



Supplement of

Comparison of dust optical depth from multi-sensor products and MONARCH (Multiscale Online Non-hydrostatic Atmosphere Chemistry) dust reanalysis over North Africa, the Middle East, and Europe

Michail Mytilinaios et al.

Correspondence to: Michail Mytilinaios (michalis.mytilinaios@imaa.cnr.it)

The copyright of individual parts of the supplement might differ from the article licence.

	MONARCH DOD	MIDAS DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁷	
NorAfr	0.29 ± 0.27	0.25 ± 0.25	0.04	0.16	0.43	0.84	19.79	ANN
	0.22 ± 0.25	0.18 ± 0.22	0.03	0.14	0.49	0.85	5.12	DJF
	0.34 ± 0.34	0.32 ± 0.31	0.02	0.19	0.42	0.84	4.82	MAM
	0.39 ± 0.27	0.31 ± 0.25	0.08	0.18	0.42	0.81	4.93	JJA
	0.22 ± 0.17	0.2 ± 0.18	0.01	0.11	0.39	0.81	4.93	SON
SubSah	0.2 ± 0.28	0.19 ± 0.29	0.01	0.17	1.61	0.83	4.88	ANN
	0.19 ± 0.27	0.18 ± 0.28	0.01	0.16	2.34	0.82	2.43	DJF
	0.3 ± 0.4	0.29 ± 0.39	0.01	0.2	0.85	0.87	1.05	MAM
	0.18 ± 0.19	0.2 ± 0.22	-0.02	0.17	0.75	0.67	0.44	JJA
	0.12 ± 0.12	0.1 ± 0.14	0.02	0.12	0.97	0.6	0.97	SON
MidEas	0.23 ± 0.22	0.24 ± 0.23	-0.01	0.15	0.43	0.79	11.17	ANN
	0.15 ± 0.15	0.15 ± 0.15	-0.01	0.09	0.44	0.81	2.74	DJF
	0.29 ± 0.26	0.32 ± 0.29	-0.03	0.18	0.41	0.79	2.52	MAM
	0.33 ± 0.26	0.32 ± 0.27	0	0.2	0.47	0.72	2.93	JJA
	0.16 ± 0.12	0.18 ± 0.13	-0.01	0.1	0.41	0.73	2.98	SON
WesAsi	0.12 ± 0.14	0.14 ± 0.16	-0.02	0.12	1	0.66	7.81	ANN
	0.07 ± 0.09	0.09 ± 0.1	-0.01	0.07	0.66	0.69	0.99	DJF
	0.14 ± 0.14	0.17 ± 0.17	-0.03	0.14	1.43	0.66	1.61	MAM
	0.15 ± 0.16	0.18 ± 0.18	-0.03	0.15	0.93	0.63	2.77	JJA
	0.09 ± 0.1	0.11 ± 0.11	-0.02	0.09	0.93	0.64	2.43	SON
TroAtl	0.14 ± 0.2	0.18 ± 0.26	-0.04	0.16	1	0.8	4.45	ANN
	0.15 ± 0.2	0.18 ± 0.26	-0.03	0.17	0.96	0.76	1.35	DJF
	0.15 ± 0.22	0.21 ± 0.28	-0.06	0.17	1.03	0.83	1.1	MAM
	0.17 ± 0.23	0.21 ± 0.29	-0.04	0.18	0.93	0.81	1.03	JJA
	0.08 ± 0.13	0.11 ± 0.17	-0.03	0.1	1.09	0.79	0.98	SON
AraSea	0.08 ± 0.12	0.12 ± 0.16	-0.04	0.1	0.76	0.79	3.63	ANN
	0.04 ± 0.06	0.06 ± 0.07	-0.02	0.05	0.81	0.73	1.13	DJF
	0.08 ± 0.11	0.14 ± 0.15	-0.05	0.12	0.84	0.75	1.07	MAM
	0.19 ± 0.19	0.25 ± 0.26	-0.06	0.18	0.55	0.75	0.56	JJA
	0.05 ± 0.06	0.08 ± 0.09	-0.03	0.06	0.75	0.78	0.87	SON
MedSea	0.06 ± 0.12	0.07 ± 0.13	0	0.09	1.28	0.75	5.57	ANN
	0.05 ± 0.12	0.05 ± 0.13	0	0.09	1.31	0.76	1.01	DJF
	0.08 ± 0.15	0.09 ± 0.18	-0.01	0.12	1.21	0.75	1.22	MAM
	0.07 ± 0.1	0.07 ± 0.1	0	0.07	1.05	0.74	1.9	JJA
	0.05 ± 0.09	0.05 ± 0.09	0	0.06	1.63	0.75	1.44	SON
NorAtl	0 ± 0.03	0.02 ± 0.04	-0.02	0.03	1.88	0.71	4.93	ANN
	0.01 ± 0.03	0.01 ± 0.04	-0.01	0.03	1.84	0.71	0.84	DJF
	0 ± 0.03	0.03 ± 0.04	-0.03	0.04	1.86	0.73	1.42	MAM
	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.05	-0.01	0.04	1.88	0.73	1.36	JJA
	0 ± 0.02	0.01 ± 0.02	-0.01	0.02	1.92	0.68	1.31	SON
NorEur	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.03	-0.01	0.03	1.93	0.61	3.3	ANN
	0 ± 0.01	0.01 ± 0.02	-0.01	0.01	2.2	0.69	0.14	DJF
	0.01 ± 0.04	0.03 ± 0.04	-0.02	0.04	2.08	0.58	1.08	MAM
	0.01 ± 0.04	0.02 ± 0.03	-0.01	0.03	1.7	0.67	1.36	JJA
	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.02	-0.01	0.02	2.1	0.68	0.71	SON
Russia	0.02 ± 0.05	0.03 ± 0.03	0	0.04	2.62	0.49	2.09	ANN
	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0	0.02	2.91	0.39	0	DJF
	0.03 ± 0.06	0.04 ± 0.05	-0.01	0.05	3.2	0.55	0.54	MAM
	0.02 ± 0.05	0.02 ± 0.03	0	0.04	2.27	0.44	1.19	JJA
	0.03 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0.01	0.03	2.93	0.53	0.35	SON

Figure S1. Regional DOD skill scores (mean ± standard deviation, MB, RMSE, FGE and CC) for the MONARCH reanalysis considering MIDAS as a reference, averaged over the study period 2007–2016 on annual basis (ANN) and by season (DJF, MAM, JJA and SON), along with the corresponding regional number of samples N. The full name of the acronym for each sub-region is given in Fig. 1. The color scale of each metric is based on the color-bars shown if Fig. 6 and Fig. 7.

