

УДК 581.131 (567)

ОЦЕНКА СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ПО МЕСЯЦАМ ГОДА ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЫ ОБЛАКОВ И ИХ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ С ИНДЕКСОМ ПЛОЩАДИ ЛИСТЬЕВ В ИРАКЕ

А.М. Махмуд¹ (Ирак)

Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, abdow.adem@gmail.com, abdowadam@yahoo.com.

Аннотация: *изучение оптической толщины облаков считается одним из важнейших показателей климата, особенно для селекционеров и фермеров, поскольку от него зависит количество осадков и их влияние на продуктивность растений в целом, а также на структуру растений и индекс площади листьев в частности. В работе было проведено сравнение внутригодовой средней оптической толщины облаков с 2002 по 2022 год и их коэффициента корреляции с индексом площади листьев.*

Ключевые слова: *Республика Ирак, облака, изменения климата, оптическая толщина облака, индекс площади листьев.*

Актуальность. Изучение облаков является одним из главных приоритетных направлений для многих ученых в области климатологии, поскольку облачность вносит значительную неопределенность при прогнозировании изменения климата Земли [2]. Ирак считается одной из стран, наиболее пострадавших от климатических изменений, и поэтому исследования в этом направлении являются крайне актуальными в настоящее время [1]. Свойства облаков тесно связаны с характером облачного покрова, поскольку изменение режима облачности приводит к изменению микрофизических свойств облаков, что в свою очередь влияет на радиационный баланс [6]. Также, осредненные значения за определенный период (год, месяц, сутки) некоторых микрофизических свойств облаков имеют важное значение при моделировании климата и напрямую связаны с результатами климатических моделей [9].

Материалы и методы. Цель исследований - сравнение внутригодовой средней оптической толщины облаков по широтам в Ираке и их влияние на физические свойства облаков и корреляцию с индексом площади листьев.

Географически, Ирак расположен в Северном полушарии, а именно в его северо-восточной части, на 33° параллели северной широты и 44° восточной

долготы; расстояние до Ирака от экватора оценивается в 2280,79 миль (эквивалентно 3670,58 км), тогда как расстояния от Северного полюса до Ирака составляет 3939,55 миль (эквивалентно 6340,10 км). Столица Ирака, Багдад, находится на 33°19' северной широты и 44°25' восточной долготы [7,8].

В работе применены сравнительно-географический анализ, включающий методы геоинформационного анализа и моделирования, а также построение пространственно-распределенных баз данных. Климатические и исследовательские данные взяты по ссылкам (использовались линейные функции): <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>[4], <https://www.earthdata.nasa.gov> [5], [Модель MERRA-2 M2TMNXRAD v5.12.4]

Результаты и обсуждение. При анализе изменения среднемесячной оптической толщины облаков в течении года, для двенадцати месяцев над территорией Ирака, с 2002 по 2022 год (Рисунки 1-12), мы приходим к выводу, что зимний (декабрь, январь и февраль) режим формирования облачности повлиял на количество облачности, представленной оптической толщиной облаков. Это отмечено преимущественно в северном, центральном и южном регионах Ирака. Наибольшее значение оптической толщины облаков наблюдалось в северных регионах около 36°-37° северной широты, и в дальнейшем уменьшалось по мере продвижения к южным регионам до 30°-28° градусах южной широты, особенно в западной части (Западный Пустынный регион). Что касается весеннего сезона, который представлен месяцами март, апрель и май, то начало снижения облачности варьируется в северных регионах и уменьшается в центральных и южных регионах на треть от 1/3 площади Ирака, а площадь снижения облачности увеличивается в мае до трех четвертей 3/4 территории. Что касается летнего сезона (июнь, июль и август), то среднемесячная оптическая толщина облаков резко уменьшается почти над всей территорией. Облака присутствуют на Крайнем Севере, который составляет не более 10% площади Ирака. Данный район характеризуется гористыми высотами, которые увеличиваются по мере продвижения на север. Осенний сезон, представленного сентябрем, октябрем и ноябрем месяцем, характеризуется возвращением толщины облаков в северных, центральных и южных регионах, постепенно уменьшающейся в юго-западной части Ирака, где представлена пустынная местность.

