

Table 1. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the REF and TWIND2 configurations (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 5 km CONUS verification domain.

| Upper Air 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 | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF | REF | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- |
| | 700 | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | REF | REF | REF | REF | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 500 | REF | REF | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- |
| | 400 | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- |
| | 300 | -- | -- | -- | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- |
| | 200 | -- | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 150 | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | REF | -- | -- | -- | -- |
| | 100 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Bias | 850 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 |
| | 700 | -- | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF | REF | REF | REF | -- | -- | -- | REF | -- | -- | -- | -- |
| | 500 | REF | REF | REF | REF | -- | REF | -- | -- | -- | -- | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 400 | -- | -- | -- | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 300 | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | REF | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- |
| | 200 | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 150 | -- | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF | REF | REF | -- | REF | REF | -- | -- | -- | TWIND2 | -- |
| | 100 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

Table 2. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the REF and TWIND2 configurations (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 5 km 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 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | REF * | -- | -- | REF * | REF * | -- | -- | -- | -- | |
| | 700 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| | 500 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| Bias | 850 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 * | TWIND2 * | -- | -- | TWIND2 * | -- | TWIND2 | REF * | REF * | REF * | TWIND2 | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 | -- | -- | -- |
| | 700 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 * | -- | -- | -- | REF * | -- | -- | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 * | -- | -- | -- | -- |
| | 500 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | TWIND2 * | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

Table 4. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the REF and TWIND2 configurations (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 5 km CONUS verification domain.

| Surface Temperature | | f03 | f06 | f09 | f12 | f15 | f18 | f21 | f24 | f27 | f30 | f33 | f36 | f39 | f42 | f45 | f48 | | |
|---------------------|------------------------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| BCRMSE | 00 UTC Initializations | Annual | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | REF | |
| | | Summer | REF | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | | Fall | REF * | REF * | REF * | REF | -- | REF | -- | REF | REF | REF | REF | REF | -- | REF | REF | REF | REF |
| | | Winter | REF | REF | REF | REF | REF | REF | -- | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | REF | REF | REF * |
| | | Spring | REF | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | REF | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 12 UTC Initializations | Annual | -- | REF | REF | -- | REF | REF | REF | REF | -- | -- | -- | REF | REF | REF | REF | REF | REF |
| | | Summer | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | REF | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | | Fall | -- | REF | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF | -- | REF | -- | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * |
| | | Winter | REF | -- | -- | REF | REF * | REF * | REF | REF | REF | REF | -- | REF | REF | REF | REF | REF | REF |
| | | Spring | -- | -- | -- | TWIND2 | -- | REF | -- | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- |
| Bias | 00 UTC Initializations | Annual | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | -- | -- | |
| | | Summer | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | -- | -- | REF | REF * | REF * | REF | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | |
| | | Fall | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | -- | REF * | |
| | | Winter | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | REF * |
| | | Spring | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | -- | TWIND2 | REF * | REF * | REF * | REF | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | |
| | 12 UTC Initializations | Annual | REF | REF | REF | -- | REF * | REF * | REF * | REF * | -- | REF | -- | -- | REF * | REF * | REF * | REF * | |
| | | Summer | REF | REF | -- | TWIND2 | REF | REF * | REF * | REF | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | -- | REF * | REF * | -- | |
| | | Fall | REF * | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | |
| | | Winter | REF * | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF | REF | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | |
| | | Spring | REF | REF | REF | TWIND2 | REF | REF * | REF * | REF | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | REF | REF * | -- | |

Table 5. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the REF and TWIND2 configurations (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 5 km 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 | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- |
| | | Summer | REF | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- |
| | | Fall | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | REF | REF | REF | -- |
| | | Winter | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | REF | REF | REF | REF |
| | | Spring | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | -- | -- |
| | 12 UTC Initializations | Annual | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- |
| | | Summer | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 |
| | | Fall | -- | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | REF | -- | -- | -- | -- |
| | | Winter | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | | Spring | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 |
| Bias | 00 UTC Initializations | Annual | REF | -- | TWIND2 | REF | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | REF | REF | REF | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 |
| | | Summer | REF | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | REF | TWIND2 | TWIND2 | -- |
| | | Fall | -- | TWIND2 | TWIND2 | REF | REF | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | REF * | REF * | REF * | TWIND2 | -- |
| | | Winter | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 * | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * |
| | | Spring | -- | -- | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | REF | -- | REF | REF | TWIND2 | TWIND2 * | TWIND2 | -- |
| | 12 UTC Initializations | Annual | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF | REF | -- | REF | REF | REF | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | REF | REF | REF |
| | | Summer | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- |
| | | Fall | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 * | REF | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF * | REF * | REF * |
| | | Winter | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 | REF * | REF * | REF * |
| | | Spring | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF | REF | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | REF | -- | -- | -- |

Table 6. SS (light shading) and PS (dark shading) pair-wise differences for the REF and TWIND2 configurations (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 5 km 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 | REF | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | REF | REF | REF | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | REF | | |
| | | Summer | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | |
| | | Fall | REF | REF | REF | REF | -- | -- | -- | REF | REF | REF | -- | -- | -- | -- | REF | -- | -- | |
| | | Winter | REF | REF | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | REF | |
| | | Spring | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | REF | REF | REF | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | |
| | 12 UTC Initializations | Annual | TWIND2 | -- | -- | REF | REF | REF | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF | REF | -- | -- | -- | TWIND2 | |
| | | Summer | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | TWIND2 |
| | | Fall | -- | -- | -- | REF | REF | REF | -- | -- | -- | -- | -- | REF | -- | -- | REF | -- | -- | |
| | | Winter | -- | -- | -- | REF | REF | REF | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| | | Spring | -- | -- | -- | REF | -- | -- | -- | TWIND2 | -- | -- | TWIND2 | REF | REF | -- | -- | -- | -- | |
| Bias | 00 UTC Initializations | Annual | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 * | | |
| | | Summer | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF * | REF * | REF * | REF * | | |
| | | Fall | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 * | |
| | | Winter | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 * | |
| | | Spring | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | REF * | REF * | |
| | 12 UTC Initializations | Annual | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 * | |
| | | Summer | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | REF * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | |
| | | Fall | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | |
| | | Winter | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 * | |
| | | Spring | REF * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 * | REF * | REF * | REF * | REF * | TWIND2 * | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 | TWIND2 * | |