	MONARCH DOD	MISR DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁵	
NorAfr	0.07 ± 0.13	0.09 ± 0.14	-0.02	0.11	1.39	0.71	0.82	ANN
	0.05 ± 0.1	0.06 ± 0.08	-0.02	0.1	1.57	0.48	0.19	DJF
	0.06 ± 0.12	0.09 ± 0.13	-0.03	0.1	1.48	0.72	0.2	MAM
	0.13 ± 0.18	0.14 ± 0.21	-0.01	0.13	1.15	0.78	0.22	JJA
	0.04 ± 0.07	0.08 ± 0.08	-0.04	0.09	1.4	0.48	0.21	SON
SubSah	0.14 ± 0.21	0.19 ± 0.19	-0.06	0.15	1	0.75	0.54	ANN
	0.15 ± 0.21	0.21 ± 0.19	-0.06	0.16	0.94	0.73	0.17	DJF
	0.14 ± 0.23	0.19 ± 0.19	-0.05	0.16	0.96	0.75	0.14	MAM
	0.2 ± 0.25	0.28 ± 0.21	-0.08	0.18	0.99	0.77	0.1	JJA
	0.06 ± 0.08	0.11 ± 0.1	-0.04	0.09	1.13	0.63	0.13	SON
MidEas	0.19 ± 0.18	0.2 ± 0.21	-0.01	0.15	0.71	0.73	2.15	ANN
	0.12 ± 0.12	0.11 ± 0.12	0	0.11	0.85	0.57	0.49	DJF
	0.2 ± 0.18	0.21 ± 0.2	-0.01	0.14	0.68	0.71	0.56	MAM
	0.33 ± 0.22	0.35 ± 0.26	-0.02	0.2	0.55	0.66	0.55	JJA
	0.12 ± 0.09	0.13 ± 0.11	0	0.1	0.77	0.53	0.56	SON
WesAsi	0.07 ± 0.12	0.09 ± 0.12	-0.02	0.1	1.15	0.63	0.51	ANN
	0.05 ± 0.09	0.05 ± 0.08	0	0.09	1.41	0.42	0.1	DJF
	0.09 ± 0.14	0.12 ± 0.14	-0.03	0.11	1.05	0.7	0.12	MAM
	0.08 ± 0.13	0.1 ± 0.14	-0.02	0.11	1.04	0.66	0.16	JJA
	0.06 ± 0.09	0.08 ± 0.09	-0.02	0.09	1.18	0.49	0.14	SON
TroAtl	0.12 ± 0.17	0.16 ± 0.19	-0.05	0.14	1.19	0.74	8.46	ANN
	0.13 ± 0.18	0.17 ± 0.17	-0.04	0.15	1.15	0.64	2.12	DJF
	0.13 ± 0.19	0.18 ± 0.2	-0.05	0.15	1.16	0.76	2.25	MAM
	0.14 ± 0.19	0.2 ± 0.22	-0.06	0.15	1.18	0.78	2.08	JJA
	0.06 ± 0.1	0.11 ± 0.13	-0.05	0.11	1.29	0.7	2.01	SON
AraSea	0.07 ± 0.11	0.11 ± 0.14	-0.05	0.11	1.15	0.71	6.51	ANN
	0.03 ± 0.05	0.06 ± 0.07	-0.03	0.08	1.32	0.44	1.84	DJF
	0.07 ± 0.1	0.11 ± 0.12	-0.04	0.1	1.12	0.65	1.9	MAM
	0.17 ± 0.17	0.27 ± 0.2	-0.1	0.19	0.82	0.67	1.13	JJA
	0.04 ± 0.05	0.07 ± 0.09	-0.03	0.08	1.21	0.53	1.64	SON
MedSea	0.06 ± 0.12	0.07 ± 0.1	-0.01	0.09	1.32	0.68	5.47	ANN
	0.04 ± 0.11	0.05 ± 0.09	-0.01	0.09	1.61	0.55	1.05	DJF
	0.08 ± 0.16	0.1 ± 0.13	-0.02	0.11	1.22	0.75	1.31	MAM
	0.06 ± 0.1	0.06 ± 0.1	0	0.07	1.26	0.72	1.78	JJA
	0.05 ± 0.09	0.07 ± 0.09	-0.02	0.09	1.27	0.57	1.33	SON
NorAtl	0 ± 0.02	0.06 ± 0.08	-0.06	0.1	1.92	0.21	8.83	ANN
	0 ± 0.03	0.05 ± 0.08	-0.04	0.09	1.94	0.18	1.47	DJF
	0 ± 0.02	0.09 ± 0.09	-0.08	0.12	1.92	0.19	2.68	MAM
	0.01 ± 0.03	0.06 ± 0.08	-0.05	0.09	1.9	0.31	2.37	JJA
	0 ± 0.01	0.05 ± 0.08	-0.05	0.09	1.94	0.13	2.31	SON
NorEur	0 ± 0.02	0.06 ± 0.08	-0.06	0.1	1.9	0.11	1.28	ANN
	0 ± 0.01	0.03 ± 0.06	-0.03	0.07	1.93	0.09	0.07	DJF
	0 ± 0.02	0.07 ± 0.09	-0.07	0.11	1.88	0.12	0.49	MAM
	0 ± 0.02	0.07 ± 0.07	-0.06	0.1	1.9	0.08	0.44	JJA
	0 ± 0.01	0.04 ± 0.07	-0.03	0.08	1.94	0.1	0.28	SON
Russia	0 ± 0.01	0.05 ± 0.08	-0.05	0.09	1.9	0.11	0.14	ANN
	0 ± 0	0.02 ± 0.03	-0.02	0.03	1.98	-0.13	0	DJF
	0 ± 0.01	0.06 ± 0.09	-0.05	0.1	1.91	0.1	0.05	MAM
	0 ± 0.01	0.06 ± 0.07	-0.06	0.09	1.88	0.12	0.06	JJA
	0 ± 0	0.03 ± 0.07	-0.03	0.08	1.93	-0.01	0.03	SON

Figure S2. Same as in Fig. S1 but for the comparison between the MONARCH reanalysis and MISR mean regional DOD.