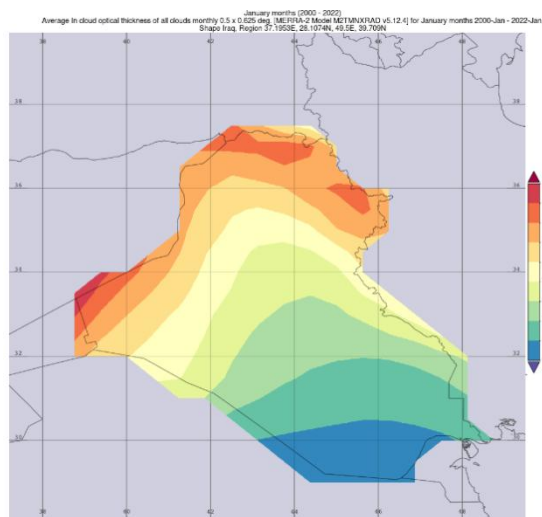


Рис. 1. Январь, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [Модель MERRA-2 M2TMNXRAD v5.12.4] за январь 2000 г. - январь 2022 г. регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

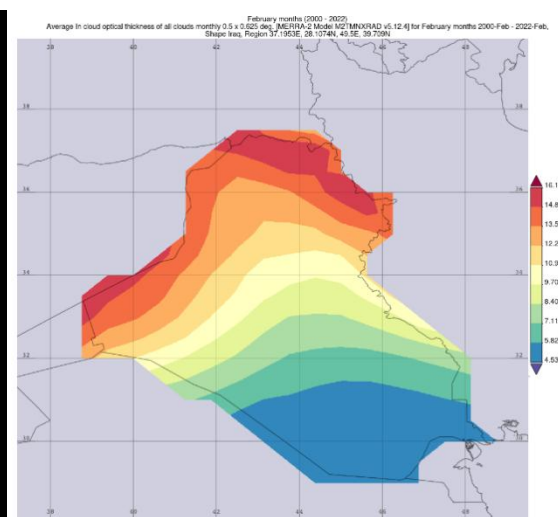


Рис. 2. Февраль, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за февраль 2000 - февраль 2022 февраль, регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

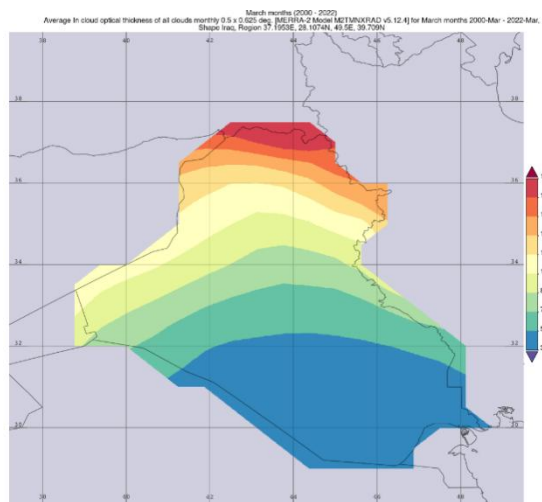


Рис. 3. Март, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за март 2000-март-2022-март, регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

