0.018	13.33

الشكل (١) معدل تكرار المنظومات الضغطية العليا للمستوى ٨٥٠ هكتو باسكال لشهر حزيران للرصدة (Z٠٠)و(Z١٢٠٠) للدورات المناخية(١٩٨٠/١٩٩٠-



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول(١.)

ج. **المرتفع الشبة المداري:** -سجل المرتفع الشبة مداري اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدل تكرار المرتفع خلال شهر حزيران للرصدة(z٠٠) بلغت نسبته نحو (٣٣.٣٦-،٤٣.٤٨-) % اقتصر في الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة العربية ،و اتجاهاً نحو الارتفاع في جنوب شرق ايران بلغت نسبته نحو (١٠٠.٠٠+)% ، اما في الرصدة(z١٢٠٠) فقد اقتصر تسجيل معدل التكرار للمرتفع الشبة مداري اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبته (٥٦.٠٠-،١١.٦٨-)% في كل من الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة العربية بينما سجل جنوب شرق ايران اتجاهاً نحو الارتفاع في معدل تكرار المرتفع الشبة مداري وسجل نسبة (١٣.٣٣+)%.

ب.: - **شهر تموز:**- تشير نتائج الجدول (٢) والشكل (٢) الى الاتي :-

١- **المراكز المحلية:** -

أ. **المراكز العميقة:** -اقتصر تسجيل المراكز العميقة اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال شهر تموز للرصدة (z٠٠) في شمال ووسط وجنوب العراق بنسبة (٤٠.٠٠-،١٠.٠٠-،٢٥.٣٤-) % على التوالي، كما سجل معدل تكرار في

الرصدة (z١٢٠٠) في كل من شمال ووسط وجنوب العراق على التوالي اتجاهاً نحو الانخفاض في التكرار بنسبة (٥.٨٩- ، ٩.٣٨-، ٢٤.٧٠-) %.

ب. **امتدادات المنخفض الهندي الموسمي:** -اقتصر معدل تكرار امتدادات المنخفض الهندي الموسمي اتجاهاً نحو الانخفاض خلال مدة الدراسة بلغت نسبته نحو (٨.٨٥-)% للرصدة (z٠٠) في وسط العراق وسجل في شمال جنوب العراق نسبة (٥.٧١+، ٤.٣٢+)% اتجاه نحو الارتفاع في معدل تكرار منطقة الدراسة، اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل التكرار في شمال العراق اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبته (٨.٥٧+)% واتجاهاً نحو الانخفاض في وسط وجنوب العراق سجل نسبة نحو (٢٨.١٠-، ٣٤.٣٢)%.

المرتفع الشبة المداري: - سجل المرتفع الشبة مداري اتجاهٍ نحو الارتفاع في معدلات تكرار المرتفع خلال شهر تموز للرصدة(z٠٠)في وسط العراق وبنسبة(٤٠٠٠٠+)%،وسجل جنوب العراق اتجاهٍ نحو الانخفاض بنسبة (٤٠٠٠٠-)% اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل تكرار المرتفع الشبة مداري اتجاهاً نحو الانخفاض في شمال وجنوب العراق على التوالي بلغ نحو(٦٦.٦٧-، ١٢٠٠٠٠)% وسجل معد وسط العراق اتجاها نحو الارتفاع بلغت نسبته (٤٠٠٠٠+)%

٢- **المراكزالإقليمية:-**

أ. **المراكزالعميقة:** - سجلت المراكز العميقة اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال مدة الدراسة لشهر تموز للرصدة (z٠٠) في الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة بنسبة (٢٠.١٩-،٢٨.٩٥-)%، واقتصر معدل التكرار اتجاهاً نحو الارتفاع وسط وجنوب شرق ايران بنسبة (٢٢٢٢.٢٢+،٧٠.٧٨+)% ، بينما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل تكرار للمراكز العميقة اتجاه نحو الانخفاض بلغت نسبته (٤٦.٣٧-، ٢٢.٢٢-)% في الخليج العربي ووسط ايران على التوالي ،كما اقتصر تسجيل الاتجاه نحو الارتفاع في معدل التكرار جنوب شرق الجزيرة العربية وجنوب شرق ايران وبنسبة(٣.٨٨+،٥٣.٩٣+) %.