	MONARCH DOD	AERONET DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁴	
NorAfr	0.3 ± 0.33	0.36 ± 0.33	-0.06	0.24	0.64	0.75	5.76	ANN
	0.25 ± 0.35	0.27 ± 0.31	-0.02	0.23	0.75	0.76	1.31	DJF
	0.4 ± 0.44	0.48 ± 0.41	-0.08	0.29	0.62	0.78	1.62	MAM
	0.31 ± 0.23	0.39 ± 0.27	-0.08	0.23	0.57	0.66	1.47	JJA
	0.21 ± 0.19	0.27 ± 0.23	-0.06	0.19	0.63	0.68	1.36	SON
SubSah	0.43 ± 0.45	0.7 ± 0.54	-0.28	0.46	0.85	0.74	0.51	ANN
	0.55 ± 0.43	1 ± 0.58	-0.45	0.62	0.87	0.68	0.2	DJF
	0.5 ± 0.54	0.7 ± 0.43	-0.21	0.39	0.6	0.78	0.17	MAM
	0.12 ± 0.13	0.21 ± 0.21	-0.09	0.16	1.24	0.79	0.06	JJA
	0.21 ± 0.17	0.38 ± 0.28	-0.17	0.27	1.01	0.67	0.08	SON
MidEas	0.24 ± 0.21	0.29 ± 0.28	-0.05	0.2	0.88	0.74	4.79	ANN
	0.15 ± 0.14	0.15 ± 0.19	0	0.13	1.11	0.7	0.87	DJF
	0.29 ± 0.22	0.37 ± 0.28	-0.08	0.21	0.56	0.74	1.43	MAM
	0.29 ± 0.23	0.36 ± 0.32	-0.07	0.24	0.88	0.68	1.44	JJA
	0.16 ± 0.12	0.19 ± 0.22	-0.02	0.16	1.12	0.7	1.04	SON
WesAsi	0.06 ± 0.07	0.19 ± 0.21	-0.13	0.22	1.4	0.64	0.67	ANN
	0.02 ± 0.03	0.02 ± 0.07	0	0.06	1.87	0.43	0.1	DJF
	0.07 ± 0.06	0.16 ± 0.16	-0.09	0.15	1.2	0.66	0.14	MAM
	0.07 ± 0.07	0.28 ± 0.24	-0.21	0.29	1.32	0.6	0.25	JJA
	0.06 ± 0.07	0.18 ± 0.19	-0.12	0.19	1.41	0.7	0.18	SON
TroAtl	0.2 ± 0.22	0.3 ± 0.27	-0.1	0.18	0.82	0.83	2.63	ANN
	0.18 ± 0.2	0.24 ± 0.24	-0.06	0.16	0.82	0.78	0.59	DJF
	0.22 ± 0.27	0.33 ± 0.29	-0.11	0.18	0.87	0.87	0.72	MAM
	0.26 ± 0.21	0.36 ± 0.3	-0.11	0.2	0.63	0.83	0.76	JJA
	0.12 ± 0.13	0.23 ± 0.2	-0.11	0.17	1.01	0.78	0.56	SON
AraSea	0.16 ± 0.17	0.39 ± 0.29	-0.23	0.31	1.11	0.67	0.43	ANN
	0.11 ± 0.09	0.18 ± 0.21	-0.07	0.17	1.3	0.71	0.09	DJF
	0.18 ± 0.12	0.44 ± 0.19	-0.26	0.3	0.88	0.63	0.18	MAM
	0.24 ± 0.32	0.66 ± 0.36	-0.42	0.49	1.12	0.72	0.07	JJA
	0.12 ± 0.11	0.32 ± 0.26	-0.21	0.29	1.35	0.65	0.09	SON
MedSea	0.03 ± 0.08	0.05 ± 0.12	-0.01	0.08	1.8	0.73	20.53	ANN
	0.02 ± 0.06	0.03 ± 0.08	-0.01	0.06	1.89	0.59	2.98	DJF
	0.04 ± 0.11	0.06 ± 0.14	-0.02	0.1	1.76	0.73	4.81	MAM
	0.04 ± 0.08	0.05 ± 0.12	-0.01	0.08	1.79	0.76	7.99	JJA
	0.03 ± 0.06	0.04 ± 0.1	-0.01	0.07	1.81	0.72	4.75	SON
NorAtl	0.02 ± 0.05	0.05 ± 0.1	-0.03	0.08	1.84	0.69	2.5	ANN
	0.01 ± 0.03	0.05 ± 0.08	-0.04	0.08	1.91	0.45	0.37	DJF
	0.02 ± 0.05	0.07 ± 0.11	-0.05	0.1	1.85	0.67	0.58	MAM
	0.03 ± 0.07	0.06 ± 0.12	-0.03	0.09	1.77	0.76	0.94	JJA
	0.01 ± 0.03	0.04 ± 0.08	-0.03	0.07	1.89	0.63	0.61	SON
NorEur	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.07	-0.01	0.06	1.97	0.36	14.86	ANN
	0 ± 0.01	0.03 ± 0.08	-0.02	0.08	1.98	0.18	1.23	DJF
	0.01 ± 0.04	0.03 ± 0.09	-0.01	0.08	1.96	0.43	4.14	MAM
	0.01 ± 0.03	0.01 ± 0.05	0	0.05	1.98	0.34	6.56	JJA
	0.01 ± 0.02	0.02 ± 0.06	-0.01	0.06	1.97	0.35	2.94	SON
Russia	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.08	0	0.08	1.97	0.27	1.14	ANN
	0.01 ± 0.02	0.03 ± 0.08	-0.02	0.08	1.93	0.44	0.05	DJF
	0.02 ± 0.04	0.03 ± 0.1	-0.01	0.09	1.94	0.43	0.33	MAM
	0.01 ± 0.03	0.01 ± 0.06	0.01	0.06	1.99	0.15	0.62	JJA
	0.01 ± 0.02	0.02 ± 0.09	-0.01	0.09	1.99	0.03	0.14	SON

Figure S3. Same as in Fig. S1 but for the comparison between MONARCH and AERONET mean regional DOD.