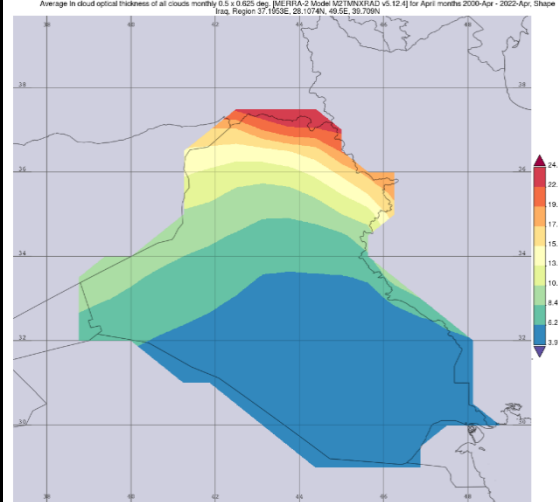


Рис. 4. Апрель, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [Модель MERRA-2 M2TMNXRAD v5.12.4] за апрель 2000 г. – апрель 2022 г., регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

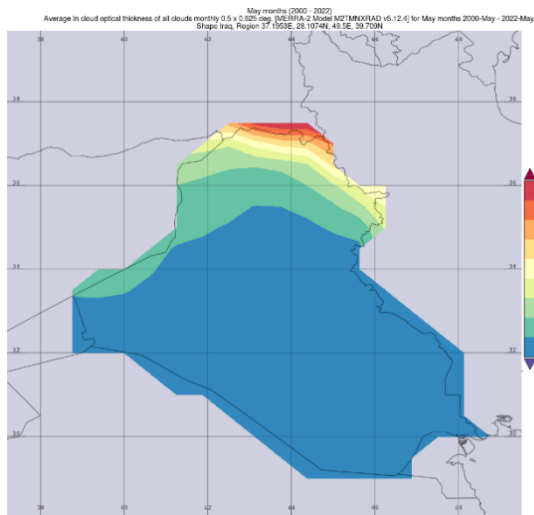


Рис. 5. Май, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за май 2000 - май 2022, регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

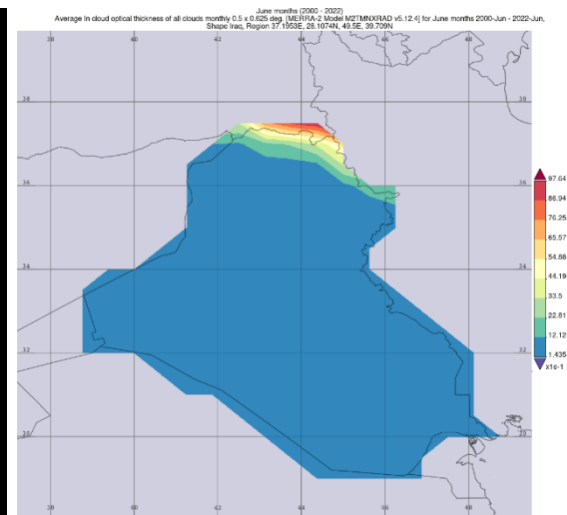


Рис. 6. Июнь, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за июнь 2000 – июнь 2022., регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

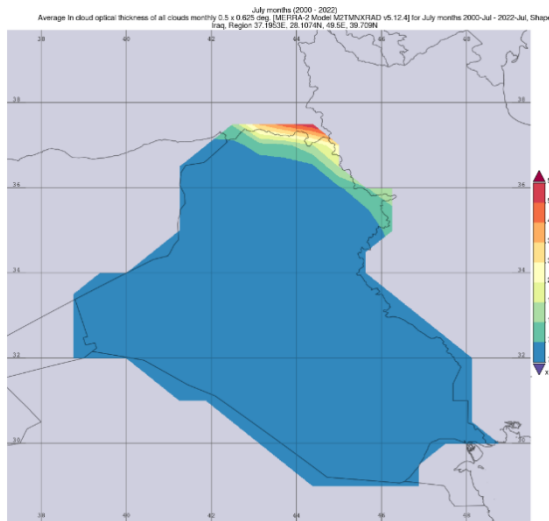


Рис. 7. Июль, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [Модель MERRA-2 M2TMNXRAD v5.12.4] за июль 2000 – июль 2022, регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