جدول (٢) معدل تكرار المراكز العميقة لمنخفض الهند الموسمي والمنظومات المرافقة للحالات الضحلة للمستوى ٨٥٠ هكتوباسكل ونسبة تغيرها (%) الرصدة (z٠٠) و(Z ١٢٠٠) لشهر تموز للدورات المناخية ١٩٨٠/١٩٩٠-٢٠١٣/٢٠٢٣

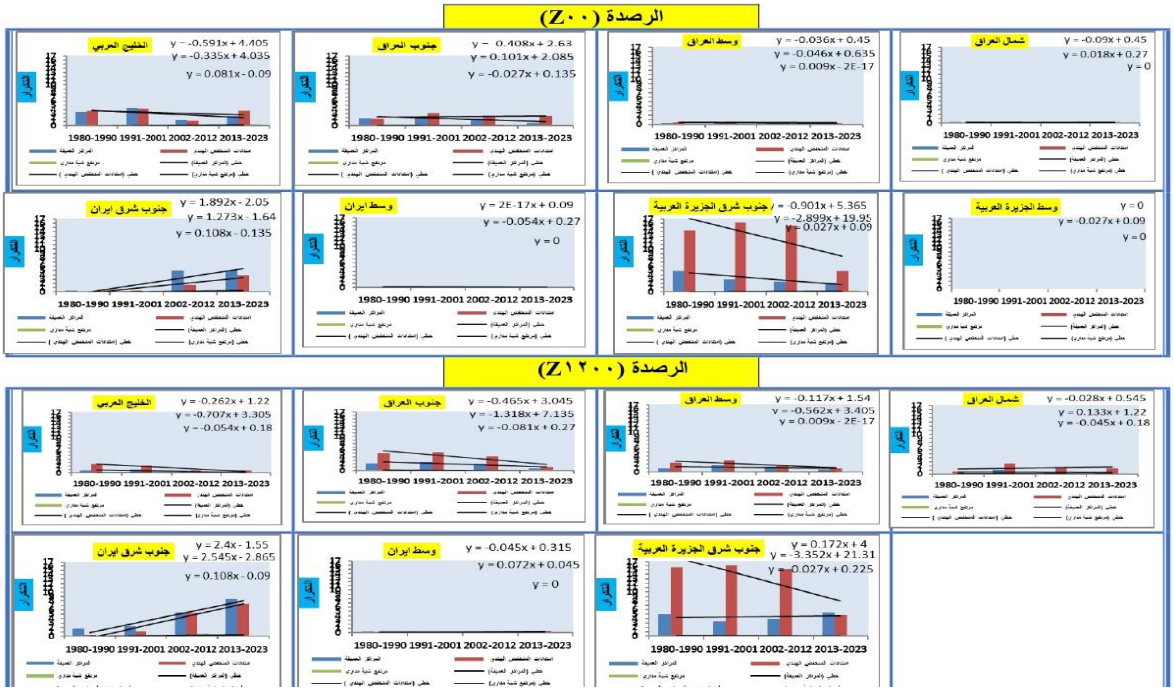
	مرتفع شبة مداري	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	0.27	0.14	0.108	80.00
الدورة المناخية	تكرار	الدورة المناخية الاولى	الدورة المناخية الثانية	الدورة المناخية الثالثة	الدورة المناخية الرابعة	المعدل	التغير معامل	% التغير نسبة
Z١٢٠٠	المنظومات	1980-1990	1991-2001	2002-2012	2013-2023			
شمال العراق	المراكز العميقة	0.18	١.٠٠٠	0.45	0.27	0.48	-0.028	-5.89
	امتدادات المنخفض الهندي	0.63	2.63	1.5	1.45	1.55	0.133	8.57
	مرتفع شبة مداري	0.18	٠.٠٠٠	0.09	٠.٠٠٠	0.07	-0.045	-66.67
وسط العراق	المراكز العميقة	١.٠٠٠	1.81	1.45	0.73	1.25	-0.117	-9.38
	امتدادات المنخفض الهندي	2.36	3.09	1.55	١.٠٠٠	2.00	-0.562	-28.10
	مرتفع شبة مداري	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	0.09	٠.٠٠٠	0.02	0.009	40.00
جنوب العراق	المراكز العميقة	2.18	2.54	٢.٠٠٠	0.81	1.88	-0.465	-24.70
	امتدادات المنخفض الهندي	٥.٠٠٠	5.27	4.09	١.٠٠٠	3.84	-1.318	-34.32
	مرتفع شبة مداري	0.27	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	0.07	-0.081	-120.00
الخليج العربي	المراكز العميقة	0.72	١.٠٠٠	0.54	٠.٠٠٠	0.57	-0.262	-46.37
	امتدادات المنخفض الهندي	2.62	2.09	0.72	0.72	1.54	-0.707	-45.98
	مرتفع شبة مداري	0.18	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	0.05	-0.054	-120.00
وسط الجزيرة العربية	المراكز العميقة	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	مرتفع شبة مداري	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