	MONARCH DOD	MIDAS+MISR DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁷	
NorAfr	0.29 ± 0.27	0.25 ± 0.25	0.04	0.16	0.43	0.84	19.8	ANN
	0.22 ± 0.25	0.18 ± 0.22	0.03	0.14	0.49	0.85	5.12	DJF
	0.34 ± 0.34	0.32 ± 0.31	0.02	0.19	0.42	0.84	4.82	MAM
	0.39 ± 0.27	0.31 ± 0.25	0.08	0.18	0.42	0.81	4.93	JJA
	0.22 ± 0.17	0.2 ± 0.18	0.01	0.11	0.39	0.81	4.93	SON
SubSah	0.2 ± 0.28	0.19 ± 0.29	0.01	0.17	1.6	0.83	4.89	ANN
	0.19 ± 0.27	0.18 ± 0.28	0.01	0.16	2.33	0.82	2.43	DJF
	0.3 ± 0.4	0.29 ± 0.39	0.01	0.2	0.85	0.87	1.05	MAM
	0.18 ± 0.19	0.2 ± 0.22	-0.02	0.17	0.75	0.67	0.44	JJA
	0.12 ± 0.12	0.1 ± 0.14	0.02	0.12	0.97	0.6	0.97	SON
MidEas	0.23 ± 0.22	0.24 ± 0.23	-0.01	0.15	0.43	0.79	11.19	ANN
	0.15 ± 0.15	0.15 ± 0.15	-0.01	0.09	0.44	0.81	2.74	DJF
	0.29 ± 0.26	0.32 ± 0.29	-0.03	0.18	0.41	0.79	2.53	MAM
	0.33 ± 0.26	0.32 ± 0.27	0	0.2	0.47	0.72	2.93	JJA
	0.16 ± 0.12	0.18 ± 0.13	-0.01	0.1	0.41	0.73	2.99	SON
WesAsi	0.12 ± 0.14	0.14 ± 0.16	-0.02	0.12	1	0.66	7.81	ANN
	0.07 ± 0.09	0.09 ± 0.1	-0.01	0.07	0.66	0.69	0.99	DJF
	0.14 ± 0.14	0.17 ± 0.17	-0.03	0.14	1.43	0.66	1.61	MAM
	0.15 ± 0.16	0.18 ± 0.18	-0.03	0.15	0.93	0.63	2.77	JJA
	0.09 ± 0.1	0.11 ± 0.11	-0.02	0.09	0.93	0.64	2.44	SON
TroAtl	0.14 ± 0.2	0.18 ± 0.26	-0.04	0.16	1	0.8	4.54	ANN
	0.15 ± 0.2	0.18 ± 0.25	-0.03	0.17	0.96	0.76	1.37	DJF
	0.15 ± 0.22	0.21 ± 0.28	-0.06	0.17	1.03	0.82	1.12	MAM
	0.17 ± 0.22	0.21 ± 0.29	-0.04	0.17	0.93	0.81	1.05	JJA
	0.08 ± 0.13	0.11 ± 0.17	-0.03	0.1	1.09	0.79	1	SON
AraSea	0.08 ± 0.12	0.12 ± 0.16	-0.04	0.1	0.77	0.79	3.7	ANN
	0.04 ± 0.06	0.06 ± 0.07	-0.02	0.05	0.81	0.72	1.15	DJF
	0.08 ± 0.11	0.14 ± 0.15	-0.05	0.12	0.85	0.75	1.09	MAM
	0.19 ± 0.19	0.25 ± 0.26	-0.07	0.18	0.56	0.75	0.57	JJA
	0.05 ± 0.06	0.08 ± 0.09	-0.03	0.06	0.76	0.77	0.89	SON
MedSea	0.06 ± 0.12	0.07 ± 0.13	0	0.09	1.28	0.75	5.63	ANN
	0.05 ± 0.12	0.05 ± 0.13	0	0.09	1.31	0.76	1.02	DJF
	0.08 ± 0.15	0.09 ± 0.18	-0.01	0.12	1.21	0.75	1.24	MAM
	0.07 ± 0.1	0.07 ± 0.1	0	0.07	1.05	0.74	1.92	JJA
	0.05 ± 0.09	0.05 ± 0.09	0	0.06	1.63	0.75	1.45	SON
NorAtl	0 ± 0.03	0.02 ± 0.04	-0.02	0.04	1.88	0.68	5.02	ANN
	0.01 ± 0.03	0.01 ± 0.04	-0.01	0.03	1.84	0.67	0.86	DJF
	0 ± 0.03	0.03 ± 0.05	-0.03	0.04	1.86	0.7	1.45	MAM
	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.05	-0.01	0.04	1.88	0.71	1.38	JJA
	0 ± 0.02	0.01 ± 0.03	-0.01	0.02	1.92	0.62	1.33	SON
NorEur	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.03	-0.01	0.03	1.93	0.6	3.31	ANN
	0 ± 0.01	0.01 ± 0.02	-0.01	0.01	2.2	0.67	0.15	DJF
	0.01 ± 0.04	0.03 ± 0.04	-0.02	0.04	2.08	0.57	1.09	MAM
	0.01 ± 0.04	0.02 ± 0.03	-0.01	0.03	1.7	0.66	1.36	JJA
	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.02	-0.01	0.02	2.1	0.66	0.72	SON
Russia	0.02 ± 0.05	0.03 ± 0.03	0	0.04	2.62	0.49	2.09	ANN
	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0	0.02	2.9	0.38	0	DJF
	0.03 ± 0.06	0.04 ± 0.05	-0.01	0.05	3.2	0.55	0.54	MAM
	0.02 ± 0.05	0.02 ± 0.03	0	0.04	2.27	0.44	1.19	JJA
	0.03 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0.01	0.04	2.93	0.53	0.35	SON

Figure S4. Same as in Fig. S1 but for the comparison between the MONARCH reanalysis and MDAS+MISR mean regional DOD.