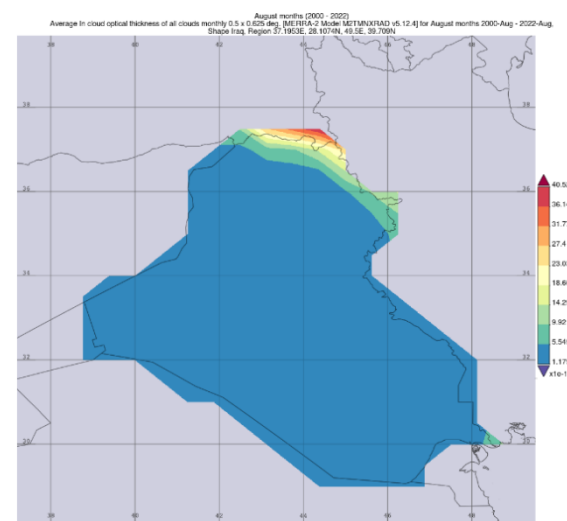


Рис. 8. Август, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, $0,5 \times 0,625$ град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за август 2000 г. – август 2022 г., регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

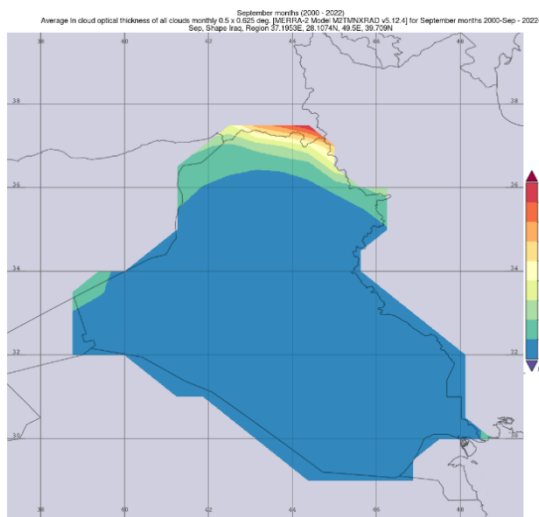


Рис. 9. Сентябрь, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, 0,5 x 0,625 град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за сентябрь 2000 г. - сентябрь 2022 г., регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

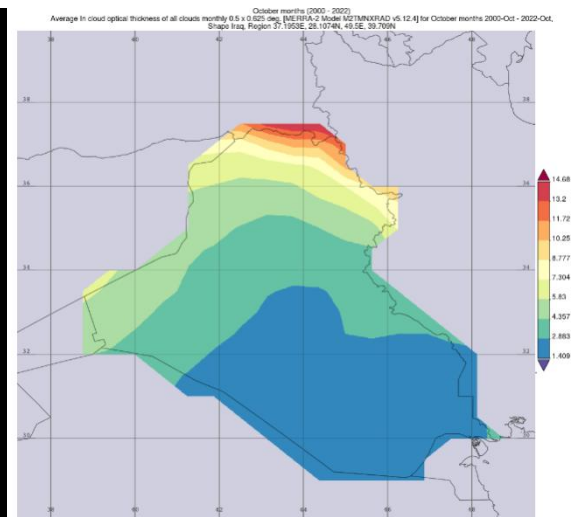


Рис. 10. Октябрь, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, 0,5 x 0,625 град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за октябрь 2000 - октябрь 2022, регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

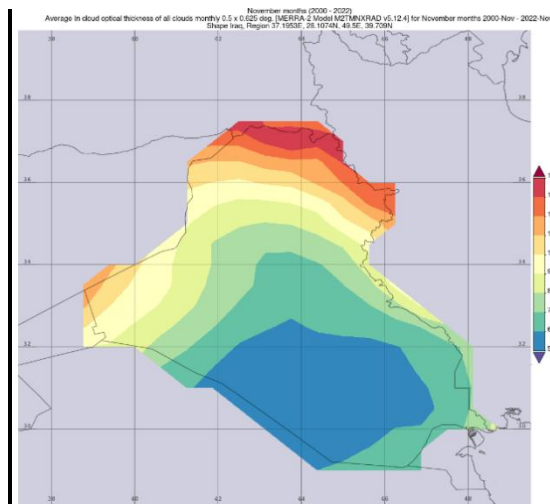


Рис. 11. Ноябрь, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, 0,5 x 0,625 град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за ноябрь 2000 – ноябрь 2022, регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

