

Table 1. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for upper air temperature BCRMSE and bias by pressure level, season, and forecast lead time for the 00 UTC and 12 UTC initializations combined over the CONUS verification domain.

Table 2. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for upper air dew point temperature BCRMSE and bias by pressure level, season, and forecast lead time for the 00 UTC and 12 UTC initializations combined over the CONUS verification domain.

Upper Air Dew Point Temperature		Annual				Summer				Fall				Winter				Spring			
		f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48
BCRMSE	850	--	--	--	NoahMP *	--	--	--	NoahMP *	--	--	--	--	NoahMP *	--	--	--	--	--	--	NoahMP *
	700	NoahMP	NoahMP	--	NoahMP *	--	--	--	NoahMP *	--	NoahMP	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--
	500	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP *	--	--	--	--	--	--	--	--
Bias	850	NoahMP *	NoahMP *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP	--	--	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *	--	--
	700	AFWAOC	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *	NoahMP *	--	--	--	AFWAOC *	AFWAOC	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *
	500	--	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	--	--	--	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	

Table 3. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for upper air wind BCRMSE and bias by pressure level, season, and forecast lead time for the 00 UTC and 12 UTC initializations combined over the CONUS verification domain.

Upper Air Wind Speed		Annual				Summer				Fall				Winter				Spring				
		f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48	f12	f24	f36	f48	
BCRMSE	850	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	NoahMP	
	700	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	
	500	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	400	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	300	--	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	200	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	150	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Bias	850	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	700	AFWAOC	AFWAOC	--	NoahMP	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	AFWAOC	--	--	AFWAOC	--	--	--	--	
	500	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	--	--	AFWAOC	--	--	
	400	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	--	--	--	NoahMP	
	300	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	NoahMP	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	--	--	--	--
	200	--	--	--	--	NoahMP	--	--	NoahMP	--	AFWAOC	AFWAOC	--	--	AFWAOC	--	AFWAOC	--	--	--	--	--
	150	--	--	--	--	NoahMP	AFWAOC	--	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	--	--	--	--
	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--

Table 4. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for surface temperature BCRMSE and bias by season and forecast lead time for the 00 UTC and 12 UTC initializations separately over the CONUS verification domain.

Table 5. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for surface dew point temperature BCRMSE and bias by season and forecast lead time for the 00 UTC and 12 UTC initializations separately over the CONUS verification domain.

Surface Dew Point Temperature		f03	f06	f09	f12	f15	f18	f21	f24	f27	f30	f33	f36	f39	f42	f45	f48
BCRMSE	00 UTC Initializations	Annual	AFWAOC *	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *				
		Summer	AFWAOC *	--	NoahMP *	--	AFWAOC *	NoahMP	NoahMP *	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *				
		Fall	AFWAOC *	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	--	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *				
		Winter	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	--	AFWAOC *	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *				
		Spring	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	--	--	NoahMP *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *
	12 UTC Initializations	Annual	AFWAOC	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	--	--								
		Summer	AFWAOC	AFWAOC *	--	NoahMP *	NoahMP	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *				
		Fall	--	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	--	--	--				
		Winter	AFWAOC *	--	AFWAOC *	--	--										
		Spring	AFWAOC *	--	--	NoahMP *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	--	NoahMP *	NoahMP *				
Bias	00 UTC Initializations	Annual	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	--	AFWAOC *	NoahMP *	--
		Summer	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *	NoahMP *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *	NoahMP *	--	--	AFWAOC *
		Fall	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	--	AFWAOC *	NoahMP *	AFWAOC *	AFWAOC *	--	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	--
		Winter	--	--	--	--	--	AFWAOC *	NoahMP *	--	--	--	--	--	AFWAOC *	--	--
		Spring	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	AFWAOC *	NoahMP *	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	--				
	12 UTC Initializations	Annual	--	--	--	AFWAOC *	--	NoahMP *	NoahMP *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *				
		Summer	--	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *
		Fall	--	AFWAOC *	NoahMP *	AFWAOC *	NoahMP *	--	AFWAOC *	NoahMP *	NoahMP *	--					
		Winter	--	--	--	--	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *	--	--	--	--	--
		Spring	--	AFWAOC *	--	--	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	AFWAOC *	NoahMP *						

Table 6. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for surface wind BCRMSE and bias by season and forecast lead time for the 00 UTC and 12 UTC initializations separately over the CONUS verification domain.