	MONARCH COARSE DOD	MIDAS COARSE DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁷	
NorAfr	0.25 ± 0.23	0.18 ± 0.18	0.06	0.14	0.5	0.83	19.79	ANN
	0.19 ± 0.21	0.13 ± 0.16	0.06	0.13	0.56	0.84	5.12	DJF
	0.29 ± 0.29	0.23 ± 0.22	0.06	0.17	0.48	0.83	4.82	MAM
	0.33 ± 0.22	0.23 ± 0.18	0.1	0.17	0.51	0.8	4.93	JJA
	0.19 ± 0.15	0.15 ± 0.13	0.04	0.1	0.45	0.8	4.93	SON
SubSah	0.17 ± 0.24	0.13 ± 0.2	0.04	0.14	0.86	0.83	4.88	ANN
	0.16 ± 0.23	0.12 ± 0.19	0.04	0.14	0.92	0.82	2.43	DJF
	0.25 ± 0.34	0.2 ± 0.28	0.05	0.18	0.79	0.87	1.05	MAM
	0.15 ± 0.16	0.14 ± 0.16	0.01	0.13	0.73	0.67	0.44	JJA
	0.1 ± 0.1	0.07 ± 0.1	0.03	0.09	0.88	0.59	0.97	SON
MidEas	0.2 ± 0.19	0.17 ± 0.17	0.02	0.12	0.46	0.78	11.17	ANN
	0.13 ± 0.13	0.11 ± 0.11	0.02	0.08	0.46	0.81	2.74	DJF
	0.25 ± 0.22	0.23 ± 0.2	0.02	0.14	0.42	0.79	2.52	MAM
	0.28 ± 0.23	0.23 ± 0.2	0.05	0.17	0.51	0.72	2.93	JJA
	0.14 ± 0.11	0.13 ± 0.1	0.01	0.08	0.42	0.73	2.98	SON
WesAsi	0.1 ± 0.12	0.1 ± 0.11	0	0.1	0.89	0.65	7.81	ANN
	0.06 ± 0.08	0.06 ± 0.07	0	0.06	0.69	0.69	0.99	DJF
	0.12 ± 0.12	0.12 ± 0.12	-0.01	0.1	0.98	0.65	1.61	MAM
	0.13 ± 0.14	0.13 ± 0.13	0	0.12	0.82	0.62	2.77	JJA
	0.08 ± 0.09	0.08 ± 0.08	0	0.07	0.99	0.63	2.43	SON
TroAtl	0.12 ± 0.17	0.13 ± 0.18	-0.01	0.11	0.99	0.79	4.45	ANN
	0.13 ± 0.16	0.12 ± 0.18	0	0.12	0.97	0.75	1.35	DJF
	0.13 ± 0.19	0.15 ± 0.2	-0.02	0.12	1.01	0.82	1.1	MAM
	0.14 ± 0.19	0.15 ± 0.21	-0.01	0.13	0.92	0.8	1.03	JJA
	0.07 ± 0.11	0.08 ± 0.12	-0.01	0.08	1.06	0.78	0.98	SON
AraSea	0.07 ± 0.1	0.08 ± 0.11	-0.02	0.07	0.73	0.79	3.63	ANN
	0.04 ± 0.05	0.04 ± 0.05	0	0.04	0.8	0.72	1.13	DJF
	0.07 ± 0.09	0.1 ± 0.11	-0.03	0.08	0.8	0.75	1.07	MAM
	0.16 ± 0.16	0.18 ± 0.18	-0.02	0.13	0.52	0.75	0.56	JJA
	0.04 ± 0.06	0.06 ± 0.06	-0.01	0.04	0.69	0.78	0.87	SON
MedSea	0.05 ± 0.1	0.05 ± 0.09	0.01	0.07	1.23	0.74	5.57	ANN
	0.04 ± 0.1	0.03 ± 0.1	0.01	0.07	1.31	0.75	1.01	DJF
	0.07 ± 0.13	0.07 ± 0.13	0	0.09	1.22	0.74	1.22	MAM
	0.05 ± 0.09	0.05 ± 0.07	0.01	0.06	1.02	0.73	1.9	JJA
	0.04 ± 0.07	0.04 ± 0.06	0.01	0.05	1.46	0.74	1.44	SON
NorAtl	0 ± 0.02	0.01 ± 0.03	-0.01	0.02	1.9	0.71	4.93	ANN
	0 ± 0.02	0.01 ± 0.03	0	0.02	1.84	0.7	0.84	DJF
	0 ± 0.02	0.02 ± 0.03	-0.02	0.03	1.87	0.73	1.42	MAM
	0.01 ± 0.03	0.01 ± 0.03	-0.01	0.02	1.91	0.73	1.36	JJA
	0 ± 0.01	0.01 ± 0.02	-0.01	0.01	1.94	0.69	1.31	SON
NorEur	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.02	-0.01	0.02	2.12	0.61	3.3	ANN
	0 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0	0.01	1.87	0.69	0.14	DJF
	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.03	-0.01	0.03	2.31	0.58	1.08	MAM
	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.02	0	0.02	1.76	0.66	1.36	JJA
	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0	0.01	2.57	0.67	0.71	SON
Russia	0.02 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0	0.04	2.53	0.48	2.09	ANN
	0 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0	0.01	2.23	0.38	0	DJF
	0.02 ± 0.05	0.02 ± 0.04	0	0.04	3.11	0.55	0.54	MAM
	0.02 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0	0.04	2.32	0.43	1.19	JJA
	0.02 ± 0.04	0.01 ± 0.02	0.01	0.03	2.37	0.53	0.35	SON

Figure S5. Same as in Fig. S1 but for the comparison between the MONARCH reanalysis and MIDAS mean regional coarse DOD.