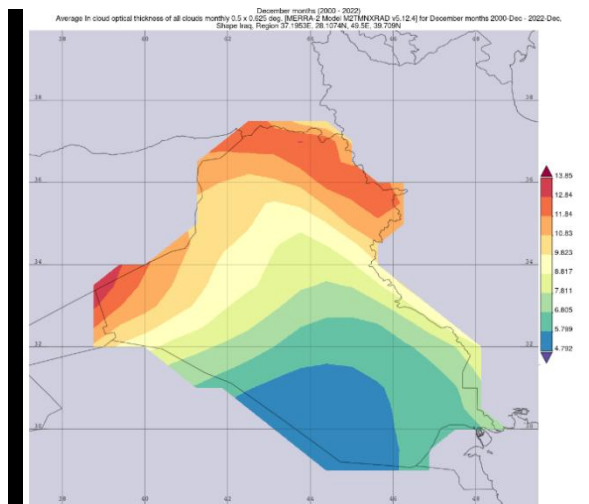


Рис. 12. Декабрь, средняя оптическая толщина за 2000-2022 гг.

Средняя оптическая толщина всех облаков за месяц, 0,5 x 0,625 град. [MERRA-2 Model M2TMNXRAD v5.12.4] за декабрь 2000 – декабрь 2022, регион Ирак, 37.1953E, 28.1074N, 49.5E, 39.709N

В целом, увеличение доли облаков демонстрирует широтную зональность и наблюдается с увеличением широты. Летом на более низких широтах эта

картина меняется на противоположную: максимальная облачность в этот сезон наблюдается в прибрежных районах. Коэффициент вариации достигает своего пика в низких широтах в холодные месяцы и в высоких широтах в теплые месяцы [3].

На рисунке 13 показана корреляция между оптической толщиной облаков над Ираком и индексом листовой площади (LAI), где выделяются области с положительной корреляцией и отрицательной корреляцией. Наиболее значимыми являются корреляция на севере, что дает информацию о сокращении времени освоения необитаемых территорий в сельском хозяйстве.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования характера и плотности облачных систем показывает, что в условиях Республики Ирак для горных районов характерно увеличение количества облаков по мере продвижения на север. Это отражается на фотосинтетических процессах растений данной территории.