جنوب شرق الجزيرة العربية	المراكز العميقة	٥٠٠٠	3.36	٤٠٠٠	5.36	4.43	0.172	3.88
	امتدادات المنخفض الهندي	15.54	16.27	15.18	4.73	12.93	-3.352	-25.92
	مرتفع شبة مداري	0.27	0.09	0.09	0.18	0.16	-0.027	-17.14
وسط ايران	المراكز العميقة	0.36	0.18	٠.٠٠	0.27	0.20	-0.045	-22.22
	امتدادات المنخفض الهندي	0.27	٠.٠٠	0.18	0.45	0.23	0.072	32.00
	مرتفع شبة مداري	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠
جنوب شرق ايران	المراكز العميقة	1.63	2.18	5.45	8.54	4.45	2.4	53.93
	امتدادات المنخفض الهندي	0.27	1.09	5.27	7.36	3.50	2.545	72.77
	مرتفع شبة مداري	٠.٠٠	٠.٠٠	0.54	0.18	0.18	0.108	60.00

الدورة المناخية	تكرار	الدورة المناخية الاولى	الدورة المناخية الثانية	الدورة المناخية الثالثة	الدورة المناخية الرابعة	المعدل	معامل التغير	نسبة التغير %
Z٠٠	المنظومات	1980-1990	1991-2001	2002-2012	2013-2023			
شمال العراق	المراكز العميقة	0.27	0.45	0.09	0.09	0.23	-0.09	-40.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.18	0.45	0.36	0.27	0.32	0.018	5.71
	مرتفع شبة مداري	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠
وسط العراق	المراكز العميقة	0.36	0.45	0.36	0.27	0.36	-0.036	-10.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.45	0.73	0.54	0.36	0.52	-0.046	-8.85
	مرتفع شبة مداري	٠.٠٠	٠.٠٠	0.09	٠.٠٠	0.02	0.009	40.00
جنوب العراق	المراكز العميقة	1.81	2.27	1.73	0.63	1.61	-0.408	-25.34
	امتدادات المنخفض الهندي	1.72	3.09	2.18	2.36	2.34	0.101	4.32
	مرتفع شبة مداري	0.18	٠.٠٠	٠.٠٠	0.09	0.07	-0.027	-40.00
الخليج العربي	المراكز العميقة	3.45	4.36	1.45	2.45	2.93	-0.591	-20.19
	امتدادات المنخفض الهندي	3.72	4.26	1.18	3.63	3.20	-0.335	-10.48
	مرتفع شبة مداري	0.09	٠.٠٠	٠.٠٠	0.36	0.11	0.081	72.00
وسط الجزيرة العربية	المراكز العميقة	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠
	امتدادات المنخفض الهندي	0.09	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	0.02	-0.027	-120.00
	مرتفع شبة مداري	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠
جنوب شرق الجزيرة العربية	المراكز العميقة	4.91	٣٠٠٠	2.45	2.09	3.11	-0.901	-28.95
	امتدادات المنخفض الهندي	14.36	16.09	15.45	4.91	12.70	-2.899	-22.82
	مرتفع شبة مداري	0.27	٠.٠٠	٠.٠٠	0.36	0.16	0.027	17.14
وسط ايران	المراكز العميقة	0.09	٠.٠٠	0.27	٠.٠٠	0.09	2	2222.22
	امتدادات المنخفض الهندي	0.27	٠.٠٠	0.27	٠.٠٠	0.14	0.054	40.00

المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول(٢.)