	MONARCH COARSE DOD	AEROIASI COARSE DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁵	
NorAfr	0.22 ± 0.21	0.17 ± 0.18	0.04	0.21	0.7	0.49	14.94	ANN
	0.16 ± 0.2	0.11 ± 0.09	0.05	0.2	0.77	0.35	3.97	DJF
	0.26 ± 0.26	0.19 ± 0.19	0.06	0.25	0.74	0.48	3.36	MAM
	0.3 ± 0.2	0.27 ± 0.26	0.04	0.23	0.61	0.57	3.52	JJA
	0.17 ± 0.14	0.14 ± 0.12	0.02	0.15	0.67	0.35	4.08	SON
SubSah	0.13 ± 0.21	0.12 ± 0.08	0.01	0.19	0.85	0.42	5.62	ANN
	0.15 ± 0.22	0.11 ± 0.06	0.03	0.2	0.73	0.52	2.39	DJF
	0.18 ± 0.28	0.14 ± 0.12	0.05	0.25	0.94	0.44	1.1	MAM
	0.1 ± 0.13	0.13 ± 0.11	-0.03	0.13	1.02	0.48	0.71	JJA
	0.09 ± 0.1	0.1 ± 0.04	-0.02	0.11	0.9	0.11	1.42	SON
MidEas	0.16 ± 0.16	0.19 ± 0.16	-0.02	0.16	0.67	0.54	11.61	ANN
	0.1 ± 0.11	0.12 ± 0.08	-0.02	0.12	0.77	0.3	3.01	DJF
	0.2 ± 0.2	0.22 ± 0.2	-0.02	0.18	0.64	0.58	2.67	MAM
	0.25 ± 0.2	0.26 ± 0.2	-0.01	0.2	0.6	0.48	2.64	JJA
	0.12 ± 0.1	0.16 ± 0.1	-0.04	0.12	0.67	0.36	3.3	SON
WesAsi	0.08 ± 0.11	0.17 ± 0.12	-0.09	0.16	1.08	0.37	9.44	ANN
	0.04 ± 0.06	0.13 ± 0.06	-0.09	0.12	1.33	0.23	1.65	DJF
	0.09 ± 0.11	0.18 ± 0.12	-0.08	0.16	1.02	0.31	1.96	MAM
	0.11 ± 0.13	0.21 ± 0.15	-0.1	0.18	0.98	0.36	3.02	JJA
	0.06 ± 0.08	0.15 ± 0.09	-0.08	0.13	1.07	0.28	2.82	SON
TroAtl	0.09 ± 0.13	0.13 ± 0.06	-0.03	0.12	1.17	0.46	6.73	ANN
	0.11 ± 0.14	0.12 ± 0.04	-0.01	0.13	0.98	0.36	1.71	DJF
	0.11 ± 0.15	0.13 ± 0.06	-0.02	0.14	1.15	0.44	1.68	MAM
	0.1 ± 0.15	0.13 ± 0.08	-0.04	0.13	1.28	0.56	1.55	JJA
	0.06 ± 0.09	0.12 ± 0.04	-0.06	0.1	1.28	0.48	1.8	SON
AraSea	0.05 ± 0.08	0.12 ± 0.05	-0.07	0.1	1.21	0.46	6.61	ANN
	0.03 ± 0.05	0.12 ± 0.03	-0.09	0.1	1.45	0.44	1.85	DJF
	0.06 ± 0.08	0.13 ± 0.05	-0.07	0.1	1.17	0.48	1.97	MAM
	0.13 ± 0.13	0.15 ± 0.09	-0.02	0.13	0.72	0.4	0.91	JJA
	0.04 ± 0.05	0.12 ± 0.04	-0.08	0.1	1.25	0.36	1.87	SON
MedSea	0.04 ± 0.08	0.11 ± 0.04	-0.07	0.1	1.45	0.42	8.18	ANN
	0.03 ± 0.07	0.11 ± 0.02	-0.08	0.11	1.66	0.31	1.3	DJF
	0.05 ± 0.1	0.11 ± 0.04	-0.06	0.11	1.42	0.42	1.81	MAM
	0.04 ± 0.07	0.12 ± 0.04	-0.08	0.1	1.36	0.48	2.96	JJA
	0.03 ± 0.06	0.11 ± 0.03	-0.08	0.09	1.46	0.41	2.11	SON
NorAtl	0 ± 0.02	0.11 ± 0.02	-0.11	0.11	1.91	0.27	3.82	ANN
	0 ± 0.02	0.11 ± 0.02	-0.11	0.11	1.93	0.12	0.58	DJF
	0 ± 0.02	0.11 ± 0.02	-0.11	0.11	1.91	0.28	0.98	MAM
	0.01 ± 0.02	0.11 ± 0.02	-0.11	0.11	1.89	0.37	1.27	JJA
	0 ± 0.01	0.11 ± 0.01	-0.11	0.11	1.94	0.07	0.99	SON
NorEur	0.01 ± 0.02	0.1 ± 0.02	-0.09	0.1	1.85	0.06	7.17	ANN
	0 ± 0.01	0.12 ± 0.03	-0.11	0.12	1.94	0.02	1	DJF
	0.01 ± 0.02	0.1 ± 0.02	-0.09	0.09	1.81	0.1	2.1	MAM
	0.01 ± 0.02	0.1 ± 0.02	-0.09	0.1	1.81	0.13	2.45	JJA
	0 ± 0.01	0.1 ± 0.02	-0.09	0.1	1.9	-0.01	1.63	SON
Russia	0.01 ± 0.03	0.11 ± 0.04	-0.1	0.11	1.74	0.04	5.89	ANN
	0 ± 0.01	0.14 ± 0.04	-0.14	0.15	1.89	0.09	1.19	DJF
	0.01 ± 0.04	0.1 ± 0.03	-0.08	0.1	1.68	0.15	1.61	MAM
	0.01 ± 0.04	0.1 ± 0.03	-0.09	0.1	1.72	0.15	2.18	JJA
	0.01 ± 0.03	0.1 ± 0.03	-0.09	0.1	1.73	-0.05	0.91	SON

Figure S6. Same as in Fig. S1 but for the comparison between the MONARCH reanalysis and AEROIASI mean regional coarse DOD.

	MONARCH COARSE DOD	AERONET COARSE DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁴	
NorAfr	0.14 ± 0.16	0.16 ± 0.19	-0.03	0.13	0.67	0.74	1.78	ANN
	0.07 ± 0.1	0.06 ± 0.1	0.01	0.06	0.88	0.82	0.4	DJF
	0.14 ± 0.19	0.19 ± 0.21	-0.05	0.15	0.69	0.75	0.45	MAM
	0.22 ± 0.18	0.26 ± 0.22	-0.05	0.18	0.54	0.65	0.5	JJA
	0.1 ± 0.1	0.12 ± 0.12	-0.01	0.09	0.6	0.68	0.44	SON
SubSah	0.28 ± 0.34	0.41 ± 0.34	-0.13	0.26	0.61	0.77	0.63	ANN
	0.36 ± 0.33	0.56 ± 0.36	-0.19	0.31	0.56	0.76	0.25	DJF
	0.38 ± 0.46	0.49 ± 0.34	-0.11	0.32	0.55	0.75	0.15	MAM
	0.08 ± 0.1	0.15 ± 0.13	-0.07	0.11	0.96	0.76	0.09	JJA
	0.14 ± 0.12	0.2 ± 0.15	-0.06	0.13	0.57	0.67	0.13	SON
MidEas	0.18 ± 0.16	0.2 ± 0.19	-0.02	0.13	0.54	0.73	6.07	ANN
	0.12 ± 0.11	0.11 ± 0.11	0.01	0.09	0.6	0.67	1.2	DJF
	0.22 ± 0.19	0.26 ± 0.22	-0.04	0.15	0.48	0.75	1.54	MAM
	0.23 ± 0.18	0.25 ± 0.22	-0.02	0.17	0.59	0.68	1.75	JJA
	0.13 ± 0.1	0.14 ± 0.12	-0.01	0.1	0.51	0.63	1.58	SON
WesAsi	0.05 ± 0.05	0.14 ± 0.15	-0.09	0.15	0.97	0.71	0.58	ANN
	0.02 ± 0.02	0.04 ± 0.05	-0.02	0.05	0.84	0.44	0.08	DJF
	0.05 ± 0.04	0.11 ± 0.1	-0.06	0.09	0.84	0.71	0.12	MAM
	0.06 ± 0.06	0.18 ± 0.17	-0.13	0.19	1.1	0.66	0.23	JJA
	0.06 ± 0.06	0.15 ± 0.15	-0.09	0.14	0.93	0.79	0.15	SON
TroAtl	0.13 ± 0.17	0.18 ± 0.2	-0.05	0.12	0.93	0.85	2.16	ANN
	0.12 ± 0.16	0.14 ± 0.17	-0.02	0.11	0.95	0.8	0.47	DJF
	0.14 ± 0.21	0.19 ± 0.22	-0.06	0.12	1.05	0.89	0.55	MAM
	0.17 ± 0.17	0.23 ± 0.23	-0.06	0.14	0.71	0.86	0.66	JJA
	0.07 ± 0.09	0.13 ± 0.13	-0.06	0.1	1.06	0.8	0.48	SON
AraSea	0.11 ± 0.14	0.26 ± 0.21	-0.14	0.2	0.82	0.73	0.51	ANN
	0.08 ± 0.06	0.13 ± 0.1	-0.06	0.09	0.63	0.69	0.15	DJF
	0.14 ± 0.1	0.32 ± 0.17	-0.17	0.21	0.8	0.69	0.17	MAM
	0.2 ± 0.29	0.52 ± 0.32	-0.32	0.38	1.07	0.76	0.06	JJA
	0.08 ± 0.08	0.2 ± 0.16	-0.12	0.17	0.95	0.69	0.13	SON
MedSea	0.03 ± 0.06	0.06 ± 0.08	-0.03	0.06	1.31	0.73	19.58	ANN
	0.01 ± 0.05	0.03 ± 0.05	-0.02	0.05	1.53	0.61	2.86	DJF
	0.03 ± 0.08	0.06 ± 0.09	-0.03	0.07	1.37	0.73	4.74	MAM
	0.03 ± 0.06	0.07 ± 0.08	-0.03	0.06	1.17	0.76	7.4	JJA
	0.02 ± 0.05	0.05 ± 0.06	-0.03	0.05	1.32	0.74	4.57	SON
NorAtl	0.01 ± 0.03	0.05 ± 0.06	-0.04	0.05	1.57	0.71	2.57	ANN
	0.01 ± 0.02	0.04 ± 0.05	-0.03	0.06	1.64	0.41	0.32	DJF
	0.01 ± 0.03	0.05 ± 0.06	-0.04	0.06	1.67	0.71	0.65	MAM
	0.02 ± 0.04	0.05 ± 0.07	-0.03	0.06	1.48	0.78	0.97	JJA
	0.01 ± 0.02	0.04 ± 0.04	-0.03	0.05	1.58	0.62	0.63	SON
NorEur	0.01 ± 0.02	0.04 ± 0.04	-0.03	0.05	1.63	0.45	16.01	ANN
	0 ± 0.01	0.03 ± 0.05	-0.02	0.05	1.72	0.22	1.32	DJF
	0.01 ± 0.03	0.04 ± 0.05	-0.03	0.06	1.62	0.48	4.62	MAM
	0.01 ± 0.02	0.03 ± 0.04	-0.03	0.04	1.61	0.47	6.83	JJA
	0 ± 0.02	0.03 ± 0.04	-0.03	0.04	1.68	0.44	3.24	SON
Russia	0.01 ± 0.03	0.04 ± 0.05	-0.03	0.06	1.52	0.35	1.26	ANN
	0.01 ± 0.02	0.04 ± 0.05	-0.03	0.06	1.51	0.45	0.06	DJF
	0.01 ± 0.03	0.05 ± 0.06	-0.04	0.07	1.52	0.47	0.38	MAM
	0.01 ± 0.03	0.04 ± 0.05	-0.02	0.05	1.52	0.28	0.65	JJA
	0.01 ± 0.02	0.04 ± 0.06	-0.03	0.07	1.54	0.2	0.16	SON

Figure S7. Same as in Fig. S1 but for the comparison between the MONARCH reanalysis and AERONET mean regional coarse DOD.

	MONARCH COARSE DOD	MIDAS+IASI COARSE DOD	MB	RMSE	FGE	CC	N x10 ⁷	
NorAfr	0.25 ± 0.23	0.18 ± 0.18	0.06	0.14	0.5	0.83	19.94	ANN
	0.19 ± 0.21	0.13 ± 0.16	0.06	0.13	0.56	0.84	5.16	DJF
	0.29 ± 0.29	0.23 ± 0.22	0.06	0.17	0.48	0.83	4.85	MAM
	0.33 ± 0.22	0.23 ± 0.18	0.1	0.17	0.51	0.79	4.97	JJA
	0.19 ± 0.15	0.15 ± 0.13	0.04	0.1	0.45	0.8	4.97	SON
SubSah	0.17 ± 0.24	0.13 ± 0.2	0.04	0.14	0.86	0.83	4.94	ANN
	0.16 ± 0.23	0.12 ± 0.19	0.04	0.14	0.92	0.81	2.45	DJF
	0.25 ± 0.34	0.2 ± 0.27	0.05	0.18	0.79	0.86	1.06	MAM
	0.15 ± 0.16	0.14 ± 0.16	0.01	0.13	0.73	0.67	0.44	JJA
	0.1 ± 0.1	0.07 ± 0.1	0.03	0.09	0.88	0.58	0.99	SON
MidEas	0.2 ± 0.19	0.17 ± 0.17	0.02	0.12	0.46	0.78	11.29	ANN
	0.13 ± 0.13	0.11 ± 0.11	0.02	0.08	0.46	0.8	2.77	DJF
	0.24 ± 0.22	0.23 ± 0.2	0.02	0.14	0.43	0.79	2.55	MAM
	0.28 ± 0.23	0.23 ± 0.2	0.05	0.17	0.51	0.72	2.95	JJA
	0.14 ± 0.11	0.13 ± 0.1	0.01	0.08	0.43	0.73	3.01	SON
WesAsi	0.1 ± 0.12	0.1 ± 0.11	0	0.1	0.89	0.65	7.9	ANN
	0.06 ± 0.08	0.06 ± 0.07	0	0.06	0.7	0.67	1.01	DJF
	0.11 ± 0.12	0.12 ± 0.12	-0.01	0.1	0.98	0.64	1.63	MAM
	0.13 ± 0.14	0.13 ± 0.13	0	0.12	0.83	0.62	2.8	JJA
	0.08 ± 0.09	0.08 ± 0.08	0	0.07	0.99	0.63	2.46	SON
TroAtl	0.12 ± 0.17	0.13 ± 0.18	-0.01	0.11	0.99	0.79	4.52	ANN
	0.13 ± 0.16	0.12 ± 0.17	0	0.12	0.97	0.74	1.36	DJF
	0.13 ± 0.19	0.15 ± 0.2	-0.02	0.12	1.01	0.82	1.11	MAM
	0.14 ± 0.19	0.15 ± 0.2	-0.01	0.13	0.93	0.8	1.04	JJA
	0.07 ± 0.11	0.08 ± 0.12	-0.01	0.08	1.06	0.78	1	SON
AraSea	0.07 ± 0.1	0.08 ± 0.11	-0.02	0.07	0.74	0.78	3.7	ANN
	0.04 ± 0.05	0.04 ± 0.05	-0.01	0.04	0.81	0.71	1.15	DJF
	0.07 ± 0.09	0.1 ± 0.11	-0.03	0.08	0.81	0.75	1.09	MAM
	0.16 ± 0.16	0.18 ± 0.18	-0.02	0.13	0.52	0.74	0.57	JJA
	0.04 ± 0.05	0.06 ± 0.06	-0.02	0.04	0.7	0.76	0.89	SON
MedSea	0.05 ± 0.1	0.05 ± 0.09	0.01	0.07	1.23	0.73	5.65	ANN
	0.04 ± 0.1	0.03 ± 0.1	0.01	0.07	1.31	0.74	1.02	DJF
	0.07 ± 0.13	0.07 ± 0.13	0	0.09	1.23	0.74	1.24	MAM
	0.05 ± 0.09	0.05 ± 0.07	0.01	0.06	1.03	0.72	1.93	JJA
	0.04 ± 0.07	0.04 ± 0.06	0.01	0.05	1.46	0.73	1.46	SON
NorAtl	0 ± 0.02	0.01 ± 0.03	-0.01	0.02	1.9	0.67	4.97	ANN
	0 ± 0.02	0.01 ± 0.03	0	0.02	1.84	0.66	0.85	DJF
	0 ± 0.02	0.02 ± 0.03	-0.02	0.03	1.87	0.71	1.43	MAM
	0.01 ± 0.03	0.01 ± 0.04	-0.01	0.03	1.91	0.7	1.37	JJA
	0 ± 0.01	0.01 ± 0.02	-0.01	0.02	1.94	0.61	1.32	SON
NorEur	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.03	-0.01	0.03	2.12	0.52	3.37	ANN
	0 ± 0.01	0.01 ± 0.03	-0.01	0.03	1.87	0.25	0.15	DJF
	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.03	-0.01	0.03	2.3	0.54	1.1	MAM
	0.01 ± 0.03	0.02 ± 0.02	-0.01	0.03	1.76	0.57	1.38	JJA
	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.02	0	0.02	2.55	0.46	0.73	SON
Russia	0.02 ± 0.04	0.02 ± 0.03	0	0.04	2.51	0.37	2.14	ANN
	0 ± 0.01	0.13 ± 0.06	-0.13	0.14	1.92	0.06	0.01	DJF
	0.02 ± 0.05	0.03 ± 0.04	0	0.04	3.07	0.5	0.56	MAM
	0.02 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0	0.04	2.3	0.36	1.22	JJA
	0.02 ± 0.04	0.01 ± 0.02	0.01	0.04	2.35	0.36	0.36	SON

Figure S8. Same as in Fig. S1 but for the comparison between the MONARCH reanalysis and MIDAS+IASI mean regional coarse DOD.