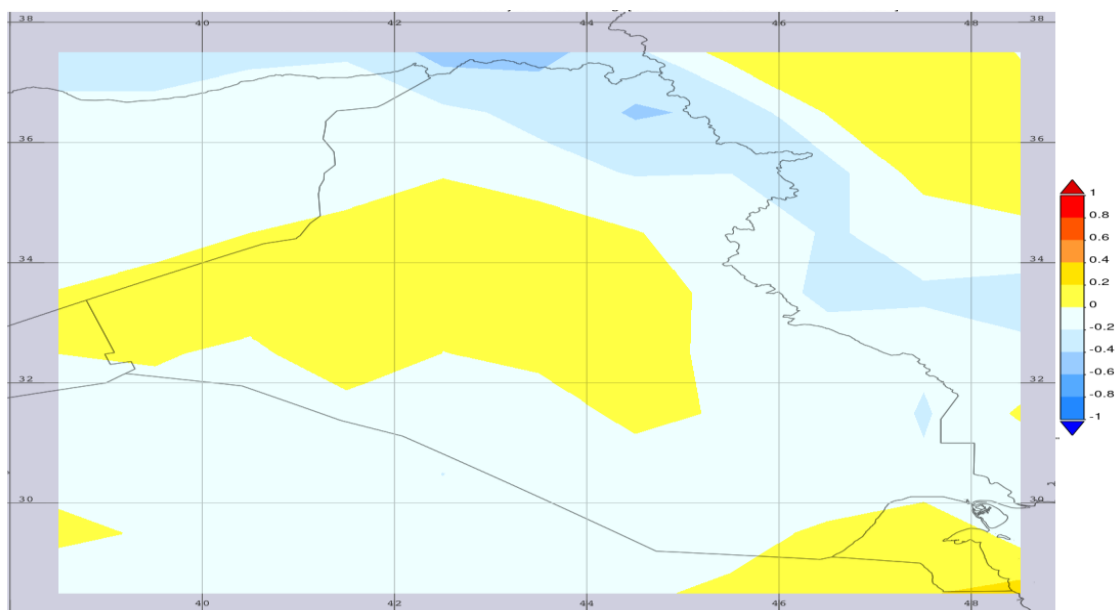


Рис. 13. Корреляция за 2002 июль - 2020 декабрь: 1-я переменная: комбинированная оптическая толщина облаков (COT): среднесуточная среднемесячная 1 град. [MODIS-Aqua MYD08_M3 v6.1] 2-я переменная: индекс площади листьев (LAI) ежемесячно 0,5 x 0,625 град. [Модель MERRA-2 M2TMNXLND v5.12.4] над территорией Ирака

Изменяется форма листа и площадь листовой поверхности. Тогда как пустынная местность характеризуется наименьшей оптической толщиной облаков в течении года, что, соответственно, влияет на площадь листа растений

и оказывает влияние на распространение растений с другими формами листьев, в частности с игольчатым их строением.

Библиографический список

1. Махмуд, А. М. Оценка некоторых климатических показателей и растительного покрова Ирака // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева, г.Москва, 5 –7 июня 2023 г. : сборник статей. Том 1.2023.- С.370-374.

2. Махмуд, А. М. Сравнение оптической толщины облаков с индексом площади листьев (LAI) над территорией Ирака // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева, г.Москва, 5 –7 июня 2023 г. : сборник статей. Том 1.2023.-С.374-377.

3. Ghasemifar, E., Farajzadeh, M., Perry, M. C., Rahimi, Y. G., & Bidokhti, A. A. Analysis of spatiotemporal variations of cloud fraction based on geographic characteristics over Iran. Theoretical and applied climatology .2018. 134, 1429-1445

4. <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>

5. <https://www.earthdata.nasa.gov>

6. Rapp A.D. Cloud responses in the AMIP simulations of CMIP5 models in the southeastern Pacific marine subsidence region. Int J Climatol 35: 2015.p.2908–2921.

7. www.distance.to, Retrieved 2018-8-23.

8. www.worldatlas.com , 2018-8-23.

9. Yang P, Baum B.A . Encyclopedia of Atmospheric Sciences 2nd Edition.5. 2015. p.116–127, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382225-3.00503-X>.

ASSESSMENT OF AVERAGE VALUES BY MONTH OF THE YEAR OF THE OPTICAL THICKNESS OF CLOUDS AND THEIR COEFFICIENT OF CORRELATION WITH THE LEAF AREA INDEX IN IRAQ

A.M. Mahmood

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, abdow.adem@gmail.com, abdowadam@yahoo.com.

Summary: the study of cloud optical depth is considered one of the most important climate indicators, especially for breeders and farmers, since it determines the amount of precipitation and its effect on plant productivity in general, as well as on plant structure and leaf area index in particular. By comparing the average months of the year, including the twelve months for Iraq, for cloud optical depth from (2002 to 2022) and their correlation coefficient with the Leaf Area Index.

Keywords: clouds, Iraq, climate change, cloud optical thickness, leaf area index.