الشكل (٢) معدل تكرار المنظومات الضغطية العليا للمستوى ٨٥٠ هكتو باسكال لشهر تموز للرصدة (Z٠٠) و (Z١٢٠٠) للدورات المناخية (١٩٨٠/١٩٩٠_ ٢٠١٣/٢٠٢٣)



اتجاهٍ نحو الانخفاض بنسبة (٤٠.٠٠-)% اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل تكرار المرتفع الشبة مداري اتجاهاً نحو الانخفاض في شمال وجنوب العراق على التوالي بلغ نحو(٦٦.٦٧-، ١٢٠.٠٠)% وسجل معد وسط العراق اتجاها نحو الارتفاع بلغت نسبته (٤٠.٠٠+)%

٣- **المراكزالإقليمية:-**

ب. **المراكزالعميقة:** - سجلت المراكز العميقة اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال مدة الدراسة لشهر تموز للرصدة (z٠٠) في الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة بنسبة (٢٠.١٩-،٢٨.٩٥-)%، واقتصر معدل التكرار اتجاهاً نحو الارتفاع وسط وجنوب شرق ايران بنسبة (٢٢٢٢.٢٢+،٧٠.٧٨+)% ، بينما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل تكرار للمراكز العميقة اتجاه نحو الانخفاض بلغت نسبته (٤٦.٣٧-، ٢٢.٢٢-)% في الخليج العربي ووسط ايران على التوالي ،كما اقتصر تسجيل الاتجاه نحو الارتفاع في معدل التكرار جنوب شرق الجزيرة العربية وجنوب شرق ايران وبنسبة(٣.٨٨+،٥٣.٩٣+) %.

ت. **امتدادات المنخفض الهندي الموسمي:** -تشير الرصدة (z٠٠) الى ان معدل التكرار سجل انخفاضاً في الاتجاه بنسبة (١.٤٨-،١٢٠.٠٠-،٢٢.٨٢-)%في كل من الخليج ووسط وجنوب شرق الجزيرة العربية و وسط ايران ، واقتصر معدل التكرار اتجاهاً نحو الارتفاع وسط وجنوب شرق ايران بنسبة (٤٠.٠٠+،٨٢.٥٣+)% ،اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد اقتصر تسجيل معدل التكرار لامتدادات المنخفض الهندي الموسمي اتجاهاً نحو الارتفاع في وسط و جنوب شرق ايران بلغت نسبته (٣٢.٠٠+،٧٢.٧٧+)% بينما سجل معدل التكرار في الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة العربية على التوالي اتجاهاً نحو الانخفاض سجل نسبة نحو(٤٥.٩٨-، ٢٥.٩٢)%.

ج. **المرتفع الشبة المداري:** - يتبين من الرصدة(z٠٠) ان المرتفع الشبة مداري سجل اتجاهٍ نحو الارتفاع في معدلات التكرار خلال شهر تموز بلغت نسبته نحو (٧٢.٠٠+، ١٧.١٤+،٨٠.٠٠+)% اقتصر في الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة العربية و جنوب شرق ايران على التوالي ، كما سجلت الرصدة(z١٢٠٠) معدل التكرار للمرتفع الشبة مداري اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبته (١٢٠.٠٠-،١٧.١٤-)% في كل من الخليج العربي وجنوب شرق الجزيرة العربية بينما سجل جنوب شرق ايران اتجاهاً نحو الارتفاع في معدل تكرار المرتفع الشبة مداري وسجل نسبة (٦٠.٠٠+)%.

ج: - **شهراب:**- تشير نتائج الجدول (٣) والشكل (٣) الى الاتي :-

١- **المراكزالمحلية:-**

أ. **المراكزالعميقة:-**

اقتصر تسجيل المراكز العميقة اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال شهر اب للرصدة (z٠٠) في شمال وجنوب العراق بنسبة (٥٠.٦٥-،٥.٦٣-) % بينما اقتصر في وسط العراق اتجاهاً نحو الارتفاع (١٤.٧٧+) %، كما سجل معدل التكرار في الرصدة (z١٢٠٠) في كل من شمال ووسط وجنوب العراق على التوالي اتجاهاً نحو الانخفاض في معدلات تكرار المنخفضات الثانوية للمراكز العميقة بنسبة (٣٢.٧٦-،١٢.٤٣-،١٩.٢٨-) %.

ب. **امتدادات المنخفض الهندي الموسمي:** -اقتصر معدل تكرار امتدادات المنخفض الهندي الموسمي اتجاهاً نحو الانخفاض خلال مدة الدراسة بلغت نسبته نحو (٢١.١٣-،١٦.٣٤-)% للرصدة (z٠٠) في وسط وجنوب العراق وسجل في شمال العراق نسبة (٥٤.٠٣+)% وهو اتجاهٍ نحو الارتفاع، اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل التكرار في شمال العراق اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبته (١٩.٣٨+)% واتجاهاً نحو الانخفاض في وسط وجنوب العراق سجل نسبة نحو(١١.٣٠-،٣٣.٣٤-)%.

ج. **المرتفع الشبة المداري:** -سجل المرتفع الشبة مداري اتجاهٍ نحو الارتفاع في معدلات التكرار خلال شهر اب للرصدة (z٠٠) في شمال وجنوب العراق وبنسبة (٤٠٠٠٠+،١٢٠٠٠٠+) %، اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) اقتصر تسجيل معدل التكرار اتجاهٍ نحو الارتفاع للمرتفع الشبة المداري في جنوب العراق بنسبة(١٠٠٠٠٠+)%.

أ. **المراكزالإقليمية:** -

أ. **المراكزالعميقة:** - سجلت المراكز العميقة اتجاهٍ نحو الانخفاض في معدلات التكرار خلال مدة الدراسة لشهر اب للرصدة (z٠٠) اقتصر في الخليج العربي و جنوب شرق الجزيرة بنسبة (١٥.٧٤-،١٢٠٠٠٠-)%،وسجل معدل التكرار اتجاهاً نحو الارتفاع في وسط الجزيرة العربية ووسط وجنوب شرق ايران بنسبة (٤٠٠٠٠+،٢٠٠٠٠+،٦٨.٣٤+)% على التوالي، اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد سجل معدل التكرار للمراكز العميقة اتجاه نحو الانخفاض بلغت نسبته(٥.٦٨-،٦٦.٦٧-)% في جنوب شرق الجزيرة العربية ووسط ايران على التوالي ،كما اقتصر تسجيل الاتجاه نحو الارتفاع في معدل التكرار في الخليج العربي ووسط الجزيرة العربية و جنوب شرق ايران وبنسبة(١٢.٢١+،٤٠٠٠٠+،٦٤.١٦+)%.

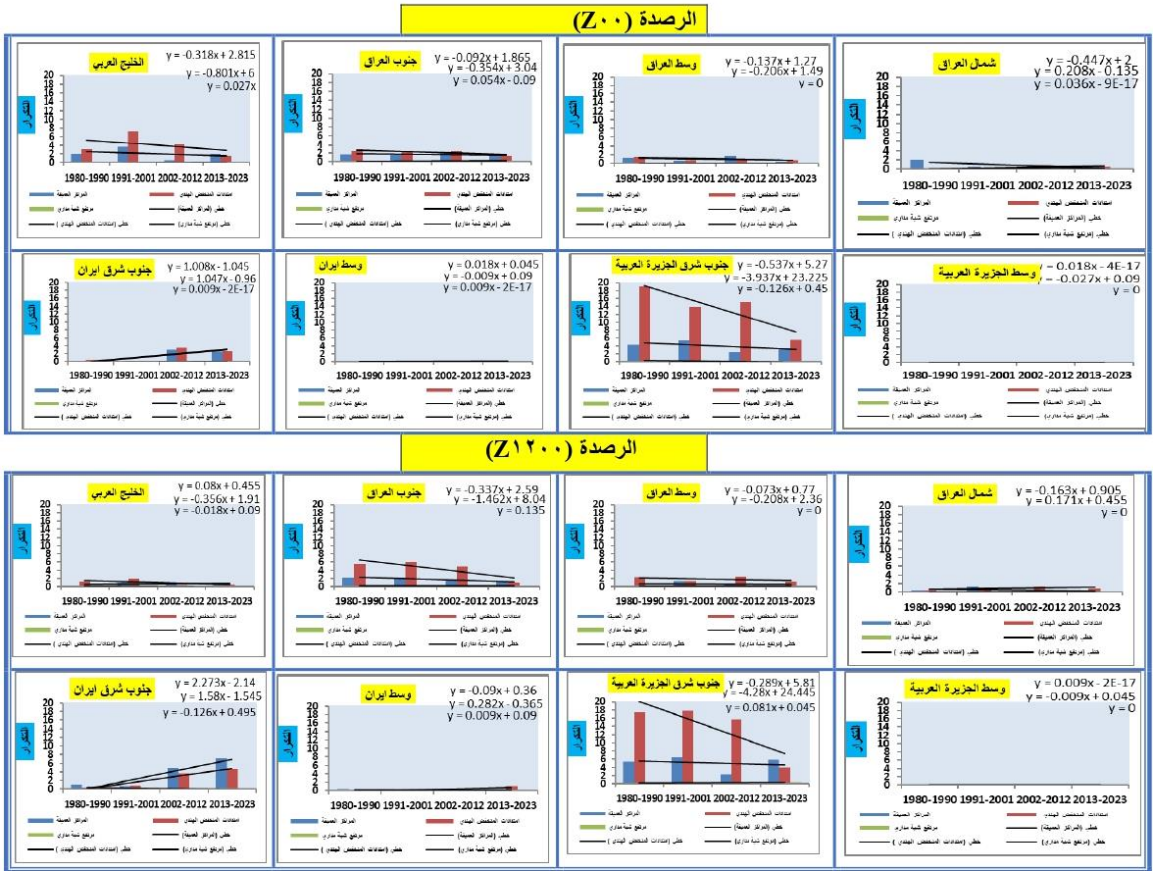
ب. **امتدادات المنخفض الهندي الموسمي:** -تشير الرصدة (z٠٠) الى ان معدل التكرار سجل انخفاضاً في الاتجاه بنسبة (٢٠٠٤-،١٢٠٠٠٠-،٢٩.٤٢-،١٣.٣٣-)% في كل من الخليج العربي ووسط وجنوب شرق الجزيرة العربية و وسط ايران ، واقتصر معدل التكرار اتجاهاً نحو الارتفاع جنوب شرق ايران بنسبة (٦٣.١٧+)% ،اما خلال الرصدة(z١٢٠٠) فقد اقتصر تسجيل الاتجاه نحو الارتفاع على وسط وجنوب شرق ايران وبنسبة (٨٢.٩٤+،٦٥.٧٠+)% ، بينما سجل كلاً

جدول (٣) معدل تكرار المراكز العميقة لمنخفض الهند الموسمي والمنظومات المرافقة للحالات الضحلة للمستوى ٨٥٠ هكتوباسكل ونسبة تغيرها (%) الرصدة (٠٠ z) و(١٢٠٠ Z) لشهر اب للدورات المناخية ١٩٨٠/١٩٩٠-٢٠١٣/٢٠٢٣

Z٠٠	المنظومات	1980-1990	1991-2001	2002-2012	2013-2023			
شمال العراق	المراكز العميقة	٢٠٠٠	0.45	0.63	0.45	0.88	-0.447	-50.65
	امتدادات المنخفض الهندي	٠٠٠٠	0.18	0.91	0.45	0.39	0.208	54.03
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	0.36	٠٠٠٠	0.09	0.09	0.036	40.00
وسط العراق	المراكز العميقة	1.18	0.54	1.63	0.36	0.93	0.137	14.77
	امتدادات المنخفض الهندي	1.54	0.63	١٠٠٠	0.73	0.98	-0.206	-21.13
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠
جنوب العراق	المراكز العميقة	1.73	1.54	٢٠٠٠	1.27	1.64	-0.092	-5.63
	امتدادات المنخفض الهندي	2.45	2.45	2.45	1.27	2.16	-0.354	-16.43
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.18	0.05	0.054	120.00
الخليج العربي	المراكز العميقة	٢٠٠٠	3.63	0.45	٢٠٠٠	2.02	-0.318	-15.74
	امتدادات المنخفض الهندي	3.09	7.27	4.18	1.45	4.00	-0.801	-20.04
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	0.09	0.09	0.09	0.07	0.027	40.00
وسط الجزيرة العربية	المراكز العميقة	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.18	٠٠٠٠	0.05	0.018	40.00
	امتدادات المنخفض الهندي	0.09	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.02	-0.027	-120.00
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠
جنوب شرق الجزيرة العربية	المراكز العميقة	4.27	5.45	2.54	3.45	3.93	-0.537	-13.67
	امتدادات المنخفض الهندي	19.09	13.81	15.09	5.54	13.38	-3.937	-29.42
	مرتفع شبة مداري	0.36	0.18	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.14	-0.126	-93.33
وسط ايران	المراكز العميقة	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.18	٠٠٠٠	0.09	0.018	20.00
	امتدادات المنخفض الهندي	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.18	٠٠٠٠	0.07	-0.009	-13.33
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.09	٠٠٠٠	0.02	0.009	40.00
جنوب شرق ايران	المراكز العميقة	0.18	0.09	3.09	2.54	1.48	1.008	68.34
	امتدادات المنخفض الهندي	0.36	0.09	3.45	2.73	1.66	1.047	63.17
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.09	٠٠٠٠	0.02	0.009	40.00
الدورة المناخية	تكرار	الدورة المناخية الاولى	الدورة المناخية الثانية	الدورة المناخية الثالثة	الدورة المناخية الرابعة	المعدل	معامل التغير	نسبة التغير %
Z١٢٠٠	المنظومات	1980-1990	1991-2001	2002-2012	2013-2023			
شمال العراق	المراكز العميقة	0.36	1.27	0.18	0.18	0.50	-0.163	-32.76
	امتدادات المنخفض الهندي	0.36	١٠٠٠	1.36	0.81	0.88	0.171	19.38
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠
وسط العراق	المراكز العميقة	0.27	1.27	0.54	0.27	0.59	-0.073	-12.43
	امتدادات المنخفض الهندي	2.27	1.36	2.55	1.18	1.84	-0.208	-11.30
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠
جنوب العراق	المراكز العميقة	2.18	2.09	1.45	1.27	1.75	-0.337	-19.28
	امتدادات المنخفض الهندي	5.54	٦٠٠٠	٥٠٠٠	١٠٠٠	4.39	-1.462	-33.34
	مرتفع شبة مداري	0.18	٠٠٠٠	0.27	0.09	0.14	0.135	100.00
الخليج العربي	المراكز العميقة	0.18	1.09	0.81	0.54	0.66	0.08	12.21
	امتدادات المنخفض الهندي	1.18	٢٠٠٠	0.36	0.54	1.02	-0.356	-34.90
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.09	٠٠٠٠	0.05	-0.018	-40.00
وسط الجزيرة العربية	المراكز العميقة	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.09	٠٠٠٠	0.02	0.009	40.00
	امتدادات المنخفض الهندي	٠٠٠٠	0.09	٠٠٠٠	٠٠٠٠	0.02	-0.009	-40.00
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠٠٠
جنوب شرق الجزيرة العربية	المراكز العميقة	5.45	6.63	2.36	5.91	5.09	-0.289	-5.68
	امتدادات المنخفض الهندي	17.54	17.81	15.63	٤٠٠٠	13.75	-4.28	-31.14
	مرتفع شبة مداري	0.09	0.27	0.27	0.36	0.25	0.081	32.73
وسط ايران	المراكز العميقة	0.36	٠٠٠٠	0.18	٠٠٠٠	0.14	-0.09	-66.67
	امتدادات المنخفض الهندي	٠٠٠٠	0.27	0.09	١٠٠٠	0.34	0.282	82.94
	مرتفع شبة مداري	٠٠٠٠	0.27	0.09	0.09	0.11	0.009	8.00
جنوب شرق ايران	المراكز العميقة	1.09	0.81	٥٠٠٠	7.27	3.54	2.273	64.16
	امتدادات المنخفض الهندي	0.36	0.91	3.63	4.72	2.41	1.58	65.70
	مرتفع شبة مداري	0.45	0.09	0.18	٠٠٠٠	0.18	-0.126	-70.00

المصدر : بالاعتماد على خرائط المستوى ٨٥٠ هكتوباسكال المنشورة على موقع
https://vortex.plymouth.edu/myowxp/upa/reanalysis.html

الشكل (٣) تكرار المنظومات الضغطية العليا للمستوى ٨٥٠ هكتو باسكال لشهر اب للرصدة (Z٠٠) و (Z١٢٠٠) للدورات المناخية (١٩٨٠/١٩٩٠_ ٢٠١٣/٢٠٢٣)



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول(٣.)

من الخليج العربي و وسط وجنوب شرق الجزيرة العربية معدل بفاء متجه نحو الانخفاض بنسبة نسبته (٣٤.٩٠-، ٤٠٠٠٠-، ٣١.١٤-)%

ج. **المرتفع الشبة المداري:** -يتبين من الرصدة(z٠٠) ان المرتفع الشبة مداري سجل اتجاهٍ نحو الارتفاع في معدلات تكرار المرتفع خلال شهر اب بلغت نسبته نحو (٤٠٠٠٠+، ٤٠٠٠٠+، ٤٠٠٠٠+)% اقتصر في الخليج العربي و وسط و جنوب شرق ايران على التوالي بينما سجل معدل التكرار اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبته (٩٣.٣٣-)% في جنوب شرق الجزيرة العربية ، كما يتضح من الرصدة(z١٢٠٠) ان معدل تكرار للمرتفع الشبة مداري يشير الى الاتجاه نحو الانخفاض بلغت نسبته (٤٠٠٠٠-، ٧٠٠٠٠-)% في الخليج العربي وجنوب شرق ايران بينما سجل وجنوب شرق الجزيرة العربية ووسط ايران اتجاهاً نحو الارتفاع في معدل التكرار وسجل نسبة (٣٢.٧٣+، ٨.٠٠+)%.

النتائج

نستنتج من خلال دراسة التغيرات الشهرية لتكرار وعدد أيام تكرار المنظومات الضغطية العليا للمستوى ٨٥٠هكتو باسكال ما يلي:

١- اظهرت نتائج تحليل الخرائط المستوى ٨٥٠هكتو باسكال، ان معدلات الشهرية والموسمية لعدد ايام تكرار ضعف المراكز العميقة في طبقات الجو العليا.

٢- تشير نتائج التحليل الى ان امتدادات المنخفض الهندي الموسمي قد حلت محل المراكز العميقة مما يشير الى ان المراكز أصبحت ضحلة.

٣- يتضح من نتائج التحليل الخرائط الطقسية للمستوى ٨٥٠ هكتو باسكال ضعف المنظومة الضغطية السطحية المتمثلة بالمنخفضات الثانوية وضعف الحالات الجوية المرافقة لها والمتمثلة بحالات سكون الهواء او حالات عدم الاستقرار الجوي او تكرار هبوب الرياح الجنوبية الشرقية او ارتفاع معدلات الرطوبة.

الهوامش

(١) علي عبدالزهرة الوائلي ،يونس كامل علي ،علاقة الخصائص الحرارية والرطوبية بالتغير المناخي في المنظومة الهندية المنخفضة على وسط وجنوب العراق ،مجلة مداد الاداب ، كلية الاداب ، الجامعه العراقية ،عدد خاص بالمؤتمؤ٢٠١٨-٢٠١٩، ،ص ١١٣١.

(٢) تغريد احمد عمران القاضي ،اثر المنخفضات في طقس ومناخ العراق، أطروحة دكتوراة، جامعه بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية، ،٢٠٠٦،ص ٤٥-٤٨.

(٣) سالار علي خضر الدزيي، التحليل العملي لمناخ العراق دراسة للمنظومات الضغطية الرئيسية والثانوية ،ط١، دار الفراهيدي للنشر والتوزيع، العراق، بغداد، ٢٠١٠،ص ٦١-٦٢.

المصادر

١- الدزيي ،سالار علي خضر ، التحليل العملي لمناخ العراق دراسة للمنظومات الضغطية الرئيسية والثانوية ،ط١، دار الفراهيدي للنشر والتوزيع، العراق، بغداد، ٢٠١٠،ص ٦١-٦٢.

٢- القاضي ،تغريد احمد عمران ،اثر المنخفضات في طقس ومناخ العراق، أطروحة دكتوراة، جامعه بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية، ،٢٠٠٦،ص ٤٥-٤٨.

٣- الو ائلي ،علي عبدالزهرة ،يونس كامل علي ،علاقة الخصائص الحرارية والرطوبية بالتغير المناخي في المنظومة الهندية المنخفضة على وسط وجنوب العراق،مجلة مداد الاداب ، كلية الاداب ، الجامعه العر اقية ،عدد خاص بالمؤتمؤ٢٠١٨-٢٠١٩، ،ص ١١٣١

٤- الموقع https://vortex.plymouth.edu/myowxp/upa/reanalysis.html