Surface Wind Speed			f03	f06	f09	f12	f15	f18	f21	f24	f27	f30	f33	f36	f39	f42	f45	f48
BCRMSE	00 UTC Initializations	Annual	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	--	
		Summer	--	--	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	--	AFWAOC	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	
		Fall	--	AFWAOC	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	--	
		Winter	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	--	--	
		Spring	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	
	12 UTC Initializations	Annual	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	NoahMP	--	--	
		Summer	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	
		Fall	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	
		Winter	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	NoahMP	--	--	
		Spring	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	--	--	NoahMP	
Bias	00 UTC Initializations	Annual	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	AFWAOC	--
		Summer	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	--	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	--	--
		Fall	--	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	AFWAOC	--	AFWAOC	AFWAOC	--
		Winter	--	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	NoahMP	--	--	AFWAOC	AFWAOC	--
		Spring	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	AFWAOC
	12 UTC Initializations	Annual	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP
		Summer	AFWAOC	AFWAOC	NoahMP	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	AFWAOC	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP
		Fall	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	AFWAOC	--	--	--
		Winter	AFWAOC	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	NoahMP	--	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--	--	--
		Spring	AFWAOC	NoahMP	--	AFWAOC	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	

Table 7. SS differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for 3-hour QPF GSS and frequency bias by season, forecast lead time, and threshold for the 00 UTC and 12 UTC initializations separately over the CONUS verification domain.

3-hour QPF		00 UTC Initializations										12 UTC Initializations									
		>0.01	>0.02	>0.05	>0.1	>0.15	>0.25	>0.35	>0.5	>1	>0.01	>0.02	>0.05	>0.1	>0.15	>0.25	>0.35	>0.5	>1		
Gilbert Skill Score	f12	--	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	
	f48	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f12	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	AFWAOC	--							
	f36	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f12	--	--	--	--	NoahMP	--	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	--	--	--	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f48	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Frequency Bias	f12	--	--	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	--	
	f36	--	--	NoahMP	--	--	--	--	--	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f48	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	AFWAOC	
	f12	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f36	--	--	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f48	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	
	f12	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f48	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	
Spring	f12	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f12	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	f48	--	--	--	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--	--	

Table 8. SS differences for the AFWAOC and NoahMP configurations run with WRFv3.5.1 (where the highlighted configuration is favored) for 24-hour QPF GSS and frequency bias by season, forecast lead time, and threshold for the 00 UTC and 12 UTC initializations separately over the CONUS verification domain.

Daily QPF			>0.01	>0.25	>0.5	>0.75	>1	>1.25	>1.5	>2	>3
Gilbert Skill Score	00 UTC Initializations	Annual	f36	--	--	--	--	--	--	--	--
		Summer	f36	AFWAOC	--	--	--	--	--	NoahMP	--
		Fall	f36	--	--	--	--	--	--	AFWAOC	--
		Winter	f36	--	--	--	--	--	NoahMP	NoahMP	--
		Spring	f36	--	--	--	--	--	--	--	--
	12 UTC Initializations	Annual	f24	--	--	--	--	--	--	--	--
			f48	--	NoahMP	--	--	--	--	--	--
		Summer	f24	--	--	--	--	--	--	--	--
			f48	--	--	--	AFWAOC	AFWAOC	--	--	--
		Fall	f24	--	--	--	--	--	--	--	--
Frequency Bias	00 UTC Initializations	Annual	f36	--	--	--	--	--	--	--	--
		Summer	f36	--	--	--	--	--	--	--	--
		Fall	f36	--	--	--	--	--	--	--	--
		Winter	f36	--	--	--	--	--	--	--	--
		Spring	f36	--	--	--	--	--	--	--	--
	12 UTC Initializations	Annual	f24	--	--	--	--	--	--	--	--
			f48	--	--	--	--	--	--	--	--
		Summer	f24	--	--	--	--	--	--	--	--
			f48	--	--	--	--	--	--	--	--
		Fall	f24	--	--	--	--	--	--	--	--
			f48	--	--	--	--	--	--	--	--
	Winter	f24	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			f48	--	--	--	--	--	--	--	--
	Spring	f24	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			f48	--	NoahMP	NoahMP	--	--	--	